



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS ERECHIM**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**GISELE BIGOLIN**

**MANEJO QUÍMICO DE BUVA ANTES E APÓS INFESTAR A CULTURA DO  
MILHO COM TECNOLOGIA ENLIST™**

**ERECHIM**

**2023**

**GISELE BIGOLIN**

**MANEJO QUÍMICO DE BUVA ANTES E APÓS INFESTAR A CULTURA DO  
MILHO COM TECNOLOGIA ENLIST™**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – campus Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon.

**ERECHIM**

**2023**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Bigolin, Gisele

MANEJO QUÍMICO DE BUVA ANTES E APÓS INFESTAR A  
CULTURA DO MILHO COM TECNOLOGIA ENLIST™ / Gisele  
Bigolin. -- 2023.

31 f.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2023.

1. Trabalho de conclusão de curso. I. Galon, Leandro,  
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.  
Título.

**GISELE BIGOLIN**

**MANEJO QUÍMICO DE BUVA ANTES E APÓS INFESTAR A CULTURA DO  
MILHO COM TECNOLOGIA ENLIST™**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Leandro Galon

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 21/07/2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Sc. Leandro Galon (Orientador)  
UFFS – Erechim

---

Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta  
UFFS – Erechim

---

Prof. Dr. Sandra Maria Maziero  
UFFS - Erechim

Erechim/RS, Julho de 2023.

## MANEJO QUÍMICO DE BUVA ANTES E APÓS INFESTAR A CULTURA DO MILHO COM TECNOLOGIA ENLIST™

**RESUMO:** A *Conyza bonariensis*, popularmente conhecida como buva, quando não controlada ocasiona perdas quanti-qualitativas de grãos ao infestar o milho em função da competição por água, luz e nutrientes que ocorre entre planta daninha e cultura. Deste modo, objetivou-se com o trabalho avaliar a eficácia, a seletividade, o efeito do uso de herbicidas na fisiologia e nos componentes de rendimento de grãos do milho com tecnologia Enlist™. O experimento foi instalado a campo em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos utilizados no manejo antecipado foram: glyphosate, glyphosate + atrazine + óleo, 2,4 D, glyphosate + 2,4 D, saflufenacil, saflufenacil + glyphosate e mais uma testemunha infestada. Na dessecação antes da semeadura do milho utilizou-se o saflufenacil + diquat + óleo. E no estágio V3 do milho para limpeza em pós-emergência aplicou-se os herbicidas: glyphosate, atrazine + simazine, glyphosate + atrazine + simazine, mesotrione + atrazine, glyphosate + mesotrione + atrazine, atrazine + S-metolachlor, glyphosate + atrazine + S-metolachlor, atrazine + óleo, glyphosate + atrazine + óleo, 2,4D, dicamba, dicamba + glyphosate e mais duas testemunhas uma capinada e outra infestada. Avaliou-se o controle da buva aos 7, 14 e 21 dias após aplicação dos herbicidas no manejo antecipado, aos 7 dias após a dessecação na pré-semeadura do milho e aos 7, 14, 21, 28 após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência. A fitotoxicidade ao milho híbrido AG 9700 com tecnologia Enlist™ foi determinada aos 7, 14, 21, 28 em pós-emergência do milho. As variáveis fisiológicas do milho foram avaliadas aos 45 dias após a emergência do milho. Na colheita do milho determinou-se os componentes de rendimento de grãos, comprimento de espiga, número de fileiras, de grãos por espiga, massa de mil grãos e a produtividade dos grãos. O herbicida saflufenacil aplicado isolado e a mistura em tanque de saflufenacil + glyphosate proporcionam os melhores controles da buva quando usados no manejo antecipado antes da semeadura do milho. O uso na dessecação da buva de saflufenacil + diquat ocasionou controle satisfatório, principalmente quando no manejo antecipado ocorreu aplicação de saflufenacil ou de saflufenacil + glyphosate. A aplicação, em pós-emergência do milho (V3), de mesotrione + atrazine, glyphosate + mesotrione + atrazine e de atrazine + óleo ocasionam os melhores controles da buva infestante do milho com tecnologia Enlist™. Os herbicidas glyphosate, atrazine + simazine e atrazine + óleo demonstram a menor fitotoxicidade ao milho. A aplicação de mesotrione + atrazine e de dicamba na pós-emergência do milho ocasionam as melhores respostas fisiológicas da cultura. O uso de glyphosate + atrazine + S-metolachlor ocasiona os melhores efeitos para os componentes de rendimento de grãos do milho, inclusive foi o tratamento que demonstrou a maior produtividade de grãos.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, Tecnologia Enlist™, *Conyza bonariensis*.

## CHEMICAL MANAGEMENT OF HORSEWEED BEFORE AND AFTER INFESTATION OF CORN CROP WITH ENLIST™ TECHNOLOGY

**ABSTRACT:** *Conyza bonariensis*, commonly known as horseweed, causes quantitative and qualitative losses of grains when infesting corn due to competition for water, light, and nutrient between weed and crop. This study aimed to evaluate herbicides' effectiveness, selectivity, and effects on the physiology and grain yield components of maize with Enlist™ technology. The experiment was conducted in the field using a randomized block design with four replications. The treatments used in early management were glyphosate, glyphosate + atrazine + oil, 2,4 D, glyphosate + 2,4 D, saflufenacil, saflufenacil + glyphosate, and one infested control. Saflufenacil + diquat + oil was used for desiccation before corn sowing. For post-emergence cleaning at the V3 stage of corn, the following herbicides were applied: glyphosate, atrazine + simazine, glyphosate + atrazine + simazine, mesotrione + atrazine, glyphosate + mesotrione + atrazine, atrazine + Smetolachlor, glyphosate + atrazine + S-metolachlor, atrazine + oil, glyphosate + atrazine + oil, 2,4D, dicamba, dicamba + glyphosate, and two more controls, one weeded and the other infested. The control of horseweed was evaluated at 7, 14, and 21 days after herbicide application in early management, seven days after desiccation in maize pre-sowing, and 7, 14, 21, and 28 days after post-herbicide application. Phytotoxicity to hybrid AG 9700 maize with Enlist™ technology was determined at 7, 14, 21, and 28 days. Physiological variables of maize were evaluated 45 days after maize emergence. The components of grain yield, ear length, number of rows, grains per ear, mass of one thousand grains, and grain yield were determined in the maize harvest. The herbicide saflufenacil applied alone and the tank mix of saflufenacil + glyphosate provided the best horseweed controls when used in early management before sowing corn. Saflufenacil + diquat in horseweed desiccation resulted in satisfactory control, mainly when saflufenacil or saflufenacil + glyphosate was applied in early management. The post-emergence application of mesotrione + atrazine, glyphosate + mesotrione + atrazine, and atrazine + oil resulted in the best control of corn buffalo with Enlist™ technology. The herbicides glyphosate, atrazine + simazine, and atrazine + oil showed the lowest phytotoxicity to maize. The application of mesotrione + atrazine and dicamba in the post-emergence of maize caused the best physiological responses of the crop. The use of glyphosate + atrazine + S-metolachlor caused the best effects on the grain yield components of corn, including the treatment that showed the highest grain yield.

**Keywords:** *Zea mays*, Enlist™ Technology, *Conyza bonariensis*.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>25</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é cultivado como cereal de verão e destaca-se mundialmente na alimentação animal, humana ou mesmo para produção de etanol. Atualmente, a área média cultivada no Brasil com milho é de cerca de 21,58 milhões de hectares, produzindo aproximadamente 113,13 milhões de toneladas e com produtividade média de 5,24 t ha<sup>-1</sup>, concentrando-se na região Sudeste do país e no estado do Mato Grosso como maior produtor (CONAB, 2023).

A produtividade média de milho no Brasil é muito baixa, estando muito aquém das obtidas em lavouras que adotam elevados níveis tecnológicos ou mesmo em áreas de pesquisa. Dentre os fatores que interferem negativamente na produção do milho destacam-se os relacionados ao solo, clima, utilização de sementes sem atributos qualitativos, mas especialmente, a competição que as plantas daninhas ocasionam nas lavouras (CHIPOMHO et al., 2020).

As plantas daninhas competem com o milho por água, luz, nutrientes, além de serem hospedeiras de insetos e doenças, ou mesmo liberarem substâncias alelopáticas que ocasionam até 80% de perdas na produtividade se o manejo não for adequando ou mesmo interferem na qualidade dos grãos colhidos (GALON et al., 2020; ZANDVAKILI et al., 2020; CHU et al., 2022).

