

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Volume de calda e adição de óleo mineral para aplicação de glyphosate e
atrazine sobre o controle de Ipomoea triloba**

Leticia Damo
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

LETICIA DAMO

Volume de calda e adição de óleo mineral para aplicação de glyphosate e atrazine sobre o controle de Ipomoea triloba

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Francisco C. L. de Freitas

Coorientador: Paulo Roberto Cecon

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

D163v Damo, Leticia, 1996-
2023 Volume de calda e adição de óleo mineral para aplicação de
glyphosate e atrazine sobre o controle de *Ipomoea triloba* /
Leticia Damo. – Viçosa, MG, 2023.
1 dissertação eletrônica (58 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2023.

Referências bibliográficas: f. 50-58.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.820>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Herbicidas. 2. Glifosato (Herbicida). 3. Atrazina
(Herbicida). 4. Óleos minerais. 5. *Ipomoea triloba* - Controle.
I. Freitas, Francisco Cláudio Lopes de, 1968-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Agronomia. Mestrado em
Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 632.954

LETICIA DAMO

Volume de calda e adição de óleo mineral para aplicação de glyphosate e atrazine sobre o controle de Ipomoea triloba

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de julho de 2023.

Assentimento:

Leticia Damo
Autora

Francisco Claudio Lopes de Freitas
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 17/12/2024 às 11:48:46 e pelo orientador em 17/12/2024 às 20:08:59. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **B263.JYFJ.4J52** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço pelo dom da vida, por sempre me iluminar, direcionar e dar-me forças para concluir esta etapa.

Aos meus pais, Leones e Idali Damo, pela educação que me proporcionaram e por todo o incentivo. Aos meus irmãos e aos meus sobrinhos, Joaquim e Henrique, por todo o incentivo e apoio.

Ao professor e orientador Francisco Cláudio Lopes de Freitas, pelos conselhos, paciência, dedicação e conhecimento transmitido durando a realização dessa dissertação.

Ao professor e coorientador Paulo Roberto Cecon, pelo apoio, disponibilidade e por todos os ensinamentos.

À Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Agronomia e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia por todo apoio, estrutura e oportunidade de cursar o mestrado.

A todos meus amigos que sempre me apoiaram e motivaram, obrigada pela amizade e paciência.

Aos colegas do MIPD e funcionários do Vale da Agronomia pelos auxílios na montagem, condução e avaliação dos experimentos e pela amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Por fim, agradeço a todos que torceram por mim e que de alguma forma contribuíram para a minha formação e no desenvolvimento desta dissertação. Muito obrigada!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

DAMO, Leticia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2023. **Volume de calda e adição de óleo mineral para aplicação de glyphosate e atrazine sobre o controle de *Ipomoea triloba***. Orientador: Francisco Claudio Lopes de Freitas. Coorientador: Paulo Roberto Cecon.

O atrazine é um dos principais herbicidas utilizados na cultura do milho, demandando adição de óleo mineral à calda quando a aplicação é realizada em pós-emergência das plantas daninhas. Com o aumento das áreas cultivadas com milho transgênico resistente ao glyphosate, têm sido comum a mistura dos dois herbicidas no tanque do pulverizador. No entanto, ainda há escassez de informações confiáveis sobre o volume de calda a ser utilizado e sobre a necessidade do uso do óleo mineral quando se utiliza o atrazine em mistura com o glyphosate. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da adição de óleo mineral à calda contendo glyphosate e atrazine, aplicados isoladamente e em mistura, nos volumes de calda de 50 e 200 L ha⁻¹, sobre a intoxicação na cultura do milho e sobre o controle da corda-de-viola (*Ipomoea triloba*). O trabalho foi constituído de dois experimentos, um para avaliar a intoxicação nas plantas de milho e outro, o controle da corda-de-viola. Os experimentos foram conduzidos em esquema fatorial 4x2x2, sendo quatro níveis de herbicidas [testemunha (água) sem herbicida, glyphosate (1.080 g ha⁻¹ do e.a.), atrazine (2.000 g ha⁻¹ do i.a.) e glyphosate (1.080 g ha⁻¹ do e.a.) + atrazine (2.000 g ha⁻¹ do i.a.)], dois volumes de calda (50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹) e dois níveis correspondentes à adição ou não de óleo mineral (0,5% v/v) à calda. Por ocasião da aplicação foram determinados o percentual de cobertura e a densidade de gotas por cm², por meio da técnica de papéis hidrossensíveis e análise via DropScope®. Aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) foram avaliados os níveis de injúrias no milho e o controle da corda-de-viola. Aos 21 DAA realizou-se a medição da altura e a coleta da parte aérea das plantas de milho para determinação da massa de matéria seca. Coletou-se também, aos 21 DAA, as plantas de corda-de-viola para mensurar a área foliar e determinar a massa de matéria seca. O volume de calda de 200 L ha⁻¹ proporcionou maior percentual de cobertura e densidade de gotas, para todos os herbicidas, independente da adição de óleo mineral. A adição de óleo mineral à calda não provocou injúrias no milho e resultou em controle eficaz de corda-de-viola para o atrazine, glyphosate e a mistura desses, em ambos os volumes de calda. A aplicação de atrazine sem óleo mineral não provocou controle eficaz de corda-de-viola em nenhum dos volumes de calda. Não houve diferença entre os volumes de calda de 50 e 200 L ha⁻¹ sobre o controle de corda-de-

viola.

Palavras-chave: mistura de herbicidas; volume de calda; óleo mineral; corda-de-viola
(*ipomoea triloba*)

ABSTRACT

DAMO, Leticia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2023. **Spray volume and mineral oil addition for the application of glyphosate and atrazine on the *Ipomoea triloba* control.** Adviser: Francisco Claudio Lopes de Freitas. Co-adviser: Paulo Roberto Cecon.

Atrazine is one of the main herbicides used in the corn crop, requiring the addition of mineral oil to the spray when the application is carried out in the post-emergence of weeds. With the increase in areas cultivated with transgenic corn resistant to glyphosate, it has become common to mix the two herbicides in the spray tank. However, there is no reliable information on the volume of spray to be used and on the need to use mineral oil when using atrazine in a mixture with glyphosate, given that glyphosate already has adjuvants in its formulation. The objective of this study was to evaluate the effect of adding mineral oil to the spray containing glyphosate and atrazine, applied alone and in mixture, in the spray volumes of 50 and 200 L ha⁻¹, on the intoxication in the corn crop and on the control of morning glory (*Ipomoea triloba*). The work consisted of two experiments, one to evaluate the intoxication in corn plants and the other, the control of morning glory. The experiments were conducted in a 4x2x2 factorial scheme, with four levels of herbicides [control (water) without herbicide, glyphosate (1,080 g ha⁻¹ a.e.), atrazine (2,000 g ha⁻¹ a.i.) and glyphosate (1,080 g ha⁻¹ of the a.e.) + atrazine (2,000 g ha⁻¹ of the a.i.)], two volumes of spray (50 L ha⁻¹ and 200 L ha⁻¹) and two levels corresponding to the addition or not of mineral oil (0.5% v/v) to the spray. During the application, the percentage of coverage and the droplet density per cm² were determined using the water-sensitive paper technique. At 7, 14 and 21 days after application (DAA) the levels of injuries in corn and the control of morning glory were evaluated. At 21 DAA, the height was measured and the aerial part of the corn plants was collected to determine the dry matter mass. The morning glory plants were also collected at 21 DAA to measure the leaf area and determine the dry matter mass. The spray volume of 200 L ha⁻¹ provided the highest coverage percentage and droplet density for all herbicides, regardless of the addition of mineral oil. The addition of mineral oil to the spray did not cause damage to corn and resulted in efficient control of morning glory for atrazine, glyphosate and their mixture, in both volumes of spray. The application of atrazine without mineral oil did not promote efficient control of morning glory in any of the spray volumes. There was no difference between the spray volumes of 50 and 200 L ha⁻¹ on the morning glory control.

Keywords: herbicide mixture; spray volume; mineral oil; morning glory (*ipomoea triloba*)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 A cultura do milho	12
2.2 Plantas daninhas.....	13
2.3 Atrazine.....	15
2.4 Glyphosate.....	16
2.5 Adjuvantes	18
2.5.1 Óleo mineral e vegetal	19
2.6 Volume de calda	20
2.7 Mistura de herbicidas em tanque	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Experimento I. Intoxicação de plantas de milho	24
3.2 Experimento II. Controle de corda-de-viola	26
3.3 Análise estatística	27
4. RESULTADOS	28
4.1 Percentual de cobertura e densidade de gotas (gotas cm ²).....	28
4.2 Intoxicação de plantas de milho	31
4.3 Controle de corda-de-viola.....	34
5 DISCUSSÃO	43
5.1 Percentual de cobertura e densidade de gotas (gotas cm ²).....	43
5.2 Intoxicação de plantas de milho	44
5.3 Controle de corda-de-viola.....	45
6. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande interesse mundial, pois é utilizado na alimentação humana, animal e em diversas aplicações industriais. No Brasil, é uma das principais culturas, sendo cultivado em todo o território nacional (BASSO et al., 2018; SILVA et al., 2020b; FAO, 2020; CONAB, 2023).

O aumento das tecnologias disponíveis para a cultura e as condições edafoclimáticas favoráveis, possibilitaram o aumento da produtividade. Entretanto, o potencial produtivo do milho pode ser limitado por diversos fatores, sendo a interferência por plantas daninhas um dos mais expressivos (GALON et al., 2018). As plantas daninhas competem com a cultura por água, luz e nutrientes, além de dificultar a colheita, reduzindo a produção e a qualidade dos grãos (LORENZI, 2014; WANDSCHEER et al., 2014).

Estima-se que as perdas de produtividade sejam em torno de 20% e, em casos que nenhuma medida de controle é adotada, as perdas podem superar os 80% (GALON et al., 2010). Para minimizar as perdas, vários métodos de controle de plantas daninhas podem ser empregados, sendo o químico, com o uso de herbicidas, o mais utilizado, em função da rapidez, possibilidade de controle eficaz em épocas chuvosas e menor custo quando comparado a outros métodos (BASSO et al., 2018; SALOMÃO et al., 2021).

Uma das tecnologias de maior impacto para o manejo de plantas daninhas no milho, foi a introdução de híbridos geneticamente modificados (*Roundup Ready - RR*), resistentes ao glyphosate. Porém, o uso repetitivo e ausência de rotação de mecanismos de ação provocou a seleção de espécies tolerantes ou biótipos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida (AGOSTINETTO e VARGAS, 2014; WESTWOOD et al., 2018).

Algumas espécies de corda-de-viola, como *Ipomoea trioloba*, *Ipomoea nil* e *Ipomoea purpurea*, vem assumindo grande importância na cultura do milho, em função da dificuldade de controle devido a tolerância ao glyphosate (GALON et al., 2013; MENDES, SILVA e MIELKE, 2022). Essas plantas, têm se destacado, pois interferem na produtividade e, principalmente, na colheita, mesmo quando em infestações moderadas (SILVA et al., 2015; AGOSTINETTO et al., 2016; MENDES e SILVA, 2022). Seu hábito de crescimento trepador volúvel e ciclo biológico longo, faz com que seus ramos, ainda verdes, se entrelaçam aos colmos de milho, bloqueando os cilindros das

colhedoras, diminuindo a eficiência das máquinas, aumentando as perdas durante a operação de colheita e reduzindo a qualidade dos grãos (ORZARI et al., 2013; BARRETO, 2019; MENDES e SILVA, 2022).

O controle das plantas daninhas nos estádios iniciais é imprescindível para garantir a eficiência e reduzir a interferência sobre a cultura. Dentre os muitos herbicidas registrados para o controle dessas espécies, o glyphosate e o atrazine são amplamente utilizados.

O glyphosate, é um herbicida sistêmico, de amplo espectro de controle, usado para a dessecação pré-plantio, e em pós-emergência de culturas resistentes a esse herbicida (AGOSTINETTO e VARGAS, 2014; WESTWOOD et al., 2018). No entanto, o glyphosate deve ser utilizado apenas em pós-emergência inicial da corda-de-viola, pois quando as plantas estão em estágio mais avançado de crescimento, apresentam tolerância a esse herbicida (AGOSTINETTO et al., 2016; ROCHA et al., 2021).

O herbicida atrazine, é um dos mais utilizados no milho em função da seletividade para a cultura e da eficácia no controle de plantas daninhas eudicotiledôneas. Pode ser aplicado tanto em pré quanto em pós-emergência (BORDIN, 2021). Quando aplicado em pré-emergência, deve se atentar as características físico-químicas do solo, pois é absorvido através das raízes e se transloca via xilema até as folhas (MENDES, SILVA e MIELKE, 2022). Em pós-emergência, é mais eficiente quando aplicado em plantas daninhas recém-emergidas, adicionando-se óleo mineral à calda de pulverização (SILVA e SILVA, 2007). O uso desse adjuvante é recomendado visando aumentar a penetração e a absorção do ingrediente ativo pela planta, proporcionando melhores níveis de controle das plantas daninhas. Entretanto, pode reduzir a tolerância da cultura e provocar injúrias (COSTA et al., 2013).

Logo, a mistura em tanque de glyphosate com o atrazine pode ser uma estratégia eficiente para o controle desta planta daninha e para reduzir a seleção de biótipos resistentes (REZENDE et al., 2020; SILVA et al., 2020b). No entanto, há relatos de agricultores que o uso da mistura de glyphosate, atrazina e óleo mineral vem causando intoxicações no milho e ainda existem poucas informações científicas sobre misturas em tanque, em razão da recente liberação e regulamentação. Sabe-se que as formulações comerciais de glyphosate já contém os adjuvantes essenciais para a sua aplicação, porém não há informações se, quando em mistura com o atrazine, que demanda de óleo mineral para aplicações em pós-emergência, faz-se

necessário adicionar o óleo mineral à calda, ou se os adjuvantes contidos na formulação do glyphosate são suficientes para proporcionar o controle eficiente da corda-de-viola.

A eficácia de qualquer herbicida depende de sua absorção e translocação até o sítio de ação (HAMMERTON, 1967). Fatores como volume de calda e tamanho de gotas influenciam diretamente na cobertura do alvo e, portanto, na ação do herbicida (FLECK et al., 1999). As bulas dos produtos comerciais fazem recomendações dos volumes de calda que devem ser aplicados para o controle eficiente das plantas daninhas. Porém, em geral, os volumes recomendados são demasiados altos, reduzindo grandemente a capacidade operacional. Atualmente, busca-se cada vez mais reduzir os volumes de aplicação, buscando maior eficiência operacional, bem como a redução no tempo gasto nas aplicações, a diminuição do uso de água e o custo com combustíveis (CONTIERO, BIFFE e CATAPAN, 2018; POLANCZYK e COSTA, 2019). Todavia, pouco se sabe sobre qual o volume ideal para aplicação desses herbicidas em mistura.

