



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTÁI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

**CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO PELO HERBICIDA  
CLETHODIM ISOLADO E ASSOCIADO A OUTROS  
INIBIDORES DA ACCase**

**Rafael Leal Milagres**  
Eng. Agrônomo

URUTÁI – GOIÁS  
2020

**RAFAEL LEAL MILAGRES**

**CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO PELO HERBICIDA  
CLETHODIM ISOLADO E ASSOCIADO A OUTROS  
INIBIDORES DA ACCase**

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de Mestre.

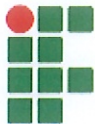
Urutaí – GO  
2020

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

M637c Milagres, Rafael  
CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO PELO HERBICIDA  
CLETHODIM ISOLADO E ASSOCIADO A OUTROS INIBIDORES DA  
ACCCase / Rafael Milagres; orientador Marco Antonio  
Moreira de Freitas. -- Urutaí, 2020.  
24 p.

Dissertação ( em Mestrado Profissional em Proteção  
de Plantas) -- Instituto Federal Goiano, Campus  
Urutaí, 2020.

1. ariloxifenoxipropionatos. 2.  
ciclohexanodionas. 3. Digitaria insularis. 4.  
graminícidas. 5. rebrota. I. Moreira de Freitas,  
Marco Antonio , orient. II. Título.



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

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Rafael Leal Milagres

Matrícula: 2018101330540155

Título do Trabalho: CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO PELO HERBICIDA CLETHODIM ISOLADO E ASSOCIADO A OUTROS INIBIDORES DE ACCase

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

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

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

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

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

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

Urutaí, 15/04/2020.

Local Data

*Rafael Leal Milagres*

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

*Marco Antonio Moreira de Freitas*

Assinatura do(a) orientador(a)



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PROTEÇÃO DE PLANTAS

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO PELO HERBICIDA CLETODIM ISOLADO E ASSOCIADO A OUTROS INIBIDORES DE ACCase.

**AUTOR:** Rafael Leal Milagres

Dissertação defendida e aprovada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas (orientador)  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Dr. Alexandre Gonçalves Galvão  
Cocari – Cooperativa Agropecuária e Industrial

**Urutaí - GO, 14 de fevereiro de 2020**



[ppgpp.urt@ifgoiano.edu.br](mailto:ppgpp.urt@ifgoiano.edu.br)



(64) 3465-1912

RODOVIA GERALDO S. NASCIMENTO,  
KM 2,5

CEP 75790-000, URUTAÍ - GO  
[www.ifgoiano.edu.br/urutai](http://www.ifgoiano.edu.br/urutai)



## SUMÁRIO

RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	iv
INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS .....	8
RESULTADOS .....	12
DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÕES .....	21
REFERÊNCIAS .....	22

## RESUMO

A dificuldade natural de controlar plantas adultas de capim-amargoso com glyphosate e a presença de populações resistentes, requerem o uso de herbicidas alternativos para obtenção de melhor controle. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de clethodim isolado e associado a outros herbicidas inibidores da ACCase no controle de capim-amargoso. Para isso, foram conduzidos dois experimentos, um em casa-de-vegetação (primeiro experimento) e outro a campo (segundo experimento). No experimento 1, em plantas adultas originadas de rizomas foram pulverizadas três doses de clethodim (120, 192 e 240 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e as associações de clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) com três dosagens de fenoxaprop (55, 88 e 110 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e haloxyfop (60, 96 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>); e no experimento 2, em plantas entouceiradas além de avaliar a eficácia dos herbicidas supracitados, associou-se ao clethodim três doses de quizalofop-p-ethyl (25, 40 e 50 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Após a aplicação dos herbicidas, foram atribuídas notas de controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Aos 50 DAA, coletou-se a parte aérea verde das plantas, para avaliar a capacidade de rebrota das plantas. Independente da condição experimental (casa-de-vegetação ou campo), aos 28 DAA, os herbicidas foram eficazes no controle de capim-amargoso, mas clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) não forneceu um controle acima de 90% das plantas no campo. Nenhum tratamento atingiu o controle definitivo da espécie *D. insularis*. Todavia, a rebrota das plantas foram suprimidas eficazmente com a aplicação de doses mais elevadas clethodim ou, quando aumentou-se as doses dos outros inibidores da ACCase, fenoxaprop, haloxyfop e quizalofop em associação com clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Conclui-se, que clethodim (240 g i.a. ha<sup>-1</sup>) ou clethodim + haloxyfop quase atingiram o controle definitivo de plantas adultas de capim-amargoso.