A porcentagem de perdas depende do grau de competição que está vinculado a espécie, a densidade de plantas daninhas, do híbrido, do período de convivência e das práticas de manejo utilizadas (CHU et al., 2022; FRANDOLOSO et al., 2019; ZANDVAKILI et al., 2020). Para o controle das plantas daninhas infestantes do milho destaca-se a utilização do método químico com o uso de herbicidas pela sua eficiência, praticidade e menor custo ao se comparar com outras formas de controle (CIRIMINNA et al., 2019, ZHOU et al., 2020).

Dentre as plantas daninhas que tem dificultado o manejo nas lavouras de milho brasileiras, destacam-se as espécies de buvas (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis*) que apresentam elevada competitividade com a cultura, infestam muitas lavouras em vários estados do Brasil, produzem grande número de sementes (KASPARY et al., 2017; PIASECKI et al., 2019) e podem reduzir em até 92% a produtividade de grãos quando não controladas adequadamente (FORD et al., 2014).

Essas espécies de buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis*) são resistentes aos herbicidas inibidores das enzimas, aceto lactato sintase (ALS), protoporfirinogenio oxidase (PROTOX), enol-piruvil shiquimato fosfato sintase (EPSPs), da

fotossíntese (Fotossistemas I e II) e aos mimetizadores de auxinas (HEAP, 2023) o que dificulta o seu controle com uso de produtos químicos (RIZZARDI et al., 2019).

Os propágulos possuem capítulos globosos, com pedúnculos florais, margeados por brácteas de coloração verde e os frutos do tipo aquênio, sendo uma característica vantajosa para a disseminação através do vento percorrendo longas distâncias, permitindo assim a infestação de novas áreas agrícolas com facilidade (ULZURRUN et al., 2020). Além disso, a capacidade de germinação em diferentes condições ambientais, também contribui para a disseminação eficaz dessas espécies (ULZURRUN et al., 2020).

Na busca por alternativas de controle de plantas daninhas por meio da transgenia foi desenvolvido híbridos de milho resistentes ao glyphosate, tecnologia RR<sup>®</sup> (Roundup Ready<sup>®</sup>), entretanto, algumas espécies desenvolveram resistência a este herbicida, incluindo a buva (*C. bonariensis*) devido à ausência de rotação nos mecanismos de ação, uso repetitivo do mesmo herbicida por muito tempo ou falta de rotação de culturas (WESTWOOD et al., 2018). Diante desse problema recentemente foi criada a tecnologia Enlist<sup>™</sup> para melhorar o controle de plantas daninhas consideradas de difícil controle, resistentes ou tolerantes ao glyphosate.

Desse modo tem-se a possibilidade de se aplicar os herbicidas: haloxyfop-methyl, 2,4-D colina, glyphosate e amônio-glufosinato em pré e ou pós-emergência do milho, proporcionando assim o manejo da buva e outras espécies com mecanismos de ação distintos, como inibidores de auxinas, da enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPs), glutamina sintetase (GS) e cetil-coenzima A carboxilase (ACCase) (ALBRECHT et al., 2021).

A seletividade do milho Enlist<sup>™</sup> aos herbicidas haloxyfop-p-methyl, 2,4 D colina, glyphosate e amônio-glyfosinato ocorre através de mecanismos fisiológicos desenvolvidos na planta para metabolizar estes compostos e expressar genes que lhe conferiram resistência (ISAAA, 2020).

O milho com tecnologia Enlist<sup>™</sup> possui gene (*aad-1*) responsável por degradar o herbicida 2,4 D em 2,4 DCP inibindo a atividade tóxica desse produto (WRIGHT et al., 2010; ISAAA, 2020). O gene *aad-1* também consegue catalisar a degradação do herbicida haloxyfop-p-metil transformando-o o grupo dos ariloxifenoxipropionatos (fops e props) a fenóis inativos (WRIGHT et al., 2010; ISAAA, 2020).

Essa tecnologia presente no milho, ainda apresenta resistência ao glyphosate, por meio do gene CP4 EPSPS que codifica enzima CP4 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfatossintase (CP4 EPSPS), e ao herbicida amônio-glufosinate sendo responsabilidade do gene PAT que elimina a atividade desse produto (WRIGHT et al., 2010; ISAAA, 2020).

A utilização de herbicidas nas culturas podem exercer efeitos diretos e indiretos no crescimento e desenvolvimento das plantas levando assim a alterações nos processos fisiológicos e metabólicos, desregulando os mecanismos de defesa, ocasionando intoxicações, oxidação celular, alterações na absorção de nutrientes, dentre outros (ALBRECHT et al., 2014; DREESEN et al., 2018).

A aplicação de herbicidas quando realizada de forma incorreta pode ocasionar efeitos negativos sobre os componentes de rendimentos de grãos das culturas, ou mesmo não demonstrar eficácia no controle das plantas daninhas e ainda causar impactos negativos nos agroecossistemas (SALOMÃO et al., 2020).

O manejo realizado no período da entressafra é fundamental para evitar a ocorrência de plantas daninhas tolerantes ou resistência a herbicidas. No manejo outonal, período entre a colheita e semeadura, é possível realizar aplicações de herbicidas com diferentes mecanismos de ação para alcançar um controle eficiente das plantas daninhas reduzindo a densidade de sementes provenientes do banco do solo e a pressão de infestação das espécies (HURLEY & FRISVOLD, 2016; FORTE et al., 2018; JHALA et al., 2021).

A hipótese testada foi que a aplicação de herbicidas antecipadamente em relação a semeadura do milho favorecendo a dessecação, a limpeza das lavouras infestadas por plantas daninhas, especificamente a buva, proporcionando assim maior crescimento e desenvolvimento e conseqüentemente maior produtividade de grãos da cultura.

Com isso, objetivou-se com o trabalho avaliar a eficácia, a seletividade, o efeito do uso de herbicidas na fisiologia e nos componentes de rendimento de grãos do milho com tecnologia Enlist™.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido a campo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim, sendo implantado em 30/10/2020, em delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições. Os tratamentos utilizados para manejo antecipado da buva estão descritos na Tabela 1, cada unidade experimental foi caracterizada por uma parcela com 35 m<sup>2</sup> (10 m de comprimento x 3,5 m de largura).

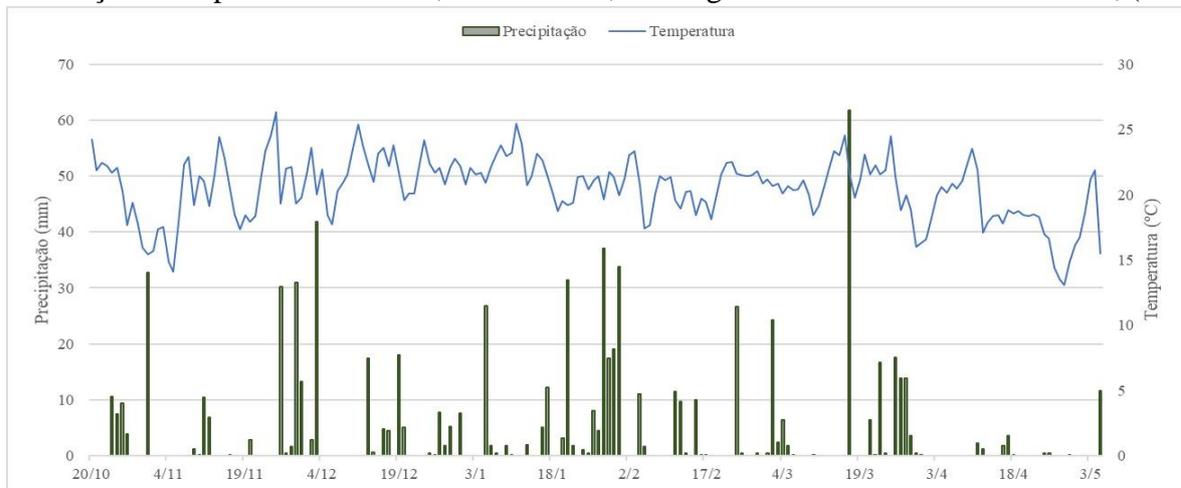
O clima predominante na região de acordo a classificação de Koppen é o Cfa, ou seja, clima temperado, com verão quente chuvas uniformemente distribuídas, e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C, com precipitação de 1.100 a 2.000 mm, geadas severas e frequentes, num período médio de ocorrência de dez a 25 dias anualmente (PEEL et al., 2007;

KÖPPEN, 1931). A precipitação, a temperatura média (°C) e o balanço hídrico ocorridos durante o período de condução dos experimentos podem ser observadas na Figura 1 e 2.