Dessa forma, no presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adição de óleo mineral à calda contendo glyphosate e atrazine, aplicados isoladamente e em mistura, nos volumes de calda de 50 e 200 L ha⁻¹, sobre a intoxicação na cultura do milho e o controle da corda-de-viola (*Ipomoea triloba*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta da família Poaceae, originária da América Central. Foi uma das primeiras plantas cultivadas pelos agricultores, entre 7.000 e 10.000 anos atrás, e hoje é cultivado em quase todas as regiões do mundo (RANUM, PEÑA-ROSAS e GARCIA-CASAL, 2014; MANÇANARES et al., 2018). Devido a sua grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, pode ser cultivado em climas temperados, tropicais e subtropicais, desde o nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros (BARROS e CALADO, 2014).

A planta de milho possui variadas aplicações industriais, principalmente como componente da alimentação humana e animal e, mais recentemente, como matéria-prima para a produção de biocombustível (MIRANDA et al., 2019; SILVA et al., 2020a).

Com uma produção de mais de 113 milhões de toneladas na safra 2021/2022, o Brasil ocupa a terceira posição no ranking de produção mundial, sendo superado apenas pela China e Estados Unidos (BASSO et al., 2018; SILVA et al., 2020b; FAO, 2020; CONAB, 2023). A implementação de novas tecnologias, que permitem o cultivo em duas safras, colaboram para a expansão das áreas plantadas e com o aumento da produtividade (SOUZA et al., 2018; FAO, 2020). No entanto, a produtividade média ainda é baixa, cerca de 5,3 toneladas por hectare (SILVA et al., 2020b; CONAB, 2022). Dentre os fatores que mais interferem na produtividade do milho, destaca-se a interferência das plantas daninhas (BASSO et al., 2018).

O controle das plantas daninhas nos estádios iniciais é imprescindível para reduzir a interferência sobre a cultura. No milho, após a definição do potencial produtivo, entre os estádios V4 e V5 (quarta e quinta folha expandidas) são irreversíveis os danos ocasionados pela competição com plantas daninhas (REZENDE et al., 2015; RODRIGUES et al., 2019).

Uma das tecnologias de maior impacto para o manejo de plantas daninhas, em pós-emergência na cultura do milho, foi a introdução de plantas geneticamente modificadas, resistentes ao herbicida glyphosate (*Roundup Ready*®) (PERRY et al., 2016). Porém, o cultivo contínuo de variedades resistentes intensificou o uso de glyphosate, devido a diversos fatores, dentre eles a alta eficiência no controle de plantas daninhas. O uso repetitivo e a ausência de rotação de mecanismos de ação

levaram a alterações na população de plantas daninhas e a seleção de espécies tolerantes ou resistentes a esse herbicida (AGOSTINETTO e VARGAS, 2014; BASSO et al., 2018).

Diante disso, o herbicida atrazine, tradicionalmente utilizado em pré-emergência na cultura do milho desde a década de 50, tem sido cada vez mais empregado no manejo de plantas daninhas em pós-emergência e incluído como alternativa para a rotação de herbicidas (DONG et al., 2017; SILVA, 2019). Por ser mais eficiente no controle de espécies eudicotiledôneas, em áreas com infestação mista, o atrazine é comumente aplicado em mistura de tanque com outros herbicidas como o nicosulfuron, mesotrione e tembotrione, ou com glyphosate, visando aumentar o espectro de controle e o manejo de espécies tolerantes e/ou biótipos resistentes ao glyphosate (DAN et al., 2009; ADEGAS, VOLL e GAZZIERO, 2011; MATTE et al., 2018; SILVA, 2019; FREITAS et al., 2022).

As misturas em tanque, constituem-se como uma importante ferramenta para reduzir a probabilidade do surgimento de biótipos resistentes, garantir o controle eficiente de espécies resistentes e/ou tolerantes e aumentar a produtividade (BASSO et al., 2018; SILVA et al., 2017; REZENDE et al., 2020).

2.2 Plantas daninhas

Plantas daninhas, plantas invasoras, ervas daninhas, são termos comumente utilizados para referir-se, de modo geral, a toda e qualquer planta que ocorre em local e momento não desejado e interfira nos interesses do homem (BRIGUENTI e OLIVEIRA JUNIOR, 2011; PITELLI, 2015).

Em áreas de cultivo agrícola, muitas espécies indesejadas crescem junto com as culturas de interesse comercial, interferindo no crescimento e reduzindo a produtividade. A intensidade de ocorrência e a distribuição das plantas daninhas são determinadas por fatores climáticos, edáficos e práticas de manejo (LORENZI, 2014). Essas plantas podem interferir diretamente, devido a competição por recursos ambientais, como água, luz, espaço e nutrientes, ou de forma indireta, hospedando pragas e doenças, prejudicando ou até impedindo a realização de algumas práticas culturais e a colheita (LORENZI, 2014; BRIGUENTI e OLIVEIRA JUNIOR, 2011; MENDES e SILVA, 2022). Quando nenhum método de controle é empregado, a

presença de plantas daninhas pode provocar mais de 80% de redução da produtividade potencial do milho (GALON et al., 2018; RODRIGUES et al., 2019).

Há muitas plantas daninhas que interferem na cultura do milho, afetando a qualidade dos grãos e ocasionando perdas de produtividade, como: soja RR (*Glycine max*), buva (*Conyza* spp), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), papuã (*Urochloa plantaginea*), caruru (*Amaranthus* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), milhã (*Digitaria* spp.), guanxuma (*Sida rhombifolia*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), tiriricas (*Cyperus* spp.), entre outras (LORENZI, 2014; BASSO et al., 2018; CORADIN et al., 2019; MELO et al., 2019; RODRIGUES et al., 2019; GALON et al., 2020).

A importância de algumas espécies de corda-de-viola, como *Ipomoea triloba*, *I. nil* e *I. purpurea*, tem aumentado na cultura do milho, em função da dificuldade de controle devido a tolerância ao glyphosate (GALON et al., 2013; MENDES, SILVA e MIELKE, 2022). Essas plantas, têm se destacado, pois interferem na produtividade e, principalmente, na colheita, mesmo quando em infestações moderadas (SILVA et al., 2015; AGOSTINETO et al., 2016; MENDES e SILVA, 2022).

Pertencentes a família Convolvulaceae, as *Ipomoeas* spp., possuem ciclo biológico longo, terminando após a maturação das culturas, e hábito de crescimento trepador volúvel, assim, seus ramos ainda verdes se entrelaçam aos colmos de milho, bloqueando os cilindros das colhedoras, diminuindo a eficiência das máquinas e aumentando as perdas durante a operação de colheita (ORZARI et al., 2013; BARRETO, 2019; MENDES e SILVA, 2022). Além disso, reduz a qualidade dos grãos colhidos e dificulta a armazenagem, devido a elevada quantidade de impurezas e umidade (BRIGUENTI e OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

As cordas-de-viola possuem reprodução por sementes, sendo esse um dos fatores que dificultam seu controle. Devido a dormência física das sementes, podem permanecer viáveis no solo por anos, promovendo constantes fluxos de emergência, dificultando à tomada de decisão sobre o momento e o método ideal para o controle dessas espécies. O controle nos estádios iniciais das cordas-de-viola é imprescindível para que seja feito antes da produção de sementes, evitando assim a disseminação da espécie (AZANIA, HIRATA e AZANIA, 2011; ROCHA et al., 2021).

O controle químico, por meio da aplicação de herbicidas, é o método de controle mais utilizado para o manejo de corda-de-viola. Existem muitos herbicidas registrados para o controle de corda-de-viola, como por exemplo o glyphosate. No

entanto, o glyphosate deve ser utilizado apenas em pós-emergência inicial da corda-de-viola, pois quando as plantas estão em estágio mais avançado de crescimento, apresentam tolerância a esse herbicida (AGOSTINETO et al., 2016; ROCHA et al., 2021). Dessa forma, a mistura em tanque de glyphosate com herbicidas de diferentes mecanismos de ação pode ser uma estratégia eficiente e proporcionar melhor controle desta planta daninha (REZENDE et al., 2020; SILVA et al., 2020b).

2.3 Atrazine

O atrazine [2-cloro-4-etilamino-6-isopropilamino-s-triazina] é um herbicida seletivo, recomendado para o controle de espécies de eudicotiledôneas e de algumas gramíneas. Introduzido na década de 1950, continua sendo um dos herbicidas mais utilizados no mundo, principalmente, no controle de plantas daninhas na cultura do milho, sorgo e cana-de-açúcar (BRODEUR et al., 2009; SINGH et al., 2017; BORDIN, 2021).

Pertencente ao grupo químico das triazinas, atua como um inibidor do transporte de elétrons no fotossistema II, ligando-se à proteína D₁, no sítio onde se acopla a plastoquinona “Q_b”. Ao se ligar a proteína D₁, bloqueia o transporte de elétrons de Q_a para Q_b, interrompendo a fixação de CO₂ e a produção de energia (ATP e NADPH₂). O acúmulo de energia na Q_a promove a formação de clorofila tripleto, que interage com o oxigênio formando o radical livre, oxigênio singleto. A clorofila tripleto e o oxigênio singleto, interagem com os lipídeos das membranas, causando a peroxidação e o rompimento das membranas lipídicas e, conseqüentemente, a morte das plantas (OLIVEIRA JUNIOR, 2011; WSSA, 2014).

No milho, pode ser aplicado tanto em pré-emergência quanto em pós-emergência (BORDIN, 2021). As plantas de milho são capazes de metabolizar a molécula herbicida absorvida, através da hidroxilação, dealquilação e conjugação por ação de benzoxazinonas, e a transformar em compostos sem atividade herbicida. Quando aplicado em pré-emergência, deve-se atentar as características físico-químicas do solo, pois é muito adsorvido pelos colóides do solo, especialmente a matéria orgânica. Por isso, em solos argilosos e com elevados teores de matéria orgânica, há necessidade de aplicação de doses mais altas. Na aplicação em pré-emergência, o atrazine é absorvido através das raízes e se transloca via xilema até as folhas, seguindo o fluxo da água. Após a germinação das sementes, as plantas

daninhas irão emergir, absorver o herbicida por suas raízes e translocá-lo para as folhas, onde a fotossíntese é inibida (SILVA e SILVA, 2007; MENDES, SILVA e MIELKE, 2022).

Quando a aplicação é realizada em pós-emergência, a absorção é foliar e a translocação ocorre via xilema, apenas daquele ponto em diante, na folha. Não havendo, redistribuição para outras partes da planta, como outras folhas e órgãos de reserva. Nesse caso, deve ser aplicado nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas, em mistura com óleo mineral, a fim de aumentar a absorção foliar (MACIEL et al., 2002; SILVA e SILVA, 2007; DAN et al., 2009; OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Atualmente, a aplicação em pós emergência tem sido a mais utilizada, haja vista que há possibilidade de doses mais baixas que a aplicação em pré-emergência e, também, menor influência das características do solo em relação à aplicação em pré-emergência (MENDES e SILVA, 2022).

Como o controle de plantas daninhas ocorre predominantemente sobre espécies eudicotiledôneas é comum a mistura com outros herbicidas, tanto em pré quanto em pós-emergência. E, como a maioria dos híbridos de milho cultivados na atualidade são transgênicos, com resistência ao herbicida glyphosate, o atrazine tem sido comumente aplicado em mistura de tanque com glyphosate, em pós-emergência da cultura do milho e das plantas daninhas, reduzindo a pressão para a seleção de biótipos resistentes (BONFLEUR et al., 2015; BASSO et al., 2018).

No momento atual, mais de oitenta espécies já desenvolveram resistência ao atrazine globalmente. No Brasil, quatro espécies resistentes foram registradas, sendo elas *Bidens pilosa*, *Bidens sulbaternans*, *Amaranthus retroflexus* e *Amaranthus viridis*, e, em todos os casos, com resistência a mais de um sítio de ação (resistência múltipla) (HEAP, 2022). Na maioria dos casos, a resistência foi desenvolvida pela pressão de seleção, em função do uso repetido de atrazine em lavouras de milho (INOUE e OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Isso reforça a importância de diferentes estratégias de manejo e a rotação de mecanismos de ação herbicidas.

2.4 Glyphosate

O glyphosate [N-(phosphonomethyl) glycine] é um herbicida não-seletivo que apresenta um amplo espectro de ação, recomendado para o controle de plantas

daninhas de folhas largas e estreitas, anuais e perenes, em pós-emergência (KRUSE, TREZZI e VIDAL, 2000).

É um dos herbicidas mais utilizados e vendidos para o controle de plantas daninhas no Brasil e no mundo. Descoberto como herbicida em 1970, foi inicialmente utilizado para dessecação pré-plantio e rapidamente se tornou o principal herbicida do mercado. Com o advento das plantas geneticamente modificadas (*Roundup Ready*), passou a ser aplicado também em pós-emergência das culturas, aumentando exponencialmente o seu uso (KRUSE, TREZZI e VIDAL, 2000; BERVALD et al., 2010; MESNAGE e ANTONIOU, 2017).

Pertencente ao grupo das glicinas substituídas, a molécula N-(phosphonomethyl) glycine é o equivalente ácido que atua inibindo a enzima EPSPS (5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase), levando ao acúmulo de altos níveis de chiquimato nos vacúolos, reduzindo a eficiência fotossintética e bloqueando a biossíntese de aminoácidos aromático (triptofano, fenilalanina e tirosina), resultando na morte das plantas (KRUSE, TREZZI e VIDAL, 2000; OLIVEIRA JUNIOR, 2011; MESNAGE e ANTONIOU, 2017).

Comercialmente, é formulado com diferentes sais que compõem o ingrediente ativo (sal de isopropilamina, sal de potássio, sal de amônia, sal de di-amônio, sal de dimetilamina, sal de isopropilamina + sal de potássio) e com variados ingredientes inertes e adjuvantes, para melhorar as propriedades físico-químicas do herbicida. As diferentes formulações podem influenciar na velocidade de absorção e translocação do ingrediente ativo e na efetividade do controle das plantas daninhas (KRUSE et al., 2000; JAKELAITIS et al, 2001; OLIVEIRA JUNIOR, 2011; MESNAGE e ANTONIOU, 2017; SOUZA, 2017).