**Palavras-chave:** ariloxifenoxipropionatos; ciclohexanodionas; *Digitaria insularis*; graminicidas; rebrota.

## ABSTRACT

The natural difficulty of controlling adult plants of sourgrass with the presence of resistant resistances, use or use of herbicide alternatives for the best control. The objective of this work was to evaluate the effectiveness of clethodim isolated and associated with other ACCase inhibiting herbicides in the control of sourgrass. For this, two experiments were conducted, one in a greenhouse (first experiment) and another in the field (second experiment). In experiment 1, in adult plants originating from rhizomes, three doses of clethodim (120, 192 and 240 g ha<sup>-1</sup>) were sprayed and as statistics of clethodim (120 g ha<sup>-1</sup>) with three dosages of fenoxaprop (55, 88 and 110 g ha<sup>-1</sup>) and haloxyfop (60, 96 and 120 g ha<sup>-1</sup>); and in experiment 2, in perennial plants in addition to evaluating the effectiveness of the aforementioned herbicides, associated with clethodim three doses of quizalofop-p-ethyl (25, 40 and 50 g ha<sup>-1</sup>). After herbicide application, control scores were assigned at 7, 14, 21 and 28 days after application (DAA). At 50 DAA, collect a green aerial part of the plants to assess the plants' ability to regrow. Regardless of the experimental condition (greenhouse or field), up to 28 DAA, the herbicides were used without sourgrass control, but clethodim (120 g ha<sup>-1</sup>) did not provide a control above 90% of the plants not field. No treatment achieved or definitive control of the species *D. insularis*. However, a regrowth of the plants was suppressed effectively with the application of higher doses, or when increased as doses of the other ACCase inhibitors, fenoxaprop, haloxyfop and quizalofop in association with clethodim (120 g ha<sup>-1</sup>). It concludes that clethodim (240 g ha<sup>-1</sup>) or clethodim + haloxyfop almost reached the definitive control of adult sourgrass plants.

**Key words:** aryloxyphenoxypropionates; cyclohexanedione; *Digitaria insularis*; graminicides; re-growth.



## INTRODUÇÃO

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é a principal planta daninha da família Poaceae na agricultura brasileira, pois populações com resistência ao glyphosate foram encontradas em todas as regiões agrícolas do Brasil, entre 2012 a 2015 (LOPEZ OVEJERO et al., 2017). Esse destaque negativo, fez com que *D. insularis* integrasse a lista de pragas A2 de maior importância econômica e risco fitossanitário para diversas culturas agrícolas (MAPA, 2018). Esta ameaça à economia agrícola se deve ao potencial de danos à produção de soja, principal cultura agrícola do país.

Um controle ineficiente com aplicação de glyphosate permitiu que o capim-amargoso na densidade de quatro a oito plantas por m<sup>-2</sup> reduzisse a produtividade de soja em até 44% (GAZZIERO et al., 2012). Mas, as perdas na produção da soja podem variar em função da origem da planta, por exemplo, semente ou touceira. De acordo com Gazziero et al. (2019), plantas de capim-amargoso oriundas de touceiras tendem a ocasionar maiores níveis de perda de produtividade, comparadas àquelas oriundas de sementes.

A densidade de 1,2 touceiras m<sup>-2</sup> de capim-amargoso foi suficiente para causar perdas de até 375 kg ha<sup>-1</sup> de soja, quando oriundo da semente, esse mesmo nível de prejuízo foi obtido com maior número de plantas, no caso 2,1 m<sup>-2</sup> (GAZZIERO et al., 2019). A capacidade de propagação tanto por sementes quanto por rizomas faz com que essa espécie possua grande potencial como infestante.

Assim, o estabelecimento do *D. insularis* pode ocorrer por meio da semente, que apresenta baixo potencial de dormência e germinação em diferentes condições de temperatura, luz, fotoperíodo, disponibilidade de água e profundidade de semeadura (MONDO et al., 2010; MENDONÇA et al., 2014; MARTINS et al., 2017). Até 45° dia, o crescimento é lento, sendo mais acelerado a partir desta fase, com a formação de pequenos rizomas e a emissão da inflorescência (MACHADO et al. 2006). As plantas de capim-amargoso são caracterizadas como herbácea de porte ereto, com colmos estriados que podem atingir até 100 cm de altura e suas sementes revestidas por pelos são dispersas pelo vento, permitindo a infestação de novos locais (KISSMANN e GROTH, 1997).