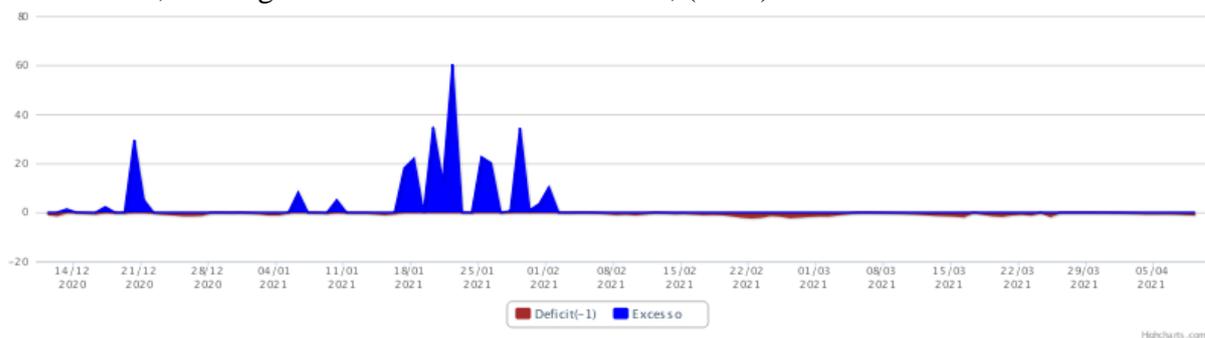
**Tabela 1.** Tratamentos utilizados como manejo antecipado, respectivas doses e época de aplicação para controle da buva (*Conyza bonariensis*), 30 dias antes da semeadura do híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21.

Tratamentos	Doses (g ha <sup>-1</sup> )	Doses (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Modalidade de aplicação
T1 - Testemunha infestada	---	---	---
T2 - Glyphosate	1440	3,00	Dessecação
T3 - Glyphosate + atrazine+óleo	1440 + 1440	3,00 + 3,00	Dessecação
T4 - 2,4-D	1209	1,50	Dessecação
T5 - 2,4-D + glyphosate	1209 + 1440	1,50 + 3,00	Dessecação
T6 - Saflufenacil	70	0,100	Dessecação
T7 - Saflufenacil + glyphosate	70 + 1440	0,100 + 3,00	Dessecação

**Figura 1.** Precipitação pluviométrica mensal (mm) e temperatura média no período de realização do experimento. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21. Fonte: INMET, (2023).



**Figura 2.** Balanço hídrico mensal (mm) no período de realização do experimento. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21. Fonte: INMET, (2023).



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Alumiférico Típico (STRECK et al., 2018), com as seguintes características químicas e físicas: pH em água de 5,5; MO = 3,3%; P= 4,2 mg dm<sup>-3</sup>; K= 163,2 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>= 0,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 6,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 2,9 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC(t)= 9,9 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC (pH=7,0) = 15,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al= 5,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; SB= 9,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; V= 51%; e Argila= 56%. A correção da fertilizada do solo foi efetuada de acordo com a análise físico-química e seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura do milho destinado a grãos (SBCS, 2016).

A área em que o experimento foi instalado, ficou em pousio durante o período de inverno, para que fosse possível ocorrer a germinação e a emergência de plantas de buva (*Conyza bonariensis*) possibilitando avaliação do efeito de controle nessa espécie daninha, nos tratamentos testados na referida pesquisa.

Aos 32 dias antes da semeadura do milho foram aplicados os tratamentos dispostos na Tabela 1 (30/10/2020), estando as plantas de buva com estatura média de 37 cm, sendo a menor com 20 e a maior com 54 cm, na densidade de 130 plantas m<sup>-2</sup>.

Para os tratamentos dispostos na Tabela 2 as unidades experimentais apresentaram dimensões de 5 x 3 m (15 m<sup>2</sup>) contendo 6 linhas de semeadura espaçadas a 0,5 m, sendo que a área útil foi representada pelas 4 linhas centrais, descartando-se as bordaduras laterais e frontais.

**Tabela 2.** Tratamentos utilizados na pós-emergência do milho estágio V3, respectivas doses e modalidade de aplicação para o controle da buva (*Conyza bonariensis*), 19 dias após a emergência do híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21.

Tratamentos	Doses (g/ha <sup>-1</sup> )	Doses (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Modalidade de aplicação
T01 - Testemunha infestada	---	---	---
T02 - Testemunha capinada	---	---	---
T03 - Glyphosate	1440	3,00	Pós-emergência
T04 - Atrazine+simazine	2000+2000	8,00	Pós-emergência
T05 - Glyphosate + atrazine+simazine	1440+2000+2000	3,00+8,00	Pós-emergência
T06- Mesotrione+atrazine	120+1200	2,4	Pós-emergência
T07- Glyphosate + mesotrione+atrazine	1440+120+1200	3,00+2,4	Pós-emergência
T08 - Atrazine+S-metolachlor	1665+1305	4,5	Pós-emergência
T09 - Glyphosate + atrazine+S-metolachlor	1440+1665+1305	3,00+4,5	Pós-emergência
T10 - Atrazine+óleo	2400	6,00	Pós-emergência
T11 - Glyphosate + atrazine+óleo	1440+2400	3,00+6,00	Pós-emergência
T12 - 2,4-D	1209	1,5	Pós-emergência
T13 -Dicamba	720	1,5	Pós-emergência
T14 - Glyphosate + dicamba	1440+720	3,00+1,5	Pós-emergência

O híbrido de milho usado foi com tecnologia Enlist™ (AG 9700), semeado em 02/12/2020 e emergido em 11/12/2020, na densidade de 4,0 sementes m<sup>-1</sup>, o que proporcionou uma população de 80.000 sementes ha<sup>-1</sup>. A adubação química no sulco de semeadura foi de 560 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-30-15 de N-P-K e a aplicação de nitrogênio (na forma de ureia) em cobertura foi realizada em dois momentos, no estádio V4 a V6 e V6 a V8 da cultura, na dose de 85 kg ha<sup>-1</sup> de N em cada estádio.

As aplicações dos herbicidas foram realizadas com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com quatro pontas de pulverização, do tipo leque DG110.02, mantendo-se pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento em 3,6 km h<sup>-1</sup> o que proporcionou uma vazão de 150 L ha<sup>-1</sup>.

As condições ambientais no momento da aplicação dos herbicidas nos experimentos implantados no ano de 2020 da cultura podem ser observadas na Tabela 3.

Sete dias antes da semeadura do milho, em 25/11/2020 foi aplicado em todo o experimento, menos nas testemunhas infestadas e capinadas, os herbicidas diquat + saflufenacil (600 + 70 g ha<sup>-1</sup>) + óleo mineral (0,5% v/v) com objetivo de se efetuar a dessecação que o produtor iria fazer antes de semear o milho, especialmente para o controle da buva escape do controle com os produtos utilizados no manejo antecipado (Tabela 1).

Essa dessecação serve ainda como uma possível recomendação a ser efetuada aos produtores, quando esses tem buva em estádio bem desenvolvimento em suas lavouras, onde se aplica primeiramente herbicidas com ação sistêmica (aplicados anteriormente) e em seguida o uso de produtos de efeito de contato (normalmente o mais próximo da semeadura).

Essa recomendação é feita para que o produtor tenha um melhor controle das plantas daninhas consideradas de difícil controle e em estádios bem desenvolvidos, como nesse estudo foi a buva resistente ao glyphosate.

**Tabela 3:** Condições ambientais no momento das aplicações dos herbicidas no manejo antecipado, dessecação antes da semeadura e pós-emergência do milho. UFFS, Campus Erechim, safra agrícola 2020/21.

Condições ambientais	Manejo antecipado (30/10/2020)	Dessecação (25/11/2020)	Aplicação em V3 (23/12/2020)
Temperatura do ar (°C)	26,7	33,8	33,1
Temperatura do solo (°C)	26,2	29,1	28,8
Umidade relativa do ar (%)	44,0	33,0	38,0
Velocidade do vento	6,0	5,0	1,0 a 3,0
Céu	100% limpo	100% limpo	100% limpo
Solo	Úmido	Seco	Seco

As tratamentos avaliados foram, controle da buva efetuadas aos 7, 14, 21 dias após a aplicação dos tratamentos no manejo antecipado (Tabela 1), aos 7 dias após a dessecação antes da semeadura do milho e aos 7, 14, 21, 28 para os tratamentos aplicados em pós-emergência do milho, estágio V3 (Tabela 3).

As avaliações de fitotoxicidade dos herbicidas ao milho híbrido AG 9700 com tecnologia Enlist™ foram efetuadas aos 7, 14, 21, 28 em pós-emergência do milho.