Absorvido pelas folhas e por outras partes aéreas das plantas, atravessa a cutícula lentamente, necessitando, em média, 6 (seis) horas sem chuvas após a aplicação para maior eficiência (KRUSE, TREZZI e VIDAL, 2000; VIDAL et al., 2014). Uma vez absorvido, o glyphosate é translocado através dos tecidos vasculares, via simplasto. O movimento pelo floema segue a mesma rota so transporte dos fotoassimilados (fonte-dreno), das folhas fotossinteticamente ativas para as partes da planta que utilizam esses ativos para crescimento, manutenção e metabolismo, ou armazenagem, como zonas meristemáticas, folhas jovens, raízes, rizomas e tubérculos (MONQUERO, et la., 2004). Os sintomas de intoxicação desenvolvem-se lentamente e caracterizam-se pela paralização do crescimento, amarelecimento

progressivo das folhas, murchamento, necrose e morte. A morte de plantas suscetíveis pode ocorrer em dias ou semanas após a aplicação, conforme a espécie e a dose aplicada. Já em plantas com estruturas de reserva, a morte pode ser ainda mais lenta (RODRIGUES e ALMEIRA, 2005; OLIVEIRA JUNIOR, 2011, ALVARENGA et al., 2018).

A ampla adoção de culturas resistentes e a aplicação contínua de glyphosate em sistemas de produção tem levado a seleção de populações tolerantes e biótipos resistentes (AGOSTINETTO e VARGAS, 2014; SOUZA, 2017; GAINES, PATTERSON, e NEVE, 2019). No Brasil, atualmente há onze casos de plantas resistentes ao glyphosate (HEAP, 2022) e cerca de dez espécies tolerantes (SILVA et al., 2020b). Diante disso, o uso de herbicidas de diferentes mecanismos de ação associados ao glyphosate torna-se uma importante estratégia no manejo preventivo o no controle de plantas daninhas tolerantes e resistentes (SILVA et al., 2020b).

2.5 Adjuvantes

Os adjuvantes são substâncias adicionadas à uma formulação ou no tanque de pulverização para melhorar a eficiência do produto ou modificar as propriedades físico-químicas da calda, visando facilitar e diminuir os riscos da aplicação (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Podem atuar em todas as etapas do processo de aplicação de um produto fitossanitário, desde a formação das gotas (pulverização), até a ação biológica do ativo no alvo (POLANCZYK e COSTA, 2019).

Em geral, os adjuvantes são divididos em dois grupos levando em conta a sua funcionalidade: os adjuvantes ativadores e os adjuvantes modificadores de calda. Os adjuvantes utilitários (compatibilizantes, antiespumantes, redutores de deriva, condicionadores de água, dispersantes, tamponantes, quelantes, entre outros), agem como modificadores das propriedades físico-químicas da calda, facilitando a pulverização. Os adjuvantes ativadores são aqueles que melhoram a eficiência dos produtos fitossanitários (molhamento, espalhamento, adesão, retenção, penetração, entre outros), principalmente, aumentando a taxa de absorção do alvo (OLIVEIRA JUNIOR, 2011; MELO, 2019).

Quando adicionados à calda de herbicidas, os adjuvantes proporcionam maior cobertura foliar, favorecendo a absorção e a penetração dos produtos,

conseqüentemente, aumentando sua eficácia no controle de plantas invasoras (DURIGAN, 1992). Como observado por Santos (2015), onde os tratamentos com adjuvantes foram superiores aos tratamentos sem adjuvantes no controle de *Ipomoea nil* (corda-de-viola), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Commelina benghalensis* (trapoeraba) e *Panicum maximum* (capim-colonião) em pós-emergência e foram seletivos à cultura da cana-de-açúcar.

O uso de adjuvantes é uma prática muito realizada no Brasil. Há uma série de produtos disponíveis no mercado, entretanto, a recomendação ainda é mais ligada a critérios comerciais do que a critérios técnico/científicos. O efeito dos adjuvantes nas aplicações é um processo complexo, que envolve muitos aspectos físicos, químicos e fisiológicos. Deve-se ter muita atenção na escolha do adjuvante, pois o efeito das interações entre os diferentes produtos pode afetar negativamente a aplicação, resultando em falhas no controle e efeitos fitotóxicos na cultura (QUEIROZ, MARTINS e CUNHA, 2008; IKEDA, 2013; MELO, 2019).

2.5.1 Óleo mineral e vegetal

Há diversos adjuvantes disponíveis no mercado e, para a agricultura, os óleos minerais e vegetais são os mais comercializados (MELO, 2019). Os óleos minerais são provenientes da destilação do petróleo. Já os óleos vegetais, por sua vez, são extraídos de sementes de algodão, soja, girassol e canola e precisam ser purificados. No entanto, para evitar a separação da calda em fases (polar e apolar) e para cumprir a função de adjuvante, a maioria dos óleos comercializados são formulados com surfactantes e emulsificantes (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Os óleos minerais e vegetais possuem amplo espectro de uso, de modo que podem ser utilizados isoladamente para o controle de insetos e fungos e como adjuvantes adicionados às caldas de pulverizações (MENDONÇA, RAETANO e MENDONÇA, 2007). Como adjuvantes, destacam-se por reduzir a tensão superficial da calda, aumentar a molhabilidade e adesão das gotas na superfície foliar, diminuir a evaporação das gotas, facilitar a penetração do ingrediente ativo através da cutícula, acelerar a absorção, além de aumentar o diâmetro das gotas produzidas atuando como agente redutor de deriva (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Quando utilizados como aditivos, reduzem a hidrólise dos herbicidas no tanque de pulverização e a fotodecomposição (DURIGAN, 1992).

Estes produtos são frequentemente recomendados para aplicações em pós-emergência de muitos herbicidas, com a função de aumentar a penetração e a absorção do ingrediente ativo pela planta, uma vez que agem eliminando as barreiras que diminuem a absorção dos herbicidas, proporcionando melhores níveis de controle das plantas daninhas (VARGAS e ROMAN, 2006; COSTA et al., 2013). A exemplo do atrazine, herbicida muito utilizado para a cultura do milho, ao adicionar óleo mineral à calda de pulverização, será aumentada a eficiência no controle de plantas daninhas em pós-emergência (SILVA e SILVA, 2007).

Segundo Durigan (1992), a adição dos óleos vegetal e mineral à mistura podem trazer benefícios na performance dos herbicidas. Trabalhando-se tecnicamente, permite até mesmo reduzir as dosagens de herbicidas. Todavia, pode reduzir a tolerância da cultura, haja vista que a seletividade depende da dose absorvida e da capacidade da cultura metabolizar o herbicida. Portanto, a recomendação de adjuvantes deve ser feita de forma criteriosa, a fim de evitar a intoxicação da cultura e o controle ineficiente (COSTA et al., 2013).

2.6 Volume de calda

A eficiência de qualquer herbicida depende de sua absorção e translocação até o sítio de ação (HAMMERTON, 1967). Na maioria das vezes, dá-se muita importância para o produto a ser aplicado e pouca atenção à tecnologia de aplicação. Para garantir um controle eficiente, além de conhecer o produto, também é necessário o emprego adequado da tecnologia de aplicação, à medida em que esta é responsável pela colocação do produto biologicamente ativo no alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e com o menor risco de contaminação ambiental e humana (MATUO, 1998; POLANCZYK e COSTA, 2019).

Fatores como volume de calda e tamanho de gotas influenciam diretamente na cobertura do alvo e, portanto, na ação do herbicida (FLECK et al., 1999). Segundo Matthews, 1979, o volume de calda para aplicação em culturas no campo tem cinco categorias: alto ($> 600 \text{ L ha}^{-1}$), médio ($200\text{-}600 \text{ L ha}^{-1}$), baixo ($50\text{-}200 \text{ L ha}^{-1}$), muito baixo ($5\text{-}50 \text{ L ha}^{-1}$) e ultrabaixo ($< 5 \text{ L ha}^{-1}$).

Entretanto Freitas et al. (2022), relata que essas classificações envolvem aplicações com características muito distintas, como aplicações de fungicidas e inseticidas em hortaliças e frutíferas arbóreas, cuja área foliar varia com o estágio de

crescimento, podendo demandar volumes muito diferentes. Ainda segundo estes autores, houve grande evolução na tecnologia de aplicação, sendo possível obter boa cobertura foliar com volumes bem menores que os sugeridos por Matthews (1979).

A escolha do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, do produto a ser aplicado, da necessidade de cobertura, do tamanho das gotas e da tecnologia de aplicação utilizada, entre outros (ANDEF, 2010; CONTIERO, BIFFE e CATAPAN, 2018). Herbicidas de contato, que possuem pouca ou nenhuma mobilidade na planta, como os inibidores da fotossíntese no fotossistema I e inibidores da PROTOX, diquat e fomesafen, respectivamente, exigem elevada cobertura para o controle eficiente das plantas daninhas, pois as áreas não atingidas podem resultar em falhas no controle (SHIRATSUCHI e FONTES, 2002; SILVA et al., 2009; FREITAS et al., 2022).

Já herbicidas sistêmicos, móveis na planta, como o glyphosate (inibidor da EPSPS), que transloca via floema e xilema, e 2,4-D (mimetizador de auxina), com translocação via xilema, quando aplicados em pós-emergência não necessitam de cobertura muito alta, mas suficiente para que o ingrediente ativo atinja o alvo (SHIRATSUCHI e FONTES, 2002; MOTA et al., 2021; FREITAS et al., 2022; VAZ, 2022).

Ainda, para herbicidas que translocam via xilema, como os inibidores da fotossíntese no fotossistema II, a exemplo do atrazine, a necessidade de cobertura vai depender do alvo e da época de aplicação. Aplicações em pré-emergência, no solo, não demandam elevada cobertura, pois o herbicida é absorvido pelas raízes e move-se para as folhas com o fluxo da água através do xilema. Por outro lado, aplicações em pós-emergência, exigem elevada cobertura para um controle eficiente, visto que a translocação ocorre do ponto de contato do herbicida para o ápice da planta. Nesse caso, como não há translocação do ingrediente ativo para as partes abaixo do ponto de contato, se não houver boa cobertura, as plantas daninhas podem rebrotar (FREITAS et al., 2022).

Com a evolução das tecnologias de aplicação, busca-se, cada vez mais, reduzir os volumes de pulverização visando o aumento da capacidade operacional dos equipamentos com menos reabastecimentos, redução do tempo gasto nas aplicações, bem como diminuição do uso de água e do custo com combustíveis (CONTIERO, BIFFE e CATAPAN, 2018; POLANCZYK e COSTA, 2019). Atualmente, volumes inferiores a 70 L ha⁻¹ são comumente utilizados em aplicações com

pulverizadores autopropelidos, podendo chegar a valores entre 30 a 40 L ha⁻¹, volumes abaixo dos recomendados nas bulas para grande parte dos herbicidas (FREITAS et al., 2022).

Contudo, a redução de volume de aplicação nem sempre garante a eficácia adequada, dado que a cobertura do alvo é, normalmente, proporcional ao volume de aplicação (COURSHEE, 1960). Também, é necessário destacar que volumes muito baixos tendem a aumentar os problemas com incompatibilidades de misturas de tanque, que são cada vez mais utilizadas e são raros os produtos que trazem informações sobre compatibilidade de mistura em bula (FREITAS et al., 2022).

Assim, pode-se afirmar que o volume de calda ideal é o menor volume possível, capaz de proporcionar a cobertura necessária do alvo e uma aplicação segura para o aplicador e para o meio ambiente (FREITAS et al., 2022).

2.7 Mistura de herbicidas em tanque

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas busca reduzir ou eliminar a interferência com as culturas, de forma rápida e eficiente. É comum a ocorrência de diferentes espécies de plantas daninhas, com as mais variadas características morfofisiológicas, na mesma área de cultivo. Visando aumentar o espectro de controle e reduzir os custos de produção, dois ou mais herbicidas, com diferentes princípios ativos e/ou mecanismos de ação, são utilizados em mistura no tanque de pulverização (PETTER et al., 2012; DAMO, MENDES e FREITAS, 2020).

A mistura de herbicidas pode ser considerada uma estratégia eficiente para o controle de plantas daninhas resistentes ou tolerantes a herbicidas, e tende a ser cada vez mais praticada (ABBAS et al., 2016). Todavia, em razão da recente liberação e regulamentação (Instrução Normativa nº 40 de 11 de outubro de 2018), ainda existem poucas informações científicas e nas bulas dos produtos comerciais sobre a utilização e compatibilidades de misturas em tanque, e o agrônomo passa a ser responsável pela recomendação e por quaisquer danos advindos destas misturas. Logo, essa prática deve ser realizada com cautela, uma vez que as combinações herbicidas podem provocar incompatibilidades físicas e químicas, que resultam em problemas relacionados a aplicação, redução da eficácia de controle e intoxicação da cultura (DAMO, MENDES e FREITAS, 2020).

Há inúmeras possibilidades de misturas de herbicidas. A mistura ideal pressupõe que os herbicidas combinados se comportem e atuem de forma independente. Apesar disso, muitas vezes, o comportamento de um é influenciado pela presença de outro, resultando em efeitos sinérgico, aditivo ou antagônico (DAMALAS, 2004; QUEIROZ, MARTINS e CUNHA, 2008; PETTER et al., 2012).

O aditivo ocorre quando o efeito dos produtos em mistura é igual à soma dos seus efeitos em aplicações isoladas. Assim, um herbicida não altera a ação do outro quando em mistura. O antagônico se dá quando o efeito dos produtos aplicados juntos é menor que a soma dos seus efeitos em aplicações isoladas, isto é, a mistura prejudica a ação de um ou de ambos. O sinérgico acontece quando o efeito dos produtos aplicados juntos é maior que a soma dos seus efeitos isolados. Tem-se que a mistura beneficia a ação de um ou de ambos (DAMALAS, 2004).

O conhecimento a respeito das interações entre os produtos são essenciais, mas não suficientes para evitar as incompatibilidades, posto que diferentes níveis de compatibilidade podem ocorrer em função das diferentes formulações, da dose e volume de calda, da qualidade da água, da ordem de adição, entre outros. Vale ressaltar que estes efeitos podem ser diferentes entre as espécies de plantas, os estágios de crescimento e as condições ambientais. Assim sendo, o ideal é que a mistura apresente compatibilidade na aplicação, efeitos antagônicos em relação a cultura e sinérgicos sobre as plantas daninhas (DAMALAS, 2004; QUEIROZ, MARTINS e CUNHA, 2008; PETTER et al., 2012; TREZZI et al., 2016). Mais pesquisas sobre o comportamento das misturas de herbicidas são necessárias para gerar informações úteis e confiáveis, a fim de evitar interações indesejáveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão Diogo Alves de Melo pertencente à Universidade Federal de Viçosa - MG (-20° 76'S e -42° 87'W). Com aproximadamente 650 metros altitude, o clima da região é do tipo Cwa (clima subtropical úmido), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 20 °C e a precipitação média anual de 1.300 mm.