Os rizomas formam touceiras vigorosas que permitem a perenização das plantas

de capim-amargoso nas áreas agrícolas. Com base no estudo de Machado et al. (2008), os rizomas possuem elevada quantidade de amido, constituindo uma importante fonte de reserva, utilizada para as rebrotas das plantas após tratadas com herbicidas. A rebrota foi apontada como a principal causa da ineficiência do glyphosate (1440 g e.a. ha<sup>-1</sup>) em plantas adultas de capim-amargoso (TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2006). Aliás, populações menos suscetíveis ao glyphosate conseguiram rebrotar mesmo em doses acima de 1680 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate (CANEDO et al., 2019).

Além da dificuldade de controlar plantas adultas de capim-amargoso, o surgimento de biótipos resistentes ao glyphosate intensificou as falhas de controle no campo. O uso incorreto do glyphosate, como única ferramenta de controle por vários anos consecutivos, explica o aumento da pressão de seleção de biótipos resistentes na espécie *D. insularis* (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

As causas da evolução da resistência de biótipos de capim-amargoso no Brasil ainda são controversas na literatura. Em um biótipo coletado no estado de São Paulo, constatou-se que a absorção, translocação, metabolismo de glyphosate e mutação gênica tiveram um papel importante na resistência ao glyphosate (CARVALHO et al., 2012). Entretanto, estes não foram os mecanismos de resistência ao glyphosate para os biótipos provenientes de Campo Florido-MG, Diamantino-MT e Matão-SP (MELO et al., 2019). A taxa de polimorfismo (MARTINS et al., 2016) e a provável seleção independente das populações resistentes ao glyphosate (TAKANO et al., 2018) podem explicar a divergência desses resultados.

Portanto, a presença de populações de capim-amargoso resistentes ao glyphosate exige à necessidade de aplicar herbicidas alternativos a ele, a fim de obter um melhor controle. Os herbicidas inibidores da acetil-CoA carboxilase (ACCase) podem ser considerados as melhores opções de controle em pós-emergência do capim-amargoso. Diferentemente do glyphosate que impede a produção de aminoácidos aromáticos, triptofano, tirosina e fenilalanina através da inibição da enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase (EPSPs), o uso desses herbicidas bloqueia a biossíntese de ácidos graxos, interrompendo a formação de lipídeos e metabólitos secundários nas plantas suscetíveis (DUKE; POWLES, 2008; KUKORELLI et al., 2013).

De maneira geral, os herbicidas inibidores da ACCase, independentemente do grupo químico, ariloxifenoxipropionatos (APPs) ou ciclohexanodionas (CHDs) podem

ser recomendados isoladamente ou em associação com o glyphosate. Aplicações únicas de inibidores da ACCase ou até mesmo associadas ao glyphosate melhoraram o controle de plantas adultas de capim-amargoso, mas não forneceram o controle definitivo da espécie (CORREIA; DURIGAN, 2009; CORREIA; ACRA; BALIEIRO, 2015; ZOBIOLE et al., 2016; CASSOL et al., 2019).

Considerando que o produtor utiliza fortemente o controle químico, a mistura de dois herbicidas inibidores da ACCase pode ser outra opção ao glyphosate. Pesquisas anteriores reportaram sinergismo com uma mistura de dois herbicidas inibidores da ACCase, fluazifop e sethoxydim, para controle de plantas daninhas anuais da família Poacea (Harker; O'Sullivan, 1991).

A hipótese do presente trabalho é que a mistura de dois herbicidas inibidores da ACCase fornece melhor controle das plantas adultas de capim-amargoso do que uma única aplicação de clethodim. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar a eficácia de clethodim isolado e associado à fenoxaprop, haloxyfop e quizalofop no controle de capim-amargoso, em casa-de-vegetação e campo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, um em casa-de-vegetação e outro em uma área comercial de produção de grãos entre 18/02 até 25/06 de 2019. O primeiro experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano (17°29'4"S; 48°12'45"O; 725 m de altitude), localizado em Urutaí, Goiás. O segundo experimento foi realizado na fazenda Martírios (17°54'53"S; 47°26'27"O; 730 m de altitude), em Santo Antônio do Rio Verde, município de Catalão, Goiás.

Em casa-de-vegetação (primeiro experimento), o delineamento escolhido foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Nas unidades experimentais, nove tratamentos com herbicidas (g a.i. ha<sup>-1</sup>) foram avaliados: clethodim (120, 192 e 240), clethodim + fenoxaprop (120 + 55), clethodim + fenoxaprop (120 + 88), clethodim + fenoxaprop (120 + 110), clethodim + haloxyfop (120 + 60), clethodim + haloxyfop (120 + 96) e clethodim + haloxyfop (120 +120), mais um tratamento controle, em que nenhum herbicida foi aplicado. Foram adicionados 0,5 L ha<sup>-1</sup> de óleo mineral a todas as aplicações com herbicidas.