Tanto para a fitotoxicidade do milho quanto para o controle de plantas daninhas, atribuiu-se notas percentuais, sendo zero (0%) aos tratamentos que corresponderam a ausência de controle ou de fitotoxicidade às plantas daninhas ou a cultura e a nota cem (100%) para controle total das plantas daninhas ou a morte das plantas de milho (VELINI et al., 1995).

As variáveis fisiológicas foram avaliadas aos 45 dias após a emergência do milho, sendo elas, concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci -  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), taxa fotossintética (A -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de transpiração (E -  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática de vapores de água (Gs -  $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ ), eficiência de carboxilação (EC -  $\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e uso eficiente da água (EUA -  $\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$ ). A eficiência da carboxilação (EC -  $\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a eficiência do uso da água (EUA -  $\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$ ) foram efetivadas a partir das variáveis A/Ci e A/E, respectivamente.

As variáveis fisiológicas foram determinadas no terço médio da última folha completamente expandida das plantas de milho, usando-se um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK). Cada bloco do experimento foi determinado em um dia, entre 7 e 11 h da manhã, de forma que se mantenham as condições ambientais homogêneas durante as análises.

As variáveis avaliadas na pré-colheita do milho foram: comprimento de espigas (COE - cm), o número de fileiras por espigas (NFE) e o número de grãos por fileira (NGF) foram determinados de forma aleatória em 10 plantas de cada unidade experimental. O CE foi efetuado com auxílio de uma régua graduada em milímetros (mm).

O número de fileiras por espigas e o número de grãos por fileira foram determinados por contagens. A colheita do milho foi realizada quando os grãos atingiram 20% de umidade, em área útil de 6,0 m<sup>2</sup> por unidade experimental, efetuando-se posteriormente a trilha com trilhadeira de parcelas.

Determinou-se também o peso de mil grãos (PMG - g), contando-se 8 amostras de 100 grãos cada e pesando-se as mesmas em balança analítica. Para as análises, a umidade dos grãos foi ajustada para 13% e os dados de produtividade foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram analisados e submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e, após a comprovação da normalidade dos erros, realizou-se análise de variância pelo teste F, sendo os resultados significativos, aplicou-se o teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos avaliados, controle de buva em manejo antecipado, dessecação pré-plantio e pós-emergência, fitotoxicidade ao milho, características fisiológicas e componentes de rendimento apresentaram efeitos significativos em relação aos tratamentos aplicados.

Os resultados demonstraram que os herbicidas saflufenacil e saflufenacil + glyphosate aplicados no controle da buva no manejo antecipado foram os melhores tratamentos, dos 7 aos 21 DAT, com índice de controle superior a 80% (Tabela 4).

**Tabela 4.** Controle de buva (*Conyza bonariensis*) no manejo antecipado e na dessecação pré-semeadura do híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™, em função da aplicação de herbicidas. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21.

Tratamentos	Controle de buva (%)			
	7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	21 DAT	Dessecação <sup>3</sup>
T1- Testemunha infestada	0,00 d <sup>2</sup>	0,00 f	0,00 e	0,00 c
T2- Glyphosate	0,00 d	1,67 f	14,00 d	83,00 b
T3- Glyphosate + atrazine+óleo	30,67 c	40,67 e	59,67 c	78,00 b
T4- 2,4-D	64,00 b	51,00 d	65,00 b	80,67 b
T5- 2,4-D + glyphosate	66,00 b	59,67 c	66,00 b	79,00 b
T6- Saflufenacil	85,00 a	80,33 b	89,33 a	86,00 a
T7- Saflufenacil + glyphosate	89,33 a	86,00 a	91,33 a	88,67 a
C.V. (%)	5,92	3,58	3,24	4,05

<sup>1</sup> DAT: Dias após a aplicação dos tratamentos. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>3</sup> Realizado 7 dias antes da semeadura do milho com os herbicidas diquate + saflufenacil (600 + 70 g ha<sup>-1</sup>) + Assist (0,5% v/v).

Dentre os herbicidas aplicados o glyphosate demonstrou os piores controles da buva, igualando-se a testemunha infestada dos 7 aos 14 DAT e sendo somente superior a essa aos 21 DAT. Os demais tratamentos, glyphosate + atrazine + óleo, 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, apresentaram comportamento de controle intermediário entre os melhores tratamentos e os piores (Tabela 4). Esse fato demonstra que o biótipo de buva usado no experimento apresenta resistência ao herbicida glyphosate, de acordo com o trabalho efetuado com PRETTO et al., (2020) a buva também apresentou resistência ao herbicida glyphosate.

A porcentagem mínima necessária para que um determinado herbicida possa ser recomendado para o controle de plantas daninhas é acima de 80% (OLIVEIRA et al., 2009). Assim sendo, observou-se no presente estudo que somente os tratamentos envolvendo o saflufenacil e o saflufenacil + glyphosate que ocasionaram controle da buva acima de 80%, atingindo assim a recomendação mínima.

A aplicação do herbicida saflufenacil, de contato e com ação residual, inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), atuando na biossíntese de pigmento da planta e ocasionando a ruptura celular (GROSSMANN et al., 2011). Deste modo esse herbicida tem apresentando controle satisfatório de plantas daninhas eudicotiledôneas, principalmente para o manejo de buva que apresenta resistência ao glyphosate (HEAP, 2023).

OWEN et al., (2011) ao usar a mistura de saflufenacil + glyphosate em pré-semeadura do milho também observaram bom controle de buva, o que corrobora com os resultados encontrados no presente estudo.

Aplicou-se em dessecação, aos sete dias antecedendo a semeadura do milho, os herbicidas diquat + saflufenacil ( $600 + 70 \text{ g ha}^{-1}$ ) + adjuvante (0,5% v/v) em todas as parcelas, exceto na testemunha infestada. E obteve-se controle superior a 78%, devido à grande quantidade de buva proveniente no banco do solo e a ocorrência de rebrote após o manejo antecipado. Os melhores resultados observados no controle da buva permaneceram com o uso dos mesmos tratamentos avaliados no manejo antecipado, com os herbicidas saflufenacil aplicado isolado ou associado ao glyphosate, com controle maior que 86% (Tabela 4).

Desse modo percebe-se que aplicações sequenciais de herbicidas melhoram o controle da buva resistente ao glyphosate, principalmente aquelas plantas em estádios de desenvolvimento avançado. GHENO et al., (2020) ao usarem herbicidas associados em aplicações sequenciais no milho, também observaram melhor controle da buva em comparação com o uso de produtos em modo isolado ou único, corroborando com os resultados do presente trabalho.

A aplicação dos herbicidas mesotrione + atrazine, glyphosate + atrazine + simazine, atrazine + óleo e dicamba foram os tratamentos que apresentaram os melhores controles da buva, quando aplicados em pós-emergência do milho no estágio V3, nas avaliações efetuadas aos 7, 14, 21 e 28 DAT (Tabela 5).

O maior controle da buva pode ser atribuído ao efeito sinérgico dos herbicidas quando associados ao serem utilizados antecipadamente e em pós-emergência, controlando as plantas resistentes ao glyphosate. Somado ao efeito sinérgico das misturas dos herbicidas, ocorre efetividade também pelas diferentes vias de absorção ou mesmo pelos herbicidas pertencerem

a diferentes mecanismo de ação, ocorrendo assim o controle da buva resistente ao glyphosate (SILVA et al., 2021). A mistura de herbicidas é uma importante ferramenta para o controle eficiente de plantas daninhas, especialmente aquelas resistentes ao glyphosate (BRUNHARO et al., 2014).

**Tabela 5.** Controle de buva (*Conyza bonariensis*) infestante em pós-emergência após a semeadura do híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21.