Para avaliar o efeito da adição de óleo mineral à calda contendo os herbicidas glyphosate e atrazine, aplicados isoladamente e em mistura, sobre a intoxicação de plantas de milho e o controle da corda-de-viola, nos volumes de calda de 50 e 200 L ha⁻¹ foram conduzidos dois experimentos, simultaneamente, entre os meses de abril e maio de 2022.

Os experimentos foram conduzidos em esquema fatorial 4x2x2, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Sendo quatro níveis para o fator herbicidas [testemunha (água) sem herbicida, Roundup Original® Mais (glyphosate) na dosagem 1.080 g ha⁻¹ do e.a., Aclamado BR® (atrazine) na dosagem 2.000 g ha⁻¹ do i.a., glyphosate (1.080 g ha⁻¹ do e.a.) + atrazine (2.000 g ha⁻¹ do i.a.)]. Dois volumes de calda (50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹) e dois níveis correspondes a adição ou não de Assist® (óleo mineral) na dose de 0,5% v/v à calda de pulverização.

3.1 Experimento I. Intoxicação de plantas de milho

Para avaliar a intoxicação das plantas de milho, foi conduzido um experimento em vasos de polietileno com capacidade de 5,0 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo, coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, cujas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 1. O solo foi corrigido com 1,57 t ha⁻¹ (0,789 kg m⁻³) de calcário dolomítico trinta dias antes do semeio, a fim de se elevar a saturação por base para 60%. Por ocasião do semeio, foram adicionados 10 mg dm⁻³ de N, 40 mg dm⁻³ de P₂O₅ e 15 mg dm⁻³ de K₂O, usando como fontes sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, com base na 5ª Aproximação – Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999).

Em cada vaso, foram semeadas cinco sementes de milho da cultivar BALU 787 RL® (resistente ao herbicida glyphosate). Após emergidas e estabelecidas, realizou-se o desbaste para obtenção de três plantas de milho no estande final.

Tabela 1 - Análise química e física do solo utilizado no experimento.

¹ pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	T	V	m
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)		----- (Cmolc dm ⁻³) -----							---(%)--	
4,92	0,1	63,0	1,56	0,30	0,20	3,70	2,02	2,22	5,72	35,3	9,0
Areia		Silte		Argila		Classe textural			MO		
-----%		-----%		-----%					(Dag kg ⁻¹)		
29		9		62		Muito-Argilosa			1,84		

¹pH: água, KCl e CaCl₂- relação 1:2,5. P-K: Extrator Mehlich 1. Ca-Mg e Al: Extrator: KCl – 1 mol L⁻¹. H + Al – Acidez potencial – Extrator: acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; SB - Soma de bases trocáveis; t – Capacidade de troca catiônica efetiva; T – Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V – Índice de saturação de bases; m – Índice de saturação de alumínio; MO – Matéria orgânica

²Análises realizadas segundo a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA 1997).

Quando as plantas de milho estavam com duas a três folhas completamente expandidas (estádio V2 a V3) realizou-se a aplicação dos tratamentos. Para aplicação, utilizou-se um pulverizador pressurizado por CO₂ comprimido, operando na pressão 2,0 bar, equipado com barra com três pontas de pulverização Turbo Teejet (TT11002) espaçadas de 0,50 m e altura de 0,5 m em relação ao alvo. O pulverizador foi acoplado a um trator e a barra disposta lateralmente a roda traseira. Os dois volumes de calda, 50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹, foram obtidos por meio de variação na velocidade de trabalho, com 16,0 e 4,0 km h⁻¹, respectivamente.

Com o intuito de quantificar a porcentagem de área coberta e densidade de gotas (quantidade de gotas por cm²), no momento da aplicação, foram posicionadas, na altura do ápice das plantas de milho e corda-de-viola, quatro etiquetas de papel hidrossensível para cada tratamento, conforme Vaz (2022).

Após a aplicação, as etiquetas foram coletadas e armazenadas em envelopes de papel, em caixa de isopor contendo sílica, de modo a evitar a exposição à umidade do ambiente. A leitura das etiquetas e posterior avaliação dos dados se deu através do scanner e programa DropScope®.

Aos 7 (sete), 14 (catorze) e 21 (vinte e um) dias após a aplicação (DAA) foram realizadas avaliações visuais de intoxicação, com escala 0 a 100 %, em que 0 é ausência de sintomas e 100, morte das plantas. Aos 21 (vinte e um) DAA realizou-se a medição da altura, da base da planta ao nível do solo até o ponto de inserção (colar)

da última folha completamente expandida, e a coleta da parte aérea das plantas de milho. A matéria fresca coletada, foi acondicionada em sacos de papel e levada à estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 60°C, até atingir massa constante. Posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão de 0,0001 g para determinação do acúmulo de massa de matéria seca de parte aérea.

3.2 Experimento II. Controle de corda-de-viola

Para avaliar a eficiência do controle das plantas de corda-de-viola, o experimento II foi instalado simultaneamente ao experimento I, quando foram avaliados os mesmos tratamentos. O ensaio foi instalado em vasos de polietileno com capacidade de 3,0 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo, corrigido e adubado conforme a análise do solo (Tabela 1) e 5ª Aproximação – Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999).

A semeadura da corda-de-viola, espécie *Ipomoea triloba*, foi realizada colocando-se 10 sementes por vaso, dez dias antes da semeadura do milho para estarem em estágio mais avançado no momento da aplicação. Para viabilizar a germinação, as sementes de corda-de-viola tiveram a dormência quebrada por meio de escarificação com lixa (PAZUCH et al. 2015). Após emergidas e estabelecidas, realizou-se o desbaste deixando-se três plântulas por vaso.

Quando as plantas de corda-de-viola estavam com três a quatro folhas completamente expandidas, realizou-se a aplicação dos tratamentos, simultaneamente aos do experimento I.

Aos 7 (sete), 14 (catorze) e 21 (vinte e um) DAA foram realizadas avaliações visuais de controle das plantas daninhas, utilizando-se escala de 0% a 100%, onde 0 representa nenhum controle e 100 controle total ou morte das plantas (ALAM, 1974). Aos 21 DAA as plantas de corda-de-viola foram coletadas para mensurar a área foliar, através do medidor de área foliar de bancada LICOR, modelo LI – 3100.

Após a determinação da área foliar, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 60°C, até massa constante. Posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão de 0,0001 g para determinação do acúmulo de matéria seca.

3.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey adotando-se o nível de 5,0% de probabilidade, por meio do programa SAEG, versão 9.1.

Independentemente da interação de maior grau ser ou não significativa, optou-se pelo desdobramento da mesma, devido ao interesse da pesquisa em estudo.

4. RESULTADOS

4.1 Percentual de cobertura e densidade de gotas (gotas cm⁻²)

Para a variável porcentual de cobertura, os fatores isolados herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral, as interações duplas (herbicidas x óleo mineral e herbicidas x volume de calda) e a interação tripla entre os fatores avaliados (herbicidas x volume de calda x óleo mineral) apresentaram efeito significativo. No entanto, na combinação volume de calda x óleo mineral, não houve interação significativa. Para a variável densidade de gotas, observou-se efeito significativo para todas as fontes, com exceção do fator herbicidas e da interação volume de calda x óleo mineral.

Ao analisar o efeito dos herbicidas dentro de cada volume de calda com e sem adição de óleo mineral (Tabela 2), observa-se que a mistura de glyphosate e atrazine (GLY+ATZ) proporcionou maior cobertura para as aplicações realizadas com o volume de calda de 200 L ha⁻¹, independentemente da adição de óleo mineral. Os menores índices de cobertura foram observados quando se aplicou água (TEST) com e sem óleo mineral, embora valores estatisticamente iguais tenham sido observados na aplicação de glyphosate (GLY) com óleo e atrazine (ATZ) sem óleo. Para o volume de calda de 50 L ha⁻¹ não houve diferença entre os herbicidas, independente da adição de óleo mineral.

Quando se compara o efeito dos volumes de calda, verifica-se que para todos os herbicidas, há maior índice de cobertura com o volume de calda de 200 L ha⁻¹ em relação à aplicação com 50 L ha⁻¹, independente da adição de óleo mineral à calda de aplicação (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios da porcentagem de cobertura (%) para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	6,2 Ab	22,7 Ca	3,4 Ab	14,5 Ca
Glyphosate (GLY)	7,5 Ab	24,1 BCa	7,8 Ab	27,5 Ba
Atrazine (ATZ)	8,5 Ab	28,0 Ba	7,1 Ab	18,2 Ca
GLY + ATZ	9,9 Ab	33,7 Aa	6,2 Ab	33,0 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Ao comparar o efeito da adição de óleo mineral para cada herbicida, observa-se, no volume de calda de 200 L ha⁻¹, que a adição de óleo a calda de pulverização

dos herbicidas, TEST (água pura) e ATZ, proporcionou aumento do percentual de cobertura de 36% e 35%, respectivamente, em relação as aplicações sem óleo. Enquanto para o GLY e a mistura GLY+ATZ a adição de óleo não acarretou diferença significativa. Da mesma forma, a adição de óleo à calda, para o volume de 50 L ha⁻¹, não apresentou diferença significativa para nenhum dos herbicidas em contraste com aplicações sem óleo (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios da porcentagem de cobertura (%) para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)	6,2 a	3,4 a	22,7 a	14,5 b
Glyphosate (GLY)	7,5 a	7,8 a	24,1 a	27,5 a
Atrazine (ATZ)	8,5 a	7,1 a	28,0 a	18,2 b
GLY + ATZ	9,9 a	6,2 a	33,7 a	33,0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

As Tabelas 4 e 5 apresentam os desdobramentos do efeito dos herbicidas em cada volume de calda, com e sem adição de óleo mineral para a variável densidade de gotas (gotas cm⁻²).

Em aplicações com o volume de 200 L ha⁻¹, a adição de óleo à calda, proporcionou aos herbicidas ATZ e GLY, a maior e a menor densidade de gotas, respectivamente. Por outro lado, ao aplicar o mesmo volume de calda sem óleo, as maiores densidades de gotas foram obtidas com GLY e com a mistura de GLY+ATZ, diferindo significativamente dos menores valores, apresentados pelo ATZ e a TEST. Utilizando o volume de calda de 50 L ha⁻¹, não houve diferença significativa entre os herbicidas, independentemente da adição de óleo (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de densidade de gotas (gotas cm⁻²) para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	67,8 Ab	131,8 ABa	27,0 Ab	100,2 Ba
Glyphosate (GLY)	48,6 Ab	124,5 Ba	60,7 Ab	165,2 Aa
Atrazine (ATZ)	42,9 Ab	173,0 Aa	31,5 Ab	96,3 Ba
GLY + ATZ	42,5 Ab	142,7 ABa	26,9 Ab	162,9 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Ao comparar o efeito dos volumes de calda para cada herbicida, constatou-se que, para todos eles, a maior densidade de gotas foi obtida com o volume de calda de

200 L ha⁻¹ em relação às aplicações com 50 L ha⁻¹, independentemente da adição de óleo à calda, conforme apresentado na Tabela 4.

Ao analisar o efeito da adição de óleo mineral para cada herbicida (Tabela 5), nota-se que, no volume de aplicação de 200 L ha⁻¹, a adição de óleo na calda do ATZ, aumentou em 55% a densidade de gotas quando comparado com aplicações sem óleo. Ao contrário do que acontece com o GLY, em que a adição de óleo na calda reduziu em 24,6% a densidade de gotas em comparação com aplicações sem óleo. Para o volume de 50 L ha⁻¹, apenas a aplicação com água apresentou diferença significativa, sendo que a adição de óleo resultou em maior densidade de gotas.

As imagens das etiquetas de papel hidrossensível apresentadas na Figura 1 ilustram os resultados previamente apresentados, mostrando visualmente a diferença no percentual de cobertura e densidade de gotas obtidas após a aplicação dos diferentes herbicidas em combinações com os volumes de calda e com a adição de óleo mineral.

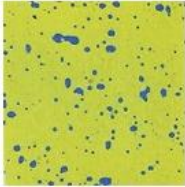

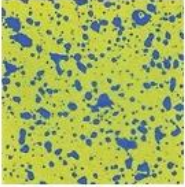
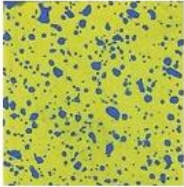
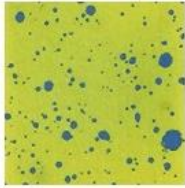
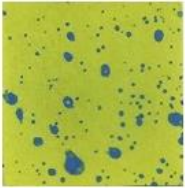
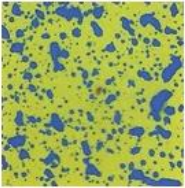
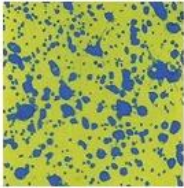
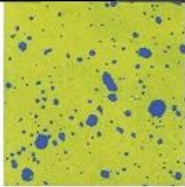
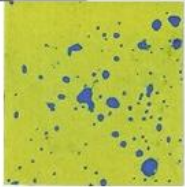
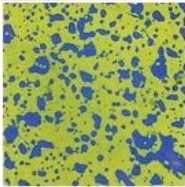
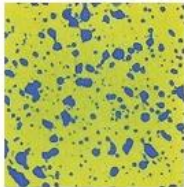
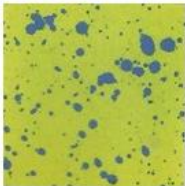
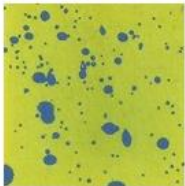
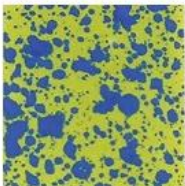
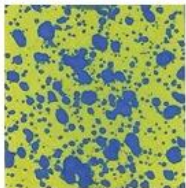
Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)				
Glyphosate (GLY)				
Atrazine (ATZ)				
Glyphosate + Atrazine (GLY+ATZ)				

Figura 1 - Imagens do padrão de cobertura e densidade de gotas proporcionado pela aplicação dos herbicidas TEST (água), GLY, ATZ, GLY+ATZ, em função dos volumes de calda e da adição de óleo mineral.