Cada unidade experimental consistia em um vaso de plástico de 4 L, preenchido com solo de textura franco-arenoso (30% de argila, 52% de areia e 18% de silte; pH: 6,2, 1,5 g dm<sup>-3</sup> de M.O. e V: 65%). Sete rizomas de capim-amargoso foram distribuídos uniformemente na superfície do solo e incorporado a 3 cm de profundidade. Posteriormente houve desbaste, mantendo três rizomas por vaso. O regime hídrico era controlado diariamente e a água fornecida via sistema de irrigação por aspersão. Os rizomas foram coletados na fazenda Pouso Alegre (17°56'38"S; 47°28'11"O; 710 m de altitude), de Santo Antônio do Rio Verde.

No momento da pulverização, as plantas de capim-amargoso estavam em pleno estágio reprodutivo, presença de panículas e produção de sementes (110 dias após o transplantio), com mais de 12 perfilhos e altura média de 95 cm. A aplicação foi feita com um pulverizador manual pressurizado, equipado com 1,5 m de comprimento de barra com 4 pontas de pulverização 110°02 (0,5 m entre as pontas). O pulverizador foi operado com pressão de 2 bar, fornecendo um volume equivalente a 100 L ha<sup>-1</sup>. A Tabela 1 mostra data, hora e condições do clima nas épocas das aplicações em casa-de-vegetação e campo.

**Tabela 1.** Data, hora e condições climáticas no momento da aplicação dos herbicidas em experimentos em casa-de-vegetação e em campo no controle de capim-amargoso.

Localização	Data	Hora	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (km h <sup>-1</sup> )
Casa-de-vegetação	06/05/2019	10:00	24	58	1,5
Campo	12/04/2019	13:00	27	63	2,7

O controle foi avaliado aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, utilizando-se escala de notas de 0 a 100%, em que zero significa a ausência de controle e 100% o controle definitivo (ALAM, 1974). Após 28 DAA, as plantas foram cortadas e os vasos foram mantidos sob irrigação periódica controlada, com intuito de verificar a capacidade de rebrota das plantas de capim-amargoso, aos 50 dias após o corte (DAC). Para isso, coletou-se toda parte aérea verde e o material vegetal foi levado para secagem em estufa a 65 °C, até atingir massa constante.

No campo, o experimento foi conduzido em uma área com alta infestação de *D. insularis*, principal planta daninha no momento da aplicação dos herbicidas (Figura 1). Foram reportadas falhas de controle com glyphosate nesta área nos últimos três anos.



**Figura 1.** Alta infestação de capim-amargoso da fazenda Martírios, em Santo Antônio do Rio Verde, município de Catalão, Goiás.

Neste segundo experimento, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Nas unidades experimentais, doze tratamentos com herbicidas (g a.i. ha<sup>-1</sup>) foram avaliados: clethodim (120, 192 e 240), clethodim + fenoxaprop (120 + 55), clethodim + fenoxaprop (120 + 88), clethodim + fenoxaprop (120 + 110), clethodim + haloxyfop (120 + 60), clethodim + haloxyfop (120 + 96), clethodim + haloxyfop (120 + 120), clethodim + quizalofop-p-ethyl (120 + 25), clethodim + quizalofop-p-ethyl (120 + 40) e clethodim + quizalofop-p-ethyl (120 + 50) mais um tratamento controle, sem aplicação de qualquer produto. Foram adicionados 0,5 L ha<sup>-1</sup> de óleo mineral a todas as aplicações com herbicidas.

Os produtos comerciais utilizados nos experimentos contêm 240 g L<sup>-1</sup> de clethodim na forma de concentrado emulsionável (EC) e classe toxicológica I (extremamente tóxico), 110 g L<sup>-1</sup> de fenoxaprop-p-ethyl na forma de emulsão de óleo em água (EW) e classe toxicológica I (extremamente tóxico), 120 g L<sup>-1</sup> de haloxyfop-p-methyl na forma de EC e classe toxicológica I (extremamente tóxico), 50 g L<sup>-1</sup> de quizalofop-p-ethyl na forma de EC e classe toxicológica III (medianamente tóxico) e 428 g L<sup>-1</sup> de óleo mineral na forma de CE e