Tratamentos	Controle de buva (%)			
	7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	21 DAT	28 DAT
T1- Testemunha infestada	0,00 j <sup>2</sup>	0,00 g	0,00 h	0,00 h
T2- Testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
T3- Glyphosate	40,46 i	29,38 f	14,40 g	27,28 g
T4- Atrazine+simazine	60,19 h	85,78 e	84,44 c	88,67 b
T5- Glyphosate + atrazine+simazine	75,19 e	91,00 c	84,94 c	89,44 b
T6- Mesotrione+atrazine	85,26 c	94,44 b	93,89 b	98,89 a
T7- Glyphosate + mesotrione+atrazine	69,69 f	90,89 c	94,94 b	99,44 a
T8- Atrazine+S-metolachlor	70,30 f	84,07 e	79,49 d	84,22 c
T9- Glyphosate + atrazine+S-metolachlor	64,57 g	85,78 e	75,56 e	79,44 d
T10- Atrazine+óleo	70,43 f	92,52 c	93,58 b	100,00 a
T11- Glyphosate + atrazine+óleo	75,56 e	88,44 d	85,12 c	88,44 b
T12- 2,4-D	79,54 d	85,56 e	70,04 f	70,45 f
T13- Dicamba	88,67 b	87,11 d	80,56 d	80,56 d
T14- Glyphosate + dicamba	80,51 d	86,00 e	75,19 e	75,48 e
C.V. (%)	1,30	1,46	1,28	1,33

<sup>1</sup>DAT: Dias após a aplicação dos tratamentos. <sup>2</sup>Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O controle de buva resistente ao glyphosate melhorou ao se aplicar a mistura comercial composta de atrazine + mesotrione em isolado ou associada com, glyphosate, tembotrione e nicosulfuron, ou mesmo pelo uso da mistura em tanque de atrazine + glyphosate e atrazine + nicosulfuron ou pela aplicação somente de atrazine para o controle dessa planta daninha (MATTE et al., 2018). Desse modo percebe-se que há herbicidas alternativos que podem ser utilizados no controle de buva infestante do milho, especialmente a molécula de atrazine.

Aos 7 DAT, observou-se controle da buva superior a 88% com a aplicação de dicamba (Tabela 5) posterior ao uso em manejo antecipado de saflufenacil + glyphosate (Tabela 4) sendo esse tratamento um dos que obteve maior eficácia no controle da planta daninha. Com o passar do tempo (14, 21 e 28 DAT) o controle proporcionado pelo tratamento diminuiu, porém permaneceu superior ao mínimo exigido de 80% (OLIVEIRA et al., 2009), sendo considerado eficaz.

O herbicida dicamba é moderadamente volátil e apresenta ação residual, é utilizado para o controle principalmente de plantas daninhas de folhas largas, na cultura do milho

(MORTENSEN et al., 2012). Como o biótipo de buva presente no experimento é resistente ao glyphosate, a aplicação do dicamba permitiu que se obtivesse controle da buva, já que esse apresenta indicação para o uso nessa planta daninha (AGROFIT, 2023).

Observou-se que a aplicação de mesotrione + atrazine, glyphosate + mesotrione + atrazine e atrazine + óleo na avaliação dos 28 DAT demonstram os melhores controles da buva, acima de 98%, chegando a 100% ao se usar atrazine + óleo (Tabela 5).

Destaca-se ainda que o uso de mesotrione + atrazine e mesotrione + atrazine + glyphosate em pós-emergência apresentaram controle da buva superior a 98% aos 28 DAT (Tabela 5). O milho consegue metabolizar rapidamente o mesotrione, produzindo metabólitos, inibe nas plantas daninhas a biossíntese dos carotenoides pela interferência na atividade da enzima, com isso, a associação deste herbicidas com glyphosate ou atrazine promove controle satisfatório da buva (MATTE et al., 2018).

Esses resultados obtidos por MATTE et al., (2018) são similar aos observados no presente estudo, em que o uso de mesotrione + atrazine aplicados em isolados ou associados com glyphosate demonstram ser uma opção eficaz para a rotação de princípios ativos e também para o controle da buva resistente ao glyphosate.

Os tratamentos atrazine + simazine, glyphosate + atrazine + simazine, atrazine + S-metolachlor, glyphosate + atrazine + óleo e dicamba apresentaram controle superior a 80%, na avaliação dos 28 DAT (Tabela 5). Os demais tratamentos demonstraram controle inferior a 80% na última avaliação (28 DAT), destacando-se dentre esses que o glyphosate aplicado em isolado apresentou controle da buva somente melhor que a testemunha infestada (Tabela 5). Esse fato demonstra que o biótipo de buva usado no experimento apresenta resistência ao glyphosate, como já descrito por PRETTO et al., (2020) em seu trabalho.

Os resultados demonstraram que todos herbicidas causaram fitotoxicidade, de 5,00 até 25,19%, aos 7 DAT ao milho (Tabela 6). A partir dos 14 DAT os sintomas de injúrias foram reduzindo consideravelmente em todos os tratamentos. Aos 21 DAT somente o 2,4-D, dicamba e glyphosate + dicamba ainda demonstram fitotoxicidade ao milho, com máximo de 15,56%, todos os demais tratamentos igualaram-se a testemunha capinada com ausência de sintomas provocados pelos produtos (Tabela 6).

O fato de ocorrer maior fitotoxicidade nas avaliações iniciais do milho pode-se considerar como normal, já que a planta com passar do tempo vai metabolizando os herbicidas e se livrando dos sintomas de danos, como também relatado por ROBINSON et al., (2015). Ao se misturar herbicidas ocorre sinergismo, principalmente se forem produtos com diferentes

mecanismos de ação e isso pode ser um fator que ajude a ser incremento na fitotoxicidade dos produtos aplicados em milho.

De acordo com GAZZIERO, (2015) ao se efetuar misturas de herbicidas, essas podem ocasionar fitotoxicidade, com índices de 73% nas culturas. O limite aceitável de fitotoxicidade no milho varia em decorrência do herbicida utilizado, dose aplicada, momento de aplicação, fase de desenvolvimento e condições ambientais, dentre outros.

A tolerância das plantas aos herbicidas ocorre pelas ligações diretas com as estruturas químicas dos produtos ou mesmo pela degradação e metabolização, resultando em diferentes respostas fisiológicas (WANG et al., 2021).

As maiores fitotoxicidades foram observadas ao se aplicar os herbicidas 2,4 D, dicamba e glyphosate + dicamba, dos 7 aos 28 DAT, ao se comparar esses tratamentos com todos os demais herbicidas (que a partir dos 21 DAT demonstraram ausência de injúrias a cultura), mesmo que esse milho tenha resistência ao 2,4 D tecnologia Enlist™ (Tabela 6).

**Tabela 6.** Fitotoxicidade (%) ao híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™ em função da aplicação de herbicidas. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21.

Tratamentos	Fitotoxicidade ao milho (%)			
	7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	21 DAT	28 DAT
T1- Testemunha Infestada	0,00 g <sup>2</sup>	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T2- Testemunha Capinada	0,00 g	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T3- Glyphosate	5,00 f	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T4- Atrazine+simazine	8,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T5- Glyphosate + atrazine+simazine	10,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T6- Mesotrione+atrazine	10,56 d	2,67 b	0,00 d	0,00 c
T7- Glyphosate + mesotrione+atrazine	13,00 c	1,30 c	0,00 d	0,00 c
T8- Atrazine+S-metolachlor	9,67 d	3,33 b	0,00 d	0,00 c
T9- Glyphosate + atrazine+S-metolachlor	10,67 d	2,67 b	0,00 d	0,00 c
T10- Atrazine+óleo	7,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T11- Glyphosate + atrazine+óleo	11,56 c	2,67 b	0,00 d	0,00 c
T12- 2,4-D	20,00 b	15,56 a	14,08 c	8,33 b
T13- Dicamba	24,44 a	15,19 a	19,44 a	15,56 a
T14- Glyphosate + dicamba	25,19 a	15,56 a	16,11 b	15,12 a
C.V. (%)	9,16	9,45	21,61	13,85

<sup>1</sup>DAT: Dias após a aplicação dos tratamentos. <sup>2</sup>Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O herbicida dicamba aplicado em isolado ou associado ao glyphosate, mesmo que tenha ocasionado fitotoxicidade ao milho, proporcionou boa produtividade de grãos (Tabela 9). A fitotoxicidade pode estar ligada à dose de dicamba aplicada, quanto maior, mais intenso podem se tornar os sintomas de enrugamento das folhas, tortuosidade no crescimento do colmo no milho ou mesmo efeitos no sistema radicular, entretanto, no trabalho efetuado por (SILVA et

al., 2022) os autores não observaram menor porte de plantas mesmo observando a presença dos sintomas descritos.

As porcentagens de fitotoxicidades que permaneceram no presente trabalho por mais tempo (Tabela 6), ocorreram provavelmente devido aos baixos índices pluviométricos e altas temperaturas observados durante a condução da cultura (Figura 1), principalmente, com o herbicida 2,4 D, mesmo com a resistência proporcionada pela tecnologia Enlist™, as plantas não conseguiram metabolizar adequadamente o ingrediente ativo devido ao estresse hídrico e altas temperaturas, como relatam SKELTON et al., (2017) de forma similar em seu trabalho.

Os autores SILVA et al., (2022) também observaram índices fitotóxicos na cultura do milho, entretanto, aos 21 DAT, o milho recuperou-se totalmente dos sintomas, corroborando em partes com os resultados vistos no presente trabalho.