Tabela 5 - Valores médios de densidade de gotas (gotas cm⁻²) para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)	67,8 a	27,0 b	131,8 a	100,2 a
Glyphosate (GLY)	48,6 a	60,7 a	124,5 b	165,2 a
Atrazine (ATZ)	42,9 a	31,5 a	173,0 a	96,3 b
GLY + ATZ	42,5 a	26,9 a	142,7 a	162,9 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

4.2 Intoxicação de plantas de milho

Para a variável percentual de intoxicação das plantas de milho aos 21 dias após a aplicação, visualmente não foram observadas diferenças entre os tratamentos, tampouco foram observados sintomas de intoxicação, conforme demonstrado na Figura 2.

A análise de variância para a variável massa de matéria seca do milho apresentou efeito significativo apenas para a interação tripla entre os fatores avaliados herbicidas x volume de calda x adição óleo mineral. E para a variável altura de plantas, houve diferença significativa apenas o efeito isolado dos herbicidas.

Os desdobramentos do efeito dos herbicidas em cada volume de calda, com e sem adição de óleo mineral para matéria seca da parte aérea do milho, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores médios de matéria seca de parte aérea do milho (g por vaso) para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	36,6 Aa	35,8 Aa	34,4 Aa	36,2 ABa
Glyphosate (GLY)	34,1 Aa	34,0 Aa	37,2 Aa	30,9 Bb
Atrazine (ATZ)	33,7 Aa	32,7 Aa	32,4 Ab	36,6 Aa
GLY + ATZ	31,9 Aa	34,1 Aa	36,6 Aa	37,9 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

As aplicações com os volumes de calda de 50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹, com a adição de óleo, não apresentaram efeito significativo entre os herbicidas. Da mesma forma, não houve diferença significativa entre os herbicidas para o volume de calda de 50 L ha⁻¹ sem óleo mineral na calda. Todavia, quando se observa os dados

resultantes das aplicações com 200 L ha^{-1} , sem adição de óleo mineral, nota-se que a mistura de GLY + ATZ e o herbicida ATZ isolado apresentaram os maiores acúmulos de matéria seca, porém não diferiram significativamente da TEST sem herbicidas, que não diferiu do GLY (menor matéria seca).

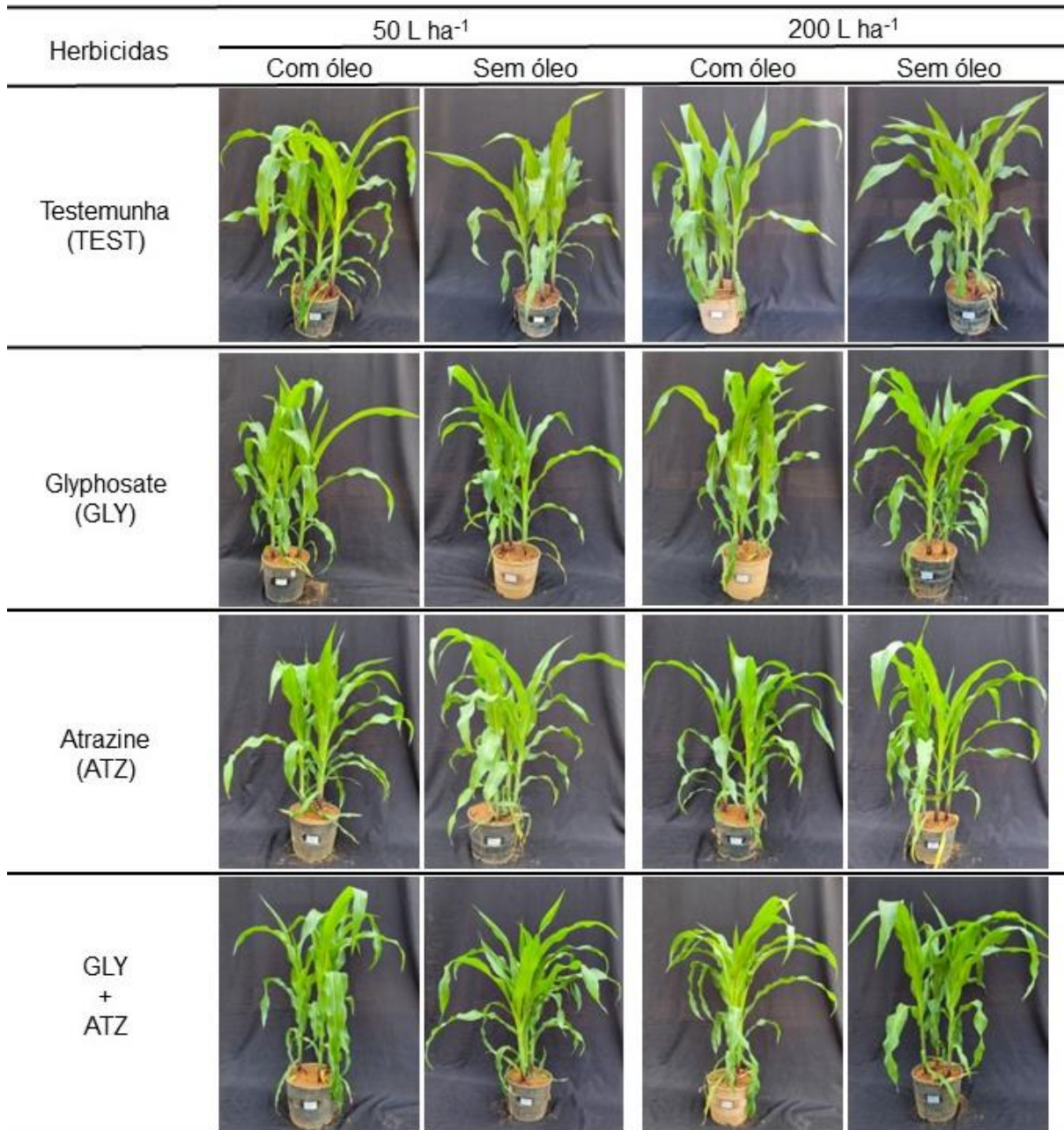


Figura 2 - Imagens das plantas de milho, 21 dias após a aplicação dos herbicidas glyphosate, atrazine, glyphosate+atrazine e testemunha (água), em função dos volumes de calda e da adição de óleo mineral.

Ao comparar o efeito dos volumes de calda para cada herbicida, foi possível notar diferença significativa de matéria seca apenas para o GLY e o ATZ na ausência

de óleo mineral à calda de aplicação. No qual, GLY apresentou maior valor de matéria seca no volume de 50 L ha⁻¹ em comparação com 200 L ha⁻¹. Ao contrário do observado para ATZ, em que a aplicação de 50 L ha⁻¹ proporcionou menor acúmulo de matéria seca do que a aplicação com 200 L ha⁻¹ (Tabela 6).

Na Tabela 7 estão apresentados os desdobramentos do efeito da adição de óleo mineral para cada herbicida. Observa-se que a adição de óleo a calda não resultou em diferença significativa para o acúmulo de matéria seca em aplicações com volume de calda de 200 L ha⁻¹. Já para o volume de 50 L ha⁻¹, a adição de óleo mineral proporcionou o menor valor para a mistura GLY+ATZ, em comparação com a aplicação sem óleo.

Tabela 7 - Valores médios de matéria seca de parte aérea do milho (g por vaso) para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TST)	36,6 a	34,4 a	35,8 a	36,2 a
Glyphosate (GLY)	34,1 a	37,2 a	34,0 a	30,9 a
Atrazine (ATZ)	33,7 a	32,4 a	32,7 a	36,6 a
GLY + ATZ	31,9 b	36,6 a	34,1 a	37,9 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Os resultados apresentados na Tabela 8 detalham o efeito dos herbicidas na altura das plantas de milho em cada volume de calda, com e sem adição de óleo mineral. As aplicações com os volumes de calda de 200 L ha⁻¹ não apresentaram efeito significativo entre os diferentes herbicidas, independente da adição de óleo mineral.

Tabela 8 - Valores médios de altura de plantas de milho (cm) para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TST)	27,7 Aa	27,8 Aa	26,3 Aa	26,3 Aa
Glyphosate (GLY)	29,0 Aa	27,6 Aa	27,8 Aa	27,3 Aa
Atrazine (ATZ)	24,3 Ba	25,8 Aa	26,3 Aa	27,3 Aa
GLY + ATZ	26,2 ABa	28,5 Aa	27,3 Aa	27,7 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Quando se observam os dados resultantes da aplicação do volume de calda de 50 L ha⁻¹ sem adição de óleo mineral, não há diferença significativa entre os herbicidas. Todavia, ao adicionar óleo mineral à calda para aplicação de 50 L ha⁻¹, o

herbicida ATZ apresentou a menor altura de planta, entretanto não diferiu significativamente da mistura de GLY+ATZ, que não diferiu dos demais tratamentos.

Não foi detectado efeito significativo do volume de calda para cada herbicida, independente da adição de óleo mineral.

Também, não foram observados efeitos significativos da adição de óleo mineral para cada herbicida, em ambos os volumes de calda para a variável altura de plantas de milho, conforme desdobramento apresentado na tabela 9.

Tabela 9 - Valores médios de altura de plantas de milho (cm) para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TST)	27,7 a	26,3 a	27,8 a	26,3 a
Glyphosate (GLY)	29,0 a	27,8 a	27,6 a	27,3 a
Atrazine (ATZ)	24,3 a	26,3 a	25,8 a	27,3 a
GLY + ATZ	26,2 a	27,3 a	28,5 a	27,7 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

4.3 Controle de corda-de-viola

A análise de variância apresentou efeito significativo para todos os fatores isolados (herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral) e para as interações duplas e tripla entre os fatores para a variável controle de corda-de-viola aos 7 dias após a aplicação (7 DAA).

Na Tabela 10 estão apresentados os desdobramentos do efeito dos herbicidas em cada volume de calda, com e sem óleo mineral, para o controle de corda-de-viola aos 7 DAA. Observa-se que a mistura GLY+ATZ proporcionou as maiores médias de controle, diferindo significativamente dos demais herbicidas, e da TEST sem nenhum controle, independente do volume de calda aplicado e da adição de óleo mineral.

Ao comparar o efeito dos volumes de calda para cada herbicida, é possível observar que o herbicida ATZ e a mistura GLY+ATZ proporcionaram maior controle de corda-de-viola aos 7DAA quando aplicados no volume de calda de 200 L ha⁻¹ em comparação com 50 L ha⁻¹, independente da adição de óleo mineral (Tabela 10). Já

com o GLY e a TEST não houve efeito significativo do volume de calda no controle aos 7 DAA.

Tabela 10 - Valores médios de controle de corda-de-viola aos 7 dias após a aplicação para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	0,0 Da	0,0 Da	0,0 Ca	0,0 Ca
Glyphosate (GLY)	39,6 Ca	38,8 Ca	39,6 Ba	40,4 Ba
Atrazine (ATZ)	51,3 Bb	69,2 Ba	39,6 Bb	47,1 Ba
GLY + ATZ	76,3 Ab	83,3 Aa	47,9 Ab	80,8 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Ao comparar o fator adição de óleo mineral para cada herbicida (Tabela 11), observa-se que a adição de óleo a calda de aplicação do herbicida ATZ, resultou em um controle superior em 22,8% e 31,9%, em comparação com o ATZ aplicado sem óleo, respectivamente, aos volumes de 50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹. Da mesma forma, no volume de 50 L ha⁻¹, a adição de óleo à mistura GLY+ATZ, proporcionou um controle 37,2% maior do que quando aplicada a mistura sem óleo. Por outro lado, em aplicações da mistura GLY+ATZ, no volume de 200 L ha⁻¹, a adição de óleo mineral à calda não influenciou no controle.

Tabela 11 - Valores médios de controle de corda-de-viola aos 7 dias após a aplicação para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Glyphosate (GLY)	39,6 a	39,6 a	38,8 a	40,4 a
Atrazine (ATZ)	51,3 a	39,6 b	69,2 a	47,1 b
GLY + ATZ	76,3 a	47,9 b	83,3 a	80,8 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A figura 3 ilustra os sintomas visuais do controle de corda-de-viola, observados 7 dias após a aplicação dos herbicidas em combinações de volumes de calda e adição de óleo mineral. Observa-se que a mistura de GLY+ATZ provocou os maiores sintomas de intoxicação da corda-de-viola aos 7 DAA.

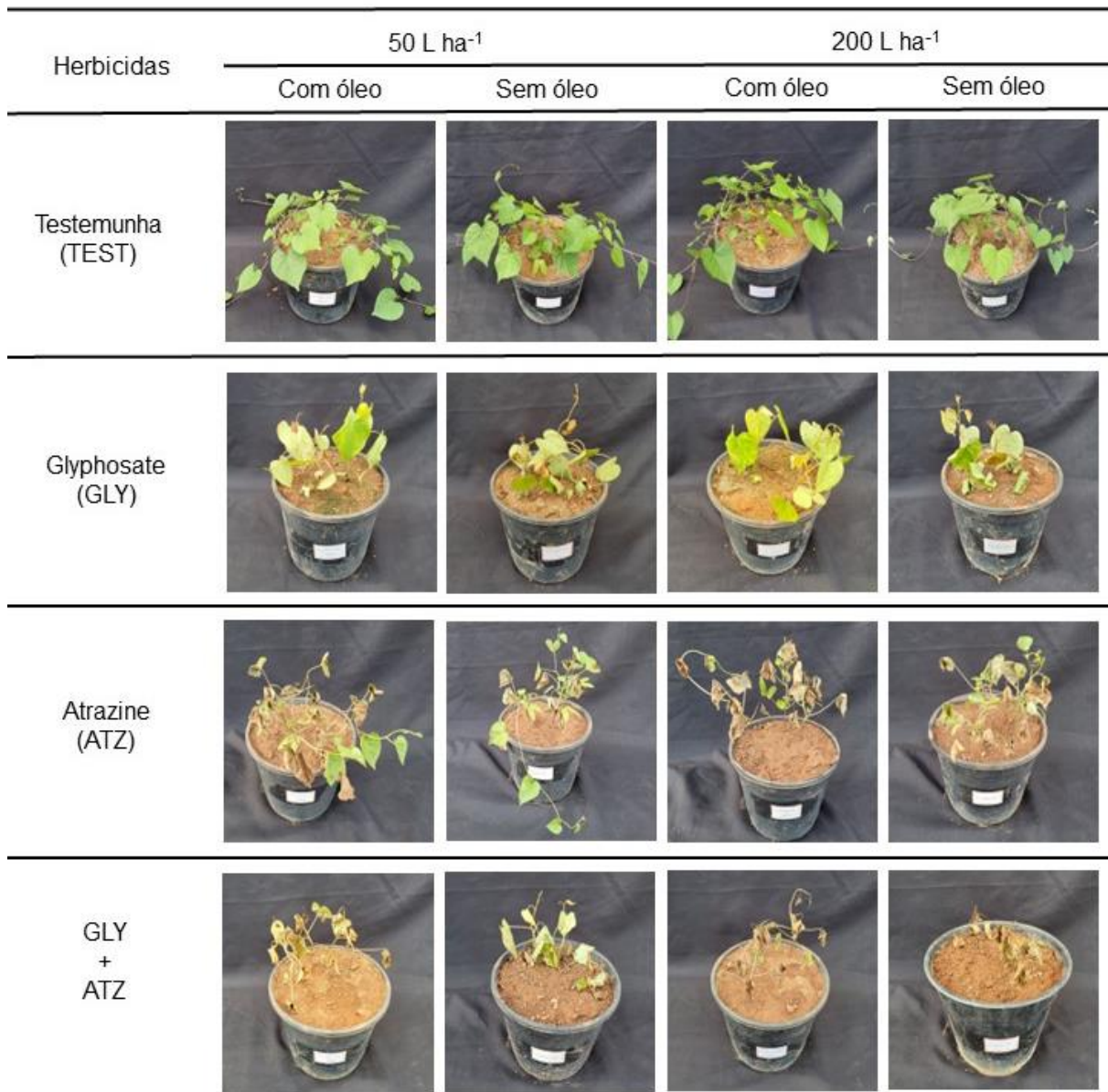


Figura 3 – Sintomas visuais de controle de corda-de-viola aos 7 dias após a aplicação dos herbicidas glyphosate, atrazine, glyphosate+atrazine e testemunha (água), em função dos volumes de calda e da adição de óleo mineral.

Para o controle de corda-de-viola aos 14 DAA, houve efeito significativo para os fatores isolados herbicidas, volume de calda e adição de óleo, para as interações duplas (herbicidas x volume de calda, herbicidas x óleo mineral, volume de calda x óleo mineral), não havendo significância apenas para a interação tripla (herbicidas x volume de calda x óleo mineral).

Os valores médios de controle de corda-de-viola aos 14 DAA estão apresentados nas Tabelas 12 e 13. Houve efeito significativo dos herbicidas em cada volume de calda, com e sem óleo mineral (Tabela 12).

Em aplicações com 50 L ha⁻¹ de volume de calda com a adição de óleo mineral, os herbicidas GLY, ATZ e GLY+ATZ diferiram significativamente apenas da TEST, sem controle. Por outro lado, nas aplicações sem óleo, a mistura GLY+ATZ e o GLY isolado promoveram o melhor controle, diferindo do ATZ e da testemunha, respectivamente, com menores valores.

Para o volume de 200 L ha⁻¹, com óleo mineral, tanto a mistura de GLY e ATZ quanto o herbicida ATZ proporcionaram os maiores valores de controle aos 14 DAA. No entanto, quando aplicados sem óleo mineral, a mistura GLY+ATZ e o GLY, foram os tratamentos que resultaram no melhor controle.

O efeito significativo dos volumes de calda, é observado apenas para o herbicida ATZ. Quando aplicado no volume de 200 L ha⁻¹, o ATZ proporcionou maior controle de corda-de-viola aos 14 DAA em comparação com 50 L ha⁻¹, independentemente da adição de óleo mineral (Tabela 12).

Tabela 12 - Valores médios de controle de corda-de-viola aos 14 dias após a aplicação para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	0,0 Ba	0,0 Ca	0,0 Ca	0,0 Ca
Glyphosate (GLY)	96,3 Aa	92,5 Ba	97,5 Aa	98,3 Aa
Atrazine (ATZ)	94,6 Ab	99,6 Aa	74,2 Bb	87,1 Ba
GLY + ATZ	98,8 Aa	100,0 Aa	97,5 Aa	100,0 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Tabela 13 - Valores médios de controle de corda-de-viola aos 14 dias após a aplicação para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Glyphosate (GLY)	96,3 a	97,5 a	92,5 b	98,3 a
Atrazine (ATZ)	94,6 a	74,2 b	99,6 a	87,1 b
GLY + ATZ	98,8 a	97,5 a	100,0 a	100,0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Quando se compara o fator adição de óleo mineral para cada herbicida, observa-se efeito significativo para os herbicidas ATZ e GLY quando aplicados isoladamente. A adição de óleo mineral à calda de aplicação do ATZ proporcionou maior controle da corda-de-viola aos 14 DAA, independente do volume utilizado. Para

o GLY, quando aplicado no volume de calda de 200 L ha⁻¹ com óleo mineral, o controle foi menor em comparação com a aplicação sem óleo mineral (Tabela 13).

A figura 4 ilustra os sintomas visuais do controle de corda-de-viola, observados 14 dias após a aplicação dos herbicidas e combinações de volumes de calda e adição de óleo mineral.

















Herbicidas	Volume de calda			
	50 L ha ⁻¹		200 L ha ⁻¹	
	Adição de óleo mineral			
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha				
Glyphosate				
Atrazine				
Glyphosate + Atrazine				

Figura 4 – Sintomas visuais de controle de corda-de-viola aos 14 dias após a aplicação dos herbicidas glyphosate, atrazine, glyphosate+atrazine e testemunha (água), em função dos volumes de calda e da adição de óleo mineral.

Para a variável controle de corda-de-viola aos 21 DAA a análise de variância apresentou efeito significativo apenas os fatores isolados herbicidas e óleo mineral e para a interação dupla herbicidas x óleo mineral.

A Tabela 14 apresenta o detalhamento do efeito dos herbicidas em cada volume de calda, com e sem óleo mineral, para a análise de controle de corda-de-viola aos 21 DAA. Observa-se que não houve diferença significativa entre os herbicidas GLY, ATZ e a mistura de GLY+ATZ, com adição de óleo mineral, independentemente do volume de calda aplicado. Já em aplicações sem óleo mineral, a mistura de GLY+ATZ e o GLY proporcionaram maior controle, enquanto os menores valores foram obtidos com o ATZ, seguido pela TEST, sem controle.

Tabela 14 - Valores médios de controle de corda-de-viola aos 21 dias após a aplicação para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	0,0Ba	0,0 Ba	0,0 Ca	0,0 Ca
Glyphosate (GLY)	97,8 Aa	97,8 Aa	100,0Aa	100,0Aa
Atrazine (ATZ)	100,0Aa	100,0Aa	60,5 Bb	78,2 Ba
GLY + ATZ	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Analisando o efeito dos volumes de calda para cada herbicida, constata-se que não houve diferença significativa entre os volumes de calda quando se utilizou óleo mineral para a aplicação. Todavia, em aplicações sem a adição de óleo mineral, o herbicida ATZ, aplicado no volume de calda de 200 L ha⁻¹, proporcionou maior controle de corda-de-viola aos 21 DAA, em comparação com 50 L ha⁻¹, (Tabela 14).

Estão apresentados na Tabela 15, os desdobramentos do efeito da adição de óleo mineral para cada herbicidas nos volumes de calda de 50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹.

Tabela 15 - Valores médios de controle de corda-de-viola aos 21 dias após a aplicação para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Glyphosate (GLY)	97,8 a	100,0 a	97,8 a	100,0 a
Atrazine (ATZ)	100,0 a	60,5 b	100,0 a	78,2 b
GLY + ATZ	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

É possível constatar que a adição de óleo mineral para a calda de aplicação do herbicida GLY e da mistura GLY+ATZ, não apresentou efeito significativo sobre o

controle de corda-de-viola aos 21 DAA. Por outro lado, para o herbicida ATZ, a adição de óleo mineral à calda de aplicação, proporcionou controle superior em 39,5% e 21,8%, respectivamente, para os volumes de calda de 50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹, quando comparado com o ATZ aplicado sem a adição de óleo mineral (Tabela 15).

A figura 5 ilustra os sintomas visuais do controle de corda-de-viola, observados 21 dias após a aplicação dos herbicidas e combinações de volumes de calda e adição de óleo mineral. Podemos observar que a aplicação de GLY e GLY+ATZ foi eficaz no controle da corda-de-viola aos 21 DAA, independentemente do volume de calda e da adição de óleo mineral. Já para o herbicida atrazine, quando aplicado sem óleo mineral, as plantas de corda-de-viola estavam rebrotando.

















Herbicidas	Volume de calda			
	50 L ha ⁻¹		200 L ha ⁻¹	
	Adição de óleo mineral			
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha				
Glyphosate				
Atrazine				
Glyphosate + Atrazine				

Figura 5 – Sintomas visuais de controle de corda-de-viola aos 14 dias após a aplicação dos herbicidas glyphosate, atrazine, glyphosate+atrazine e testemunha (água), em função dos volumes de calda e da adição de óleo mineral.

Para as variáveis área foliar e matéria seca de corda-de-viola somente o fator herbicida isolado apresentou efeito significativo na análise de variância.

Os desdobramentos do efeito dos herbicidas em cada volume de calda, com e sem a adição de óleo mineral para a variável área foliar de corda-de-viola, estão apresentados na Tabela 16. Nota-se que independente do volume de calda e da utilização de óleo mineral, apenas a TEST diferiu significativamente dos demais herbicidas, em razão da grande área foliar.

Da mesma forma, não houve efeito significativo ao comparar os resultados de aplicações dos volumes de calda de 50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹ para cada herbicida, com e sem a adição de óleo mineral.

Tabela 16 - Valores médios de área foliar de corda-de-viola para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	1405,4Aa	1367,6Aa	1528,7Aa	1528,6Aa
Glyphosate (GLY)	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba
Atrazine (ATZ)	0,0 Ba	0,0 Ba	24,2 Ba	8,2 Ba
GLY + ATZ	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Analisando o efeito da adição de óleo mineral para cada herbicida, nos volumes de calda de 50 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹, também não se observou efeito significativo para a variável área foliar ao comparar os resultados de aplicações dos herbicidas GLY, ATZ e GLY+ATZ, com e sem óleo mineral, independente do volume. Apenas para a TEST, no volume de calda de 200 L ha⁻¹, a adição de óleo na aplicação resultou em menor área foliar, quando comparada com a aplicação sem óleo mineral (Tabela 17).

Tabela 17 - Valores médios de área foliar de corda-de-viola para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)	1405,4 a	1528,6 a	1367,6 b	1528,6 a
Glyphosate (GLY)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Atrazine (ATZ)	0,0 a	24,2 a	0,0 a	8,2 a
GLY + ATZ	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Os dados de matéria seca de corda-de-viola, estão desdobrados nas Tabelas 18 e 19. Ao comparar o efeito dos herbicidas dentro de cada volume de calda, nota-se diferença significativa da TEST, apresentando o maior peso de matéria seca de parte aérea de corda-de-viola, em comparação com os herbicidas GLY, ATZ e a mistura de GLY+ATZ, independente a adição de óleo mineral. Os volumes de calda, também não proporcionaram efeito significativo dentro de cada herbicida (Tabela 18).

Tabela 18 - Valores médios de matéria seca de parte aérea de corda-de-viola (g por vaso) para as respectivas combinações de herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral.

Herbicidas	Com óleo		Sem óleo	
	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)	50 (L ha ⁻¹)	200 (L ha ⁻¹)
Testemunha (TEST)	11,3 Aa	11,0 Aa	12,5 Aa	12,1 Aa
Glyphosate (GLY)	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba
Atrazine (ATZ)	0,0 Ba	0,0 Ba	0,3 Ba	0,1 Ba
GLY + ATZ	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Ao comparar o efeito da adição de óleo mineral para cada herbicida (Tabela 19), não foi observado efeito significativo da adição de óleo mineral para a variável matéria seca de corda-de-viola, independentemente dos volumes de calda.

Tabela 19 - Valores médios de matéria seca de parte aérea de corda-de-viola (g por vaso) para as respectivas combinações de herbicidas, adição de óleo mineral e volume de calda.

Herbicidas	50 (L ha ⁻¹)		200 (L ha ⁻¹)	
	Com óleo	Sem óleo	Com óleo	Sem óleo
Testemunha (TEST)	11,3 a	12,5 a	11,0 a	12,1 a
Glyphosate (GLY)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Atrazine (ATZ)	0,0 a	0,3 a	0,0 a	0,1 a
GLY + ATZ	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

5. DISCUSSÃO

5.1 Percentual de cobertura e densidade de gotas (gotas cm⁻²)

De acordo a análise de variância, observa-se que as variáveis percentuais de cobertura e densidade de gotas, apresentaram diferenças significativas nas fontes de variação herbicidas, volume de calda e adição de óleo mineral, indicando diferenças de desempenho dentro de cada nível para os referidos fatores. Bem como, efeito de um dos fatores em relação à combinação dos níveis dos outros fatores denotados pelas interações duplas (herbicidas x óleo mineral e herbicidas x volume de calda) e pela interação tripla (herbicidas x volume de calda x óleo mineral), indicando que interpretações de determinado tratamento devem levar em conta o efeito de outros tratamentos (KUEHL, 1994).

O volume de calda de 200 L ha⁻¹ proporcionou maior porcentagem de cobertura e densidade de gotas para todos os herbicidas em relação à aplicação com 50 L ha⁻¹, independentemente da adição do óleo mineral (Tabelas 3 e 5), fato este que já era esperado, haja vista que a variação foi alcançada por meio da alteração da velocidade de trabalho, mantendo-se o espectro de gotas, uma vez que a pressão de trabalho e a ponta de pulverização foram mantidas.

Segundo Almeida et al. (2016), a cobertura do alvo é influenciada diretamente pelo volume de calda aplicado, de maneira que a redução do volume proporciona uma menor cobertura. Ao estudar a eficiência da aplicação com dois volumes de calda, os autores observaram que o volume aplicado de 200 L ha⁻¹ proporcionou maior porcentagem de cobertura do alvo, em comparação com o volume de 100 L ha⁻¹, para todas as classes de gotas estudadas (fina, extremamente grossa e ultra grossa).

Desdobrando o fator adição de óleo mineral, observa-se que a mistura de GLY+ATZ proporcionou maior área de cobertura, nas aplicações de 200 L ha⁻¹, independente da adição de óleo. Já em estudo realizado por Maciel et al. (2011), o uso de adjuvantes na calda de pulverização da mistura de glyphosate com carfentrazone-ethyl resultou nos maiores valores de densidade de gotas e área e cobertura.