Os resultados demonstram que as variáveis fisiológicas da cultura do milho, taxa de transpiração (*E*) e a condutância estomática (*G<sub>s</sub>*) não apresentaram diferenças significativas em razão da aplicação dos herbicidas (Tabela 7). As variáveis *E* e *G<sub>s</sub>* são pouco influenciadas principalmente, do estresse causado nas plantas, pelo baixo índice pluviométrico e altas temperaturas que ocorreram durante a implementação da cultura (Figura 1).

**Tabela 7.** Efeito de herbicidas nas características fisiológicas, concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*,  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), taxa transpiratória (*E*,  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática (*G<sub>s</sub>*,  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa fotossintética (*A*,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência no uso da água das plantas (*EUA* -  $\text{mol mol}^{-1}$ ) e eficiência de carboxilação (*EC* -  $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) do híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21

Tratamentos	Variáveis fisiológicas do milho					
	<i>C<sub>i</sub></i>	<i>E</i>	<i>G<sub>s</sub></i>	<i>A</i>	<i>EUA</i>	<i>EC</i>
T1- Testemunha infestada	231,96 g	3,34 a	0,56 a	28,57 a	8,56 b	0,12 b
T2- Testemunha capinada	238,65 f	2,83 a	0,39 a	22,19 c	6,42 c	0,10 c
T3- Glyphosate	264,44 b	2,97 a	0,46 a	20,18 d	6,99 c	0,08 d
T4- Atrazine+simazine	248,78 e	2,80 a	0,44 a	21,44 c	6,38 c	0,09 c
T5- Glyphosate + atrazine+simazine	266,17 b	2,93 a	0,41 a	17,46 e	4,97 c	0,07 d
T6- Mesotrione+atrazine	213,14 j	2,59 a	0,38 a	25,98 b	10,23 a	0,12 b
T7- Glyphosate + mesotrione+atrazine	272,06 a	3,31 a	0,49 a	22,40 c	6,86 c	0,08 d
T8- Atrazine+S-metolachlor	238,74 f	3,17 a	0,41 a	22,37 c	6,24 c	0,10 c
T9- Glyphosate + atrazine+S-metolachlor	260,97 c	3,29 a	0,42 a	19,61 d	6,03 c	0,08 d
T10- Atrazine+óleo	254,61 d	2,62 a	0,32 a	18,96 d	8,79 b	0,08 d
T11- Glyphosate + atrazine+óleo	219,99 i	3,06 a	0,42 a	27,18 b	8,95 b	0,12 b
T12- 2,4-D	238,17 f	3,13 a	0,40 a	21,82 c	7,00 c	0,09 c
T13- Dicamba	189,21 k	3,21 a	0,43 a	29,96 a	10,33 a	0,16 a
T14- Glyphosate + dicamba	226,44 h	3,01 a	0,41 a	26,10 b	8,72 b	0,11 b
C.V. (%)	0,60	13,48	24,07	4,53	10,75	6,1

A taxa de transpiração diminui em relação a frequência de abertura e fechamento dos estômatos, alterando o potencial hídrico atuante no coeficiente de transpiração e aumentando a eficiência no uso da água (SADRAS et al., 2016; WANG et al., 2021). A  $G_s$  torna-se proporcional a quantidade, tamanho e diâmetro da abertura dos estômatos (SHEZI et al., 2019).

O milho quando presente em ambientes de baixa incidência luminosa e em meio a competição realiza o fechamento estomático, evitando o estresse hídrico (LEMOS et al., 2012; MANABE et al., 2014). Resultados similares aos observados no presente estudo também foram constatados em trabalhos desenvolvidos por LEMOS et al., (2012) e REZENDE et al., (2020).

As menores concentrações internas de  $CO_2$  ( $C_i$ ), taxas fotossintéticas ( $A$ ), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência de carboxilação (EC) foram observadas ao se aplicar glyphosate + mesotrione + atrazine, glyphosate, glyphosate + atrazine + simazine, glyphosate + atrazine + S-metolachlor e atrazine + óleo em pós emergência na cultura do milho (Tabela 7).

Quando as plantas desenvolvem injúrias ou algum estresse normalmente desencadeiam mecanismos de defesa, proporcionando maior produção energética com a fotossíntese para metabolizar corretamente o herbicida e emitir folhas novas, livres dos sintomas apresentados (AGOSTINETTO et al., 2016; Su et al., 2018).

Todos os demais tratamentos apresentaram comportamento superior nas variáveis fisiológicas ( $C_i$ ,  $A$ , EUA e EC) do milho (Tabela 7). Para que se tenha produção adequada de fotoassimilados nas folhas, precisa haver presença de  $CO_2$  no interior da câmara subestomática. Com isso, em condições de competição ou de estresse biótico ou abiótico, a planta terá menor concentração de  $CO_2$  produzindo menor fotossíntese, biomassa e conseqüente pode-se se ter menor produtividade de grãos (WALTER et al., 2015).

As maiores  $C_i$ ,  $A$ , EUA e EC foram observadas para os tratamentos dicamba, mesotrione + atrazine, glyphosate + atrazine + óleo, glyphosate + dicamba e a testemunha infestada, sendo superiores até mesmo que a testemunha capinada (Tabela 7). Possivelmente pela grande demanda energética necessária para a metabolização destes herbicidas e pela competição exercida pela buva na testemunha infestada ao milho Enlist™ ocorreu esse efeito sobre as variáveis fisiológicas.

GALON et al., (2020) encontraram diferenças em EC e EUA com a aplicação dos herbicidas glyphosate e saflufenacil de modo isolado ou associados, no híbrido de milho SYN 488 VIP3, contribuindo em partes com os resultados do presente estudo.

A testemunha infestada apresentou para todos os componentes de rendimento de grãos do milho, comprimento de espiga (COE), número de fileira por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGES), peso de mil grãos (PMG) e

produtividade de grãos inferioridade ao se comparar com os demais tratamentos (Tabelas 8 e 9). Isso demonstra que a buva é muito competitiva pelos recursos do meio (água, luz e nutrientes) ao infestar o milho e quando não manejada ocasiona elevadas perdas a cultura.

**Tabela 8.** Comprimento de espiga (COE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e número de grãos por espiga (NGES) do híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/2

Tratamentos	Componentes de Rendimento			
	COE	NFE	NGF	NGES
T1- Testemunha infestada	11,24 c <sup>1</sup>	14,40 c	19,00 c	274,59 c
T2- Testemunha capinada	12,60 b	16,80 a	22,53 b	378,80 b
T3- Glyphosate	16,38 a	16,67 a	27,58 a	460,12 a
T4- Atrazine+simazine	15,91 a	17,07 a	27,27 a	465,52 a
T5- Glyphosate + atrazine+simazine	15,53 a	15,87 b	26,73 a	424,75 b
T6- Mesotrione+atrazine	15,00 a	16,27 a	24,60 a	400,80 b
T7- Glyphosate + mesotrione+atrazine	15,13 a	16,67 a	24,87 a	414,59 b
T8- Atrazine+S-metolachlor	14,80 a	15,87 b	26,89 a	426,80 b
T9- Glyphosate + atrazine+S-metolachlor	16,20 a	17,47 a	26,20 a	457,52 a
T10- Atrazine+óleo	15,87 a	16,80 a	22,20 b	373,09 b
T11- Glyphosate + atrazine+óleo	15,73 a	16,53 a	25,62 a	423,40 b
T12- 2,4-D	14,87 a	15,73 b	25,44 a	400,68 b
T13- Dicamba	15,07 a	16,80 a	26,44 b	393,94 b
T14- Glyphosate + dicamba	13,60 b	16,00 b	25,00 a	399,97 b
C.V. (%)	7,00	4,32	5,46	8,05

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RODRIGUES et al., (2019) observaram que o crescimento e o desenvolvimento do milho sem a infestação de plantas daninhas nos estádios V3 a V9 é de extrema importância pois, nesta fase ocorre a definição dos componentes de rendimento da cultura. Com isso, a aplicação de herbicidas pós-emergentes para o controle das plantas daninhas é primordial, resultado similar também foi obtida no presente trabalho.

A aplicação em pós-emergência do milho de glyphosate + atrazine + S-metolachlor foi o tratamento herbicida que demonstrou os melhores efeitos para todos os componentes de rendimento de grãos (CO, NFE, NGF, NGES e produtividade de grãos), exceto para o PMG que ficou abaixo da testemunha capinada (Tabela 8 e 9). Esse fato ocorre em virtude da associação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação que favorece o controle da buva e de outras espécies de plantas daninhas infestantes do milho e também pela baixa fitotoxicidade que esse tratamento ocasionou a cultura (Tabela 6).