Da mesma forma, o herbicida glyphosate, quando aplicado sem óleo mineral, apresentou maior percentual de cobertura, do que em aplicações com adição de óleo

mineral, embora sem diferença significativa. Possivelmente, os adjuvantes contidos na formulação do glyphosate são suficientes para proporcionarem maior cobertura, até mesmo em aplicações de glyphosate em mistura com atrazine.

O uso de óleo mineral à calda de pulverização do atrazine e da testemunha contendo apenas água, proporcionou maior percentual de cobertura do que aplicação sem a adição de óleo mineral. Os óleos minerais possibilitam a formação de gotas de maior diâmetro, reduzindo a deriva e a evaporação das mesmas, resultando em aumento na deposição da calda no alvo (QUEIROZ, MARTINS e CUNHA, 2008; OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Para o volume de pulverização de 50 L ha⁻¹, a adição de óleo mineral a calda não apresentou diferenças significativas de cobertura e densidade de gotas, em contraste com aplicações sem óleo mineral. Nesse caso, pode se dizer que os adjuvantes presentes nas formulações dos herbicidas, são suficientes para baixos volumes de aplicação, uma vez que a proporção da adição foi a mesma para os dois volumes de calda avaliados.

5.2 Intoxicação de plantas de milho

Não foram observados sintomas de intoxicação nas plantas milho em nenhuma das avaliações (7, 14 e 21 DAA), demonstrando que a adição de óleo mineral à calda contendo herbicidas não causa danos à cultura do milho.

Este resultado foi semelhante ao encontrado por Silva et al. (2020b), que ao aplicar a mistura de glyphosate + atrazine + óleo em pós-emergência, encontraram baixos níveis de fitotoxicidade (4,25%) em milho resistente ao glyphosate aos 7 DAA, e aos 21 DAA, as plantas já haviam se recuperado. Da mesma maneira, encontra similaridade no estudo realizado por Basso et al. (2018), que ao avaliarem a seletividade da mistura de glyphosate + atrazine + simazine + óleo mineral em milho resistente ao glyphosate, observaram injurias inferiores a 4% até os 14 DAA, e após os 21 DAA, os danos sobre as plantas de milho desapareceram por completo.

A mistura de herbicidas é uma prática que vem sendo cada vez mais utilizada, visando aumentar a eficácia do controle das plantas daninhas, principalmente, resistentes e tolerantes ao glyphosate. No entanto, essa prática deve ser realizada com cautela, na medida que as combinações herbicidas podem provocar incompatibilidades físicas e químicas, que resultam em problemas relacionados a

aplicação, redução da eficácia de controle e intoxicação da cultura (DAMO, MENDES e FREITAS, 2020).

Conforme pesquisa realizada por Basso et al. (2018), em que o uso de glyphosate + 2,4-D, em mistura de tanque, ocasionou maior fitotoxicidade ao milho, que foi de 13% a 34%, dos 7 até os 28 dias após a aplicação dos tratamentos, e resultou no menor nível de controle de *Urochloa plantaginea* e *Digitaria ciliares* em pré-colheita abaixo de 50%.

Os valores de massa seca do milho, confirmam os resultados obtidos das avaliações visuais, ou seja, a presença de óleo mineral na calda de pulverização não proporcionou diferenças significativas de massa seca de parte aérea de milho entre os tratamentos herbicidas. Diferente de resultados encontrados por Maciel et al. (2009) em soja RR, em que associação de óleo mineral a mistura de glyphosate + chlorimuron-ethyl proporcionou aumento significativo dos sintomas de intoxicação visual nas cultivares testadas. E por Costa et al. (2013), em que a adição de óleo mineral à calda de aplicação mesotrione reduziu a tolerância da mandioca 'Casuda' ao herbicida. Isso ocorre porque o óleo mineral aumenta a penetração cuticular e a absorção do ingrediente ativo pela planta.

Ao comparar os valores de massa seca resultantes das aplicações com e sem óleo mineral, para o volume de aplicação de 50 L ha⁻¹, a mistura de glyphosate + atrazine + óleo mineral, resultou em menor peso de massa seca do milho, em comparação com o resultado obtido da mistura glyphosate + atrazine sem óleo mineral. Embora não tenham sido visualizados sintomas de intoxicação, possivelmente, a presença de óleo mineral aumentou a absorção dos herbicidas e o gasto energético para metabolização desses herbicidas, refletindo no acúmulo de matéria seca (REZENDE et al., 2020).

Para os dados referentes a altura do milho, os tratamentos não apresentaram diferença significativa, corroborando com os resultados obtidos das avaliações visuais.

5.3 Controle de corda-de-viola

Aos 7 DAA, o controle apresentou interação significativa para todos os fatores. Nota-se que os melhores resultados de controle foram obtidos quando se utilizou os herbicidas glyphosate e atrazine em mistura. A eficácia de misturas de herbicidas

pode ser observada em diversos estudos realizados, como por exemplo, o trabalho de Agostinetto et al. (2016), onde a mistura de glyphosate + carfentrazone-ethyl proporcionou controle mais eficaz e mais rápido de *Ipomoea hederifolia*. E, Rocha et al. (2021), em que a utilização das misturas glyphosate + lactofen e glyphosate + flumioxazin apresentaram os melhores resultados de controle de *Ipomoea grandifolia* aos 7 DAA.

Os tratamentos aplicados em volume de 200 L ha⁻¹ apresentaram controle superior ao volume de 50 L ha⁻¹, para o herbicida atrazine e para mistura de glyphosate + atrazine, com e sem a adição óleo mineral. Sendo o atrazine um herbicida, com pouca mobilidade na planta, quando aplicado em pós-emergência, faz-se necessário elevada cobertura, e ainda, adição de adjuvantes, para o controle eficiente das plantas daninhas (SILVA e SILVA, 2007). Maiores coberturas, normalmente, são obtidas com elevados volume de aplicação. Da mesma forma, aplicações de atrazine sem óleo mineral, proporcionaram menores valores de controle aos 7DAA.

O herbicida glyphosate, proporcionou o menor índice de controle aos 7DAA, e não apresentou influência pelos fatores volume de aplicação e adição óleo mineral. Resultado característico do herbicida, uma vez que já possui adjuvantes em sua formulação, dispensado o uso de outros adjuvantes comerciais. Além disso, é um produto sistêmico, não necessita de grandes volumes para o controle eficiente, e, em razão do seu modo de ação os sintomas se desenvolvem lentamente, podendo levar dias ou semanas para a morte de plantas suscetíveis (RODRIGUES e ALMEIRA, 2005; OLIVEIRA JUNIOR, 2011, ALVARENGA et al., 2018; FREITAS et al., 2022; VAZ, 2022).

Aos 14 DAA, todos os herbicidas apresentaram controle superior a 80%, exceto o atrazine para aplicações sem óleo mineral em volume de calda de 50 L ha⁻¹. O atrazine quando usado em pós-emergência tem apresentado ótima eficiência de controle de plantas daninhas, principalmente eudicotiledôneas, desde que aplicado com óleo mineral para aumentar a penetração foliar (PACHECO, 2018).

A aplicação dos herbicidas em mistura de tanque resultou em 100% de controle aos 21 DAA, em todas as combinações. Nesse caso, pode-se dizer a combinação de glyphosate+atrazine é eficiente para o controle de corda-de-viola. A mistura de herbicidas, pode ser considerada uma importante estratégia no manejo preventivo e no controle de plantas daninhas tolerantes e resistentes, principalmente,

quando se utilizam herbicidas de diferentes mecanismos de ação (BONFLEUR et al., 2015; AGOSTINETO et al., 2016; SILVA et al., 2020b).

A aplicação de glyphosate mostrou-se eficaz para o controle da corda-de-viola aos 21 DAA, pois a aplicação foi realizada em pós-emergência inicial, quando as plantas apresentavam em média 4 folhas. Sabe-se que algumas espécies de corda-de-viola são tolerantes ao glyphosate, e que este deve ser utilizado em pós-emergência inicial, pois os níveis de controle tendem a reduzir em plantas em avançado estágio de desenvolvimento (AGOSTINETO et al., 2016; ROCHA et al., 2021).

A aplicação do atrazine sem o óleo mineral não foi eficiente para o controle da corda-de-viola, independente do volume de calda, o percentual de controle foi inferior aos 80%. É característica desse herbicida ter penetração limitada e mobilidade reduzida nas folhas das plantas quando utilizado em pós-emergência. Por essa razão, as bulas dos produtos comerciais à base de atrazine, geralmente, recomendam a aplicação com a adição de óleo mineral. A utilização de óleos minerais como adjuvantes, destaca-se por vencer as barreiras das plantas a penetração dos herbicidas, aumentando a absorção dos herbicidas, e proporcionando níveis superiores de controle das plantas daninhas (QUEIROZ, MARTINS e CUNHA, 2008).

Quando aplicado com a adição de óleo mineral, o atrazine resultou em 100% de controle da corda-de-viola, em ambos os volumes de calda (50 e 200 L ha⁻¹). Resultado que corrobora com estudo realizado por Vaz (2022), em que a aplicação de atrazine com óleo mineral proporcionou controle eficiente de corda-de-viola (*Ipomoea triloba*), em volumes de calda a partir de 35 L ha⁻¹.

Os dados de área foliar e massa seca confirmaram os resultados de controle obtidos aos 21 DAA. Todos os herbicidas diferiram significativamente da testemunha. No entanto, apenas o atrazine apresentou valores remanescentes de área foliar e matéria seca. Apesar da redução do acúmulo de matéria seca obtido em relação a testemunha, não se pode afirmar que a aplicação de atrazine sem óleo mineral foi eficiente para o controle de corda-de-viola, pois considerando que essa é uma espécie agressiva e de ciclo biológico longo, provavelmente as plantas irão se reestabelecer e competir com a cultura de interesse, e principalmente, dificultar as operações de colheita.

Algumas plantas daninhas, mesmo que em baixas populações, podem causar significativa redução na produtividade (BASSO et al., 2018). Como é o caso da corda-

de-viola, uma planta que rebrota facilmente e que pode acarretar sérios problemas durante a colheita. Seus ramos ainda verdes, se entrelaçam aos colmos de milho, bloqueando os cilindros das colhedoras, comprometendo a eficiência e o rendimento das colhedoras e promovendo perdas de produtividade. Além disso, reduzem a qualidade dos grãos, pois impedem a maturação uniforme e aumentam a quantidade de impurezas no produto colhido (SILVA et al., 2015; AGOSTINETO et al., 2016, BARRETO, 2019).

6. CONCLUSÕES

O volume de calda de 200 L ha⁻¹ proporciona maior cobertura e densidade de gotas, em relação ao volume de 50 L ha⁻¹ e a adição de óleo mineral à calda elevou a cobertura e densidade de gotas quando se aplicou o volume de calda de 200 L ha⁻¹.

A adição de óleo mineral à calda não provocou injúrias no milho.

Para o glyphosate aplicado de forma isolada ou em mistura com o atrazine não há necessidade de adicionar óleo mineral para o controle de plantas daninhas.

Para a aplicação de atrazine de forma isolada, faz-se necessário a adição de óleo mineral para o controle de corda-de-viola em pós-emergência.

Não houve diferença entre os volumes de calda de 50 e 200 L ha⁻¹ sobre o controle de corda-de-viola.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, T.; NADEEM, M. A.; TANVEER, A.; AHMAD, R. Identifying optimum herbicide mixtures to manage and avoid fenoxaprop-p-ethyl resistant *Phalaris minor* in wheat. **Planta Daninha**, v. 34, n. 4, p. 787-794, 2016.
- ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à *Brachiaria ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1226-1233, 2011.
- AGOSTINETO, M. C.; CARVALHO, L. B.; ANSOLIN, H. H.; ANDRADE, T. C. G. R.; SCHMIT, R. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de corda-de-viola. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.1, p.8-15, 2016.
- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Pelotas - RS: UFPel. 2014, 398p.
- ALAM - ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v.1, n.1, p.35-38, 1974.
- ALMEIDA, D. P.; AGOSTINI, A. R.; YAMAUCHI, A. K.; DECARO JUNIOR., S. T.; FERREIRA, M. C. Application volumes and sizes of droplets for the application of Diquat herbicide in the control of *Eichhornia crassipes*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 171-179, 2016.
- ALVARENGA, D. R.; TEIXEIRA, M. F. F.; FREITAS, F. C. L.; PAIVA, M. C. G.; CARVALHO, M. R. N.; GONÇALVES, V. A. Interações entre herbicidas no manejo o milho RR[®] voluntário. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.1, p. 122-134, 2018.
- ANDEF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. Campinas – SP: Línea Creativa, 2010, 52 p.
- ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. F. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.) **Fertilidade do solo**. 1. Ed. Viçosa, Sociedade Brasileira da Sociedade do Solo, 2007. p. 873-928.
- AZANIA, C. A. M.; HIRATA, A. C. S.; AZANIA, A. A. P. M. Biologia e manejo químico de corda-de-viola em cana-de-açúcar. **Boletim Técnico IAC**, Campinas – SP, n. 209, 2011. 12p.
- BARRETO, L. F. **Interferência de *Ipomoea grandifolia* na cultura do milho**. 2019. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, SP, 2019.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do Milho**. Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Tecnologia do Solo e das Culturas, Noções Básicas de Agricultura e Fundamentos de Agricultura Geral. Universidade de Évora - Escola de Ciência e Tecnologia - Departamento de Fitotecnia. 2014. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10174/10804>>.

BASSO, F. J. M.; GALON, L.; FORTE, C. T.; AGAZZI, L. R.; NONEMACHER, F.; PERIN, G. F. Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista Ciência Agroveterinária**, Lajes, v. 17, n. 2, p. 148-157, 2018.

BERVALD, C. M. P.; MENDES, C. R.; TIMM, F. C.; MORAES, D. M.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T. Desempenho fisiológico de sementes de soja de cultivares convencional e transgênica submetidas ao glifosato. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n 2, 2010.

BONFLEUR, E. J.; TORNISIELO, V. L.; REGINATO, J. B.; LAVORENTI, A. The effects of glyphosate and atrazine mixture on soil microbial population and subsequent impacts on their fate in a tropical soil. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 226, p.21, 2015.

BORDIN, E. R. **Avaliação ecotoxicológica de concentrações ambientais de atrazina e glifosato, isolados e em mistura, em diferentes organismos-teste**. 2021. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2021.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA JUNIOR, M. F. Biologia de Plantas Daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, p. 1-36, 2011.

BRODEUR, J. C.; SVARTZ, G.; PEREZ-COLL, C. S.; MARINO, D. J. G.; HERKOVITS, J. Comparative susceptibility to atrazine of three developmental stages of *Rhinella arenarum* and influence on metamorphosis: Non-monotonous acceleration of the time to climax and delayed tail resorption. **Aquatic Toxicology**, v. 91, p. 161-170, 2009.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v.10, safra 2022/23, n. 9 - nono levantamento, p. 77, junho 2023.

CONTIERO, R. L., BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. Tecnologia de Aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R., **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 401-449. Disponível em: <<https://doi.org/10.7476/9786586383010.0015>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

CORADIN, J.; BRAZ, G. B. P.; MACHADO, F. G.; SILVA, A. G.; SOUZA, J. V. A. Herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de milho voluntário e capim-amargoso. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 21, n. 3, p. 51-64, 2019.

COSTA, N. V.; PAVAN, G. C.; DOURADO, R. F.; COSTA, A. C. P. R.; VASCONCELOS, E. S. Seletividade de herbicidas aplicados com óleo mineral na cultura da mandioca 'Casuda'. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n. 3, p. 251-259. 2013.

COURSHEE, R. J. Some aspects of the application of insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 5, p 327-352, 1960.

DAMALAS, C. A. Herbicide tank mixtures: common interactions. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 6, n. 1, p. 209-212, 2004.

DAMO, L.; MENDES, K. F.; FREITAS, F. C. L. de. Mistura de herbicidas em tanque: o que saber?. **Boletim Informativo MIPD**, Viçosa, n. 8, 2020.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; PROCÓPIO, S. O.; DAN, L. G. M.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; BRAZ, G. B. P. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready®. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.8, n.3, p.96-101, 2009.

DONG, F.; MITCHELL, P.D.; DAVIS, V.M.; RECKER, R. Impact of atrazine prohibition on the sustainability of weed management in Wisconsin maize production. **Pest Management Science**, 73, p. 425–434, 2017.

DURIGAN, J. C. Efeito de adjuvantes na calda e do estágio de desenvolvimento das plantas, no controle do capim-colonião (*Panicum maximum*) com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 10, n. 1/2, p. 39–44, 1992.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT Countries by commodity**. 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 03 Mar. 2022.

FLECK, N.G.; VARGAS, L.; CUNHA, M.M.; ANDRES, A. Efeitos de parâmetros de aplicação na ação dessecante do herbicida sulfosate sobre plantas de arroz. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p. 139-149, 1999.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; SOUZA, W. M.; MORAES, H. M. F.; PAIVA, A. C. G. Desafios e avanços na tecnologia de aplicação de herbicidas. in: MENDES, K. F.; SILVA, A. A. (Org.). **Plantas daninhas, herbicidas**. 2ª ed. São Paulo - SP: Oficina de textos, p. 129-170, 2022.

GAINES, T. A.; PATTERSON, E. L.; NEVE, P. Molecular mechanisms of adaptive evolution revealed by global selection for glyphosate resistance. **New Phytologist**, v. 223, n. 4, p. 1770-1775. 2019.

GALON, L.; BAGNARA, M. A. M.; GABIATTI, R. L.; REICHERT JUNIOR., F. W.; BASSO, F. J. M.; NONEMACHER, F. Interference periods of weeds infesting maize crop. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 10, p. 197-205, 2018.

GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 193-201, 2013.

GALON, L.; GABIATTI, R. L.; AGAZZI, L. R.; RADUNZ, A. L.; BRANDLER, D.; BRUNETTO, E.; SILVA, A. M. L.; ASPIAZU, I.; PERIN, G, F. Competição entre híbridos de milho com plantas daninhas. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1-26, 2020. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.17648/sas.v2i1>>.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I.; PINTO, J. J. O. Avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) sobre a produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 414-421, 2010.

HAMMERTON, J. L. Environmental factors and suseptibility to herbicides. **Weeds**, v.15, p. 330-336, 1967.

HEAP - THE INTERNATIONAL SURVEY OF HERBICIDE RESISTANT WEEDS. **Herbicide Resistant Weeds in Brazil**. 2022. Disponível em: < <http://www.weedscience.com/Summary/Country.aspx>> Online. Acesso em: 30 Out. 2022.

IKEDA F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, p. 58-65, 2013.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011, p. 3193-214.

JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; MIRANDA, G.V. Controle de *Digitaria horizontalis* pelos herbicidas glyphosate, sulfosate e glyphosate potássico submetidos a diferentes intervalos de chuva após a aplicação. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.279-285, 2001.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPS: Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n. 2, p. 139-146. 2000.

KUEHL, R.O. **Statistical principles of research design and analysis**. Belmont, California: Duxbury Press, 1994. 686 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

MACIEL, C. D. G.; AMSTALDEN, S. L.; RAIMONDI, M. A.; LIMA, G. R. G.; OLIVEIRA NETO, A. M.; ARTUZI, J. P. Seletividade de cultivares de soja RR® submetidos a

misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2009.

MACIEL, C. D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; FARIAS, A. Método alternativo de avaliação da absorção de atrazine por plantas de *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha** [online], v. 20, n. 3, p. 431-438, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582002000300014>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

MACIEL, C. D. G.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Eficiência e qualidade da aplicação de misturas em tanque com adjuvantes na dessecação de corda-de-viola. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.704-715, 2011.

MANÇANARES, L. B.; NETTO, A. G.; ANDRADE, J. F.; SILVA, L. J. F.; CARVALHO, S. J. P. de. Seletividade de tembotrione aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho safrinha. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 65-73. 2018.

MATTE, W. D.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; MACHADO, F. G.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; GUTIERREZ, F. de S. D.; SILVA, J. R. VAZ. da. Eficácia de [Atrazine + Mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.17, n.2, e587, 2018.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide Application Methods**. London: Longman, 1979. 334 p.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. (Org) **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Sanitária: Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998.

MELO, A. A. Implicações e vantagens no uso de adjuvantes. In: COSTA, L. L.; POLANCZYK, R. A. **Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, cap. 2, p. 24-37, 2019.

MELO, T. S.; MAKINO, P. A.; CECCON, G. Weed diversity in corn with different plant Arrangement patterns grown alone and Intercropped with palisade grass. **Planta Daninha** [online], v. 37, e019195957, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100103>>. Acesso em: 07 mar. 2022.

MENDONÇA, C. G. de; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. de. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola** [online]. 2007, v. 27, pp. 16-23. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000200003>>. Acesso em: 02 dez. 2022.

MENDES, K. F.; SILVA, A. A.; MIELKE, K. C. Classificação, seletividade e mecanismos de ação de herbicidas. in: MENDES, K. F.; SILVA, A. A. (Org.). **Plantas daninhas, herbicidas**. 2ª ed. São Paulo - SP: Oficina de textos, p. 7-56, 2022.

MENDES, K. F.; SILVA, A. A. (Org.). **Plantas daninhas, herbicidas**. 2ª ed. São Paulo - SP: Oficina de textos, 2022, 156 p.

MESNAGE, R.; ANTONIOU, M. N. Fatos e falácias no debate sobre a toxicidade do glifosato. **Frente Saúde Pública**. v. 5, n. 316, p. 1-7. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00316>>. Acesso em: 07 mar. 2022.

MIRANDA, R. A.; DURÃES, F. O. M.; GARCIA, J. C.; PARENTONI, S.; SANTANA, D. P.; PURCINO, A. A. C.; ALVES, E. Supersafra de milho e o papel da tecnologia no aumento da produção. **Revista de Política Agrícola**, n. 2. P. 149-150, 2019.

MONQUERO, P.A. CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; DE PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**. v. 22, n. 3, pp. 445-451. 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000300015>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MOTA, L.M.; BROCHADO, M.G. S.; AGUIAR, A.C.M.; SILVA, S.M.X.; MATIAS, S.R.S.; FREITAS, F.C.L. Controle de *Urochloa brizantha* cv. Marandu por Glifosato e sua interação com a disponibilidade de luz. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.6, p. 130-139, 2021.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P.; VIEIRA, H. D. Controle de *Commilina benghalensis*, *C. erecta* e *Tripogandra diurética* na cultura do café. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 823-830, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, p. 348, 2011.

ORZARI, I.; MONQUERO, P. A.; REIS, F. C.; SABBAG, R. S.; HIRATA, A. C. S. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta Daninha** [online], v. 31, n. 1, pp. 53-61, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100006>>. Acesso em: 26 jun. 2023.

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

PAZUCH, D.; TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; BARANCELLI, M.V.J. BATISTEL, S.C.; PASINI, R. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Ipomoea*. **Ciência Rural**, v.45, n.2, p. 192-199, 2015.

PERRY, E. D.; CILIBERTO, F.; HENNESSY, D. A.; MOSCHINI, G. Genetically engineered crops and pesticide use in U.S. maize and soybeans. **Science Advances**, v. 2, n. 8, p. 1-8, 2016.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

PITELLI, R. A. O termo planta-daninha. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 622-623, 2015.

POLANCZYK, R. A.; COSTA, L. L. (ed). **Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias**. Jaboticabal: Funesp, 2019. Disponível em: https://sabri.com.br/content/wp-content/uploads/2019/08/E-book-Tecnologia_de_aplicacao_de_caldas_fitossanitarias.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

RANUM, P. PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1312, n. 1, p. 105-112, 2014. Disponível em:< <https://doi.org/10.1111/nyas.12396>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

REZENDE, A. L.; GALON, L.; BERENCHTEIN, B.; FORTE, C. T.; ROSSETTO, E. R. O.; BRUNETTO, L.; SILVA, A. M. L.; FAVRETTO, E. L. Associação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4. e. 742, p. 1-8. 2020.

REZENDE, W. S.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M.; FRANCO, C. J. F.; FERREIRA, M. V.; FERREIRA, A. S. Desenvolvimento e produtividade de grãos de milho submetidos a níveis de desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.3, p. 203-209, 2015.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.; V.H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

ROCHA, R. A. S.; SANTOS, D. de A. T.; BÚFALO, V. C. F.; SOARES, K. R.; COUTO, G. R. Sinergismo entre herbicidas no controle da corda-de-viola (*Ipomoea Grandifolia*) em pós-emergência. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021.

RODRIGUES, E. S.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 5 ed. Londrina, PR: Grafmarke, 2005. 591 p.

RODRIGUES, L. S.; TEIXEIRA, O. S.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; MACHADO, D. S.; PEREIRA, L. B.; ADAMS, S. M.; WEISE, M. S. Milho tolerante ao glifosato: interação entre herbicidas pós-emergentes e época de controle das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.18, n.2, p. 168-177, 2019

SALOMÃO, H. M.; TREZZI, M. M.; VIECELLI, M.; PAGNONCELLI JUNIOR, F. de B.; PATEL, F.; DAMO, L.; FRIZZON, G. Weed management with pre-emergent herbicides in soybean crops. **Communications in Plant Sciences**, v. 11, p. 60-66, 2021.

SANTOS, E. C. **Eficácia de óleos minerais aplicados como adjuvantes auxiliando na seletividade de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar**. 2015. 40 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, SP, 2015.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 30 p.

SILVA, A. A.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E. L. Sistema de Plantio Direto na Palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SILVA, A. F. M.; ALBRECHT, A. J. P.; GIOVANELLI, B. F.; GHIRARDELLO, G. A.; DAMIÃO, V. W.; ALBRECHT, L. P.; FILHO, R. V.; Seletividade de herbicidas isolados e em associações para milho RR2/LL^{®1}. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.1, p.60-66, 2017.

SILVA, H. J. T.; SANTOS, P. F. A.; NOGUEIRA JUNIOR, E. C.; VIAN, C. E. F. Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, n. 4, p. 142-159, 2020a.

SILVA, M. M. **Sensibilidade de genótipos de milho geneticamente modificados a herbicidas**. 2019. 80 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2019.

SILVA, M. R.; GALON, L. ROSSETTO, E. R. O.; FAVRETTO, E. L.; BRUNETTO, L.; GALLINA, A.; SILVA, A. M. L.; TONIN, R. J. Weed management in glyphosate-resistant maize. **Arquivos do Instituto Biológico**[online], v. 87, 1-9, e0862019, 2020b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1808-1657000862019>>. Acesso em: 02 mar. 2022.

SILVA, M. V. P. P.; SOUZA, F. C.; REIS, L. S.; PEREIRA, J. C.; Aplicação de herbicidas em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar para o controle de espécies da família Convolvulaceae. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 184-193. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2469>>. Acesso em: 30 Out. 2022.

SINGH, S.; KUMAR, V.; CHAUHAN, A.; DATTA, S.; WANI, A.; SINGH, N.; SINGH, J. Toxicity, degradation and analysis of the herbicide atrazine. **Environmental Chemistry Letters**, v. 16, n. 1, p.211-237, 2017.

SOUZA, A. E.; REIS, J. G. M.; RAYMUNDO, J. C.; PINTO, R. S. Estudo da produção de milho no Brasil: Regiões produtoras, exportação e perspectivas. **South American Development Society Journal**, v. 4, n. 11, p. 182-194, 2018.

SOUZA, M. F. **Dinâmica do atrazine no solo em aplicações isoladas e em misturas com formulações de glyphosate**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.

TIMOSSI, P. C.; FREITAS, T. T. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**,

Londrina, v.10, n.3, p.210-218, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.7824/rbh.v10i3.123>>. Acesso em: 01. Nov. 2022.

TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; KRUSE, N. D.; XAVIER, E.; PAZUCH, D.; PAGNONCELLI JUNIOR., F.; BATISTEL, S. C. Interactions of saflufenacil with other herbicides promoters of oxidative stress to control joyweed. **Planta Daninha**, v.34, p.319-326, 2016.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p.

VAZ, V. **Volume de calda e espectro de gotas na aplicação de herbicidas**. 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Agronomia, Viçosa, MG, 2022.

VIDAL, R. A.; PAGNONCELLI JUNIOR, F.; FIPKE, M. V.; QUEIROZ, A. R. S.; BITTENCOURT, H. V. H.; TREZZI, M. M. Fatores ambientais que afetam a eficácia de glifosato: síntese do conhecimento. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 24, p. 43-52. 2014.

WANDSCHEER, A. C. D.; RIZZARDI, M. A.; GAVIRAGHI, F. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, p. 129-141, 2014.

WESTWOOD, JH; CHARUDATTAN, R.; DUQUE, SO; FENNIMORE, SA; MARRONE, P.; SLAUGHTER, DC; SWANTON, C.; ZOLLINGER, R. Manejo de plantas daninhas em 2050: Perspectivas sobre o futuro da ciência de plantas daninhas. **Weed science**, Georgia, v.66, n.3, p.275-285, 2018.

WSSA. WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Herbicide Handbook. WSSA (Lawrence). Edição 10, 2014. 513p.