Quanto ao menor PMG apresentado pelo glyphosate + atrazine + S-metolachlor em relação a testemunha capinada, isso provavelmente está relacionado aos maiores COE, NGF e NGES que esse tratamento demonstrou ao se comparar com a testemunha capinada (Tabela 8).

Desse modo ocorreu compensação do glyphosate + atrazine + S-metolachlor, ou seja, apresentou melhor efeito aos componentes relacionados com o COE, NGF e NGES e menor PMG, porém não interferiu que esse tratamento demonstrasse melhor produtividade de grãos.

SILVA et al., (2020) encontraram bons níveis de controle de plantas daninhas ao utilizarem a mistura de glyphosate + atrazine + S-metolachlor o que como consequência aumentou o PMG do híbrido Forseed 2A521 PW, corroborando em partes com os resultados observados no presente estudo.

Em relação ao peso de mil grãos (PMG), o melhor resultado observado foi o uso de saflufenacil no manejo antecipado e na pós-emergência a aplicação do 2,4 D, sendo inclusive superior a testemunha capinada (Tabela 9).

**Tabela 9.** Peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos do híbrido de milho AG 9700 com tecnologia Enlist™ em função da aplicação de herbicidas. UFFS, Erechim/RS, safra agrícola 2020/21.

Tratamentos	Componentes de Rendimento	
	PMG	PRODUTIVIDADE
T1- Testemunha infestada	256,37 i	1106,99 e
T2- Testemunha capinada	293,26 c	3242,94 d
T3- Glyphosate	205,13 m	3024,66 d
T4- Atrazine+simazine	245,02 j	4283,96 b
T5- Glyphosate + atrazine+simazine	265,67 g	4643,79 a
T6- Mesotrione+atrazine	236,64 k	4185,25 b
T7- Glyphosate + mesotrione+atrazine	306,16 b	3551,23 c
T8- Atrazine+S-metolachlor	276,79 e	4966,88 a
T9- Glyphosate + atrazine+S-metolachlor	272,84 f	4868,13 a
T10- Atrazine + óleo	256,31 i	4238,09 b
T11- Glyphosate + atrazine+óleo	232,15 l	4802,27 a
T12- 2,4-D	310,43 a	3846,84 c
T13- Dicamba	259,94 h	4923,16 a
T14- Glyphosate + dicamba	282,64 d	3578,28 c
C.V. (%)	0,52	7,65

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No entanto esse tratamento (2,4 D) não demonstrou a melhor produtividade de grãos do milho (Tabela 9), apesar de ter maior PMG. Possivelmente isso ocorre em virtude de que a aplicação do 2,4 D na pós-emergência do milho tenha apresentado controle de 70% da buva e assim a planta daninha iniciou processo de rebrote a partir dos 21 DAT (Tabela 5), o que consequentemente veio afetar a produtividade da cultura (Tabela 9).

KHAN et al., (2016) também observaram redução na produtividade de grãos do milho com a aplicação de 2,4-D em pós-emergência para controlar plantas daninhas infestantes da cultura o que corrobora com os resultados observados no presente trabalho.

As maiores produtividades de grãos do milho foram observadas ao se aplicar na limpeza do milho em pós-emergência glyphosate + atrazine + simazine, atrazine + S-metolachlor, glyphosate + atrazine + S-metolachlor e glyphosate + atrazine + óleo e dicamba, ao se comparar com os demais tratamentos, inclusive maior que a testemunha capinada (Tabela 9). Isso deve-se ao efeito residual que esses herbicidas demonstram e também pela buva não apresentar resistência aos mesmos, exceto ao glyphosate, ocorrendo assim o controle das plantas que ainda não emergiram quanto as que estão infestando o milho.

O melhor tratamento para controle de plantas daninhas é aquele que alia a rotação dos mecanismos de ação, eficiência no controle, evita o reabastecimento do banco de sementes do solo e não diminui a produtividade de grãos de milho (FORTE et al., 2018).

O herbicida dicamba pode permanecer até 75 dias no solo, está é uma condição importante para o manejo de plantas daninhas, proporcionando a cultura menor densidade de plantas competidoras (AGUIAR et al., 2020).

A atrazine pode permanecer no solo de 30 dias à 2 anos pois, sua absorção está totalmente associada com a quantidade de matéria orgânica presente no solo. Essa seria é uma condição boa para o manejo de plantas daninhas, entretanto, há necessidade de se tomar cuidado com as culturas que serão semeadas após a colheita do milho e também a quantidade de aplicações que são efetuadas no milho (BLANCO et al., 2013).

A dissipação de s-metolachlor no solo é decorrente da biomassa e atividade microbiana, sendo que, quanto menor a umidade do solo maior será a atividade microbiana (SANTOS et al., 2012).

Os herbicidas, glyphosate + atrazine + simazine, atrazine + S-metolachlor, glyphosate + atrazine + S-metolachlor e glyphosate + atrazine + óleo e dicamba apresentaram em média 77,13 e 33,01% produtividade de grãos maiores que testemunha infestada e capinada respectivamente (Tabela 9).

Desse modo observa-se que a escolha do herbicida que venha a controlar adquadamente a buva infestante do milho torna-se importante para evitar perdas de produtividade de grãos, já que essa espécie é muito competitiva, conforme também observado por (FORD et al., 2014; SOLTANI et al., 2021).

Caso seja usado capinas essas podem danificar as raízes do milho ou ocasionar o rebrote das plantas daninhas, podendo também haver menor produtividade, como o observado neste estudo e no trabalho efetuado por BASSO et al., (2018) ao compararem o controle das plantas daninhas através de herbicidas e de modo mecânico. Além disso, o uso do método mecânico de controle (capina) em lavouras de milho é oneroso, pouco eficiente e demanda muita mão-de-

obra, o que gera elevados custos, se comparado ao método químico de controle (COSTA et al., 2018).

A média geral da produtividade de grãos no experimento é de 3,9 t ha<sup>-1</sup> abaixo da média nacional que é 5,3 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2023). A baixa produtividade ocorrida no presente estudo deve-se ao período de estiagem ocorrido durante o desenvolvimento da cultura (Figura 1). A escassez de chuva na fase de enchimento de grãos reduz a produtividade da cultura, sendo essa uma das épocas mais críticas ao milho em virtude da elevada competição que se tem na planta pela água (MALDANER et al., 2014).

#### **4. CONCLUSÕES**

O herbicida saflufenacil, aplicado isolado e a mistura em tanque de saflufenacil + glyphosate proporcionam os melhores controles da buva quando aplicados em manejo antecipado à semeadura do milho. O uso na dessecação da buva de saflufenacil + diquat ocasionou controle satisfatório. O uso em pós-emergência do milho, estágio V3 de mesotrione + atrazine, glyphosate + mesotrione + atrazine e de atrazine + óleo ocasionam os melhores controles da buva infestante do milho com tecnologia Enlist™.

O uso de glyphosate + atrazine + S-metolachlor ocasiona os melhores efeitos para os componentes de rendimento de grãos do milho, inclusive foi o tratamento que demonstrou a maior produtividade de grãos do milho Enlist™.

## 5. REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Changes in photosynthesis and oxidative stress in wheat plants submitted to herbicides application. **Planta Daninha**, v.34, n.1, p.1-9, 2016.
- AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 30 Jun. 2023.
- AGUIAR, A. C. M. de et al. Selection of indicative species of dicamba residues in soil. **Agrarian**, v. 13, n. 48, p. 187-194, 2020.
- ALBRECHT, A. J. P. et. al. O milho RR2 e o glyphosate: Uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.1, p.58-67, 2014
- ALBRECHT, L. P. et. al. Manejo de organismos geneticamente modificados tolerantes a herbicidas. In: BARROSO, A.A.; MURATA, A.T. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, p.506-547, 2021.
- BASSO, F. J. M. et al. Manejo de plantas daninhas em milho RR com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias** v.17, n.2, p.148-157, 2018.
- BLANCO, F. M. et al. Herbicide-soil interactions applied to maize crop under Brazilian conditions. **Herbicides – Current research and case studies in use**. V.10.5772/56006 p. 47-73. 2013
- BRUNHARO, C. A. C. G. et. al. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 163-177, 2014.
- CHIPOMHO, J. et al. Short-term impacts of soil nutrient management on maize (*Zea mays* L.) productivity and weed dynamics along a toposequence in Eastern Zimbabwe. **Heliyon**, v. 6, n. 10, p. 5223, 2020
- CHU, S. et al. The Critical period of weed control in an interseeded system of corn and alfalfa. **Weed Science**, v.70, n. 6, p.1-24, 2022.
- CIRIMINNA, R. et al. Herbicidas à base de ácido pelargônico: Herbicidas da bioeconomia. Biocombustíveis, **Bioprodutos e Biorrefinação**, v. 13, n. 6, p. 1476-1482, 2019.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 01 Jun. 2023.
- COSTA, N. V. et al. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.17, n.1, p.25-44. 2018.
- DREESEN, R. et al. Caracterização e avaliação de segurança de HPPD W336, uma proteína 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase modificada, e o impacto de sua expressão no metabolismo

vegetal em soja MST-FGØ72-2 tolerante a herbicidas. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 97, s/n p. 170-185, 2018.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FORD, L. et al. Control of Canada fleabane (*Conyza canadensis*) with glyphosate DMA/2,4-D choline applications in corn (*Zea mays*). **Agricultural Sciences**, v.5, n.1, p.77-83, 2014.

FORTE, C. T. et al. Soil management systems and their effect on the weed seed bank. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 4, p. 435-442, 2018.

FORTES, C. et al. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa nas condições edafoclimáticas do Tocantins. **Energia na Agricultura**, v. 33, n. 1, p. 27-30, 2018.

FRANDOLOSO, F. et al. Competition of maize hybrids with alexandergrass (*Urochloa plantaginea*). **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 9, p. 1447-1455, 2019.

GALON, L. et al. Selectivity of saflufenacil applied alone or mixed to glyphosate in maize. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 3, p. 775-787, 2020.

GAZZIERO, D. L. P. Mixtures of pesticides in tank, in Brazilian farms. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GHENO, E. et al. Controle cultural e químico de conyza spp. no consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 2. 2020.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.org> . Acesso em: 12 junho 2023.

HURLEY, T.; FRISVOLD, G. Economic barriers to herbicide-resistance management. **Weed Science**, v.64, pS1, .585-594, 2016

INMET. **Instituto Nacional de Metereologia**. Histórico de dados meteorológicos. Disponível em: <[https:// portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos](https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos)>. Acesso em: 05 jul. 2023.

**INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS - ISAAA**. GM Crop Events approved in Brazil. Online. 2023. Acesso em: 15 jul. 2023.

JHALA, A. et al. Interference and management of herbicide-resistant crop volunteers. **Weed Science**, v.69, n.3, p.257-273, 2021.

KASPARY, T. E. et al. Growth, phenology, and seed viability between glyphosate-resistant and glyphosate-susceptible hary fleabane. **Bragantia**, v.76, n.1, p. 92-101. 2017.

KHAN, I. A. et al. Effect of herbicides on yield and yield components of hybrid maize (*Zea mays*). **Planta Daninha**, v.34, n.4, p.729-736, 2016.

KÖPPEN W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter & Co, p. 388. 1931

- LEMOS, J. P. et al. Morfofisiologia de plantas de milho em competição com picão-preto e trapoeraba submetidas a roçada. **Planta Daninha**, v. 30, s/n p. 487-496, 2012.
- MALDANER, L. J. et al. Exigência Agroclimática da Cultura do Milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 13-23, 2014.
- MANABE, P.M.S. et al. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1721-1728, 2014.
- MATTE, W. D. et al. Eficácia de [atrazine + mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, e5875, 2018.
- MORTENSEN, D.A. et al. Navigating a critical juncture for sustainable weed management. **BioScience**, v.62, n.1, p. 75-84, 2012.
- OLIVEIRA, A.R., et al. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta*, *Tripogandra diuretica* na cultura do café. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.823-830, 2009.
- OWEN, L.N. et al. Evaluating rates and application timings of saflufenacil for control of glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*) prior to planting no-till cotton. **Weed Technology**, v.25, n.1, p.1-5, 2011.
- PEEL, M. C. et al. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p. 1633-1644, 2007.
- PIASECKI, C. et al. Glyphosate applied at the early reproductive stage impairs seed production of glyphosate-resistant hairy fleabane. **Planta Daninha**, v.37, e019196815, 2019.
- PRETTO, M. et al. Performance of alone or mixture application of auxinic herbicides in the control of *Conyza* spp. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.7, p.53083-53095, 2020.
- REZENDE, A. L. et al. Associação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4. p.1-8, 2020.
- RIZZARDI, M.A. et al. Occurrence of horseweed biotypes with low susceptibility to glyphosate in the states of RIO GRANDE DO SUL, PARANÁ AND MATO GROSSO DO SUL, BRAZIL. **Planta Daninha**; v37:e019201666. 2019
- ROBINSON, M.A. et al. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) response to herbicides as affected by application timing and temperature. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 95, n.2, p. 325-333, 2015.
- ROSSMANN, K. et al. Saflufenacil: Biokinetic properties and mechanism of selectivity of a new protoporphyrinogen IX oxidase inhibiting herbicide. **Weed Science**, v. 59, n. 3, p. 290-298, 2011.
- SADRAS, V. O. et al. Effects of water stress on crop production. In: **Principles of agronomy for sustainable agriculture**. Springer, Cham, p. 189-204, 2016.

SALOMÃO, P. E. A. et al. Herbicidas no Brasil: uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e32921990-e32921990, 2020.

SANTOS, G. et al. Carryover proporcionado pelos herbicidas s-metolachlor e trifluralin nas culturas de feijão, milho e soja. **Planta Daninha**, v. 30, nn? p. 827-834, 2012.

SHEZI, S. et al. Photosynthetic efficiency and relationship with dry matter content of the mesocarp of 'Carmen'avocado fruit (*Persea americana* Mill.) in cold subtropical climate. **Scientia Horticulturae**, v. 253, s/n p. 209-216, 2019.

SILVA, A. F. M. et al. Herbicides in agronomic performance and chlorophyll indices of Enlist E3 and Roundup Ready soybean. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, p. 305-311, 2021.

SILVA, J.O. et al. Sensibilidade de plantas de milho aos herbicidas dicamba e triclopyr. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, e141111436255, 2022.

SILVA, M. R. et al. Weed management in glyphosate-resistant maize. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, n.1-9, e0862019, 2020.

SKELTON, J. J. et al. Comparative analysis of 2,4-D uptake, translocation, and metabolism in non-AAD-1 transformed and 2,4-D-resistant corn. **Weed Science**, v. 65, n. 5, p. 567-578, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO- SBCS. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre-RS: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 376 p, 2016.

SOLTANI, N. et al Control of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) with tiafenacil mixes in corn. **Weed Technology**, v. 35, n. 6, p. 908-911, 2021.

STRECK, E. V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 3.ed. **UFRGS: EMATER/RS-ASCAR**, Porto Alegre, 251p, 2018.

STRIEGEL, A. et al. Control of glyphosate/glufosinate-resistant volunteer corn in corn resistant to aryloxyphenoxypropionates. **Weed Technology**, v.34, n.3, p.309-317, 2020.

SU, W.C.; The residual effects of bensulfuron-methyl on growth and photosynthesis of soybean and peanut. **Photosynthetica**, v.56, n.2, p.670-677, 2018.

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**, v.10, n.3, p.210-218, 2011.

TORRES, L. G. et al. Changes in the physiological characteristics of sugarcane cultivars submitted to herbicide application. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 581-587, 2012.

ULZURRUN, P. D. et al. Analysis of the agronomic interest characteristics for the management of *Conyza blakei*, *Conyza bonariensis*, *Conyza sumatrensis*, and *Conyza lorentzii*. **Agrociencia Uruguay**, v.1, n.1, p.1-15, 2020.

VELINI, E.D. et al. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD. 1995. 42 p.

WALTER, L. C. Mecanismos de aclimação das plantas à elevada concentração de CO<sub>2</sub>. **Ciência Rural**, v. 45, n. 9, p. 1564-1571, 2015. WANG, F. et al. Criando um novo alelo OsALS de tolerância a herbicidas usando edição de genes mediada por CRISPR/Cas9. **The Crop Journal**, v. 9, n. 2, p. 305-312, 2021.

WESTWOOD, J.H. et al. D.C.; et al. Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science. **Weed science**, v. 66, n. 3, p. 275-285, 2018.

WRIGHT, T. R. et al. Robust crop resistance to broadleaf and grass herbicides provided by aryloxyalkanoate dioxygenase transgenes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 47, p. 20240–20245, 2010.

ZANDVAKILI, O.R. et al. Role of cover crops and nicosulfuron dosage on weed control and productivity in corn crop. **Weed Science**, v.68, n.6, p.664-672, 2020.

ZHOU, C. et al. C–P natural products as next-generation herbicides: chemistry and biology of glufosinate. **Journal of agricultural and Food chemistry**, v. 68, n. 11, p. 3344-3353, 2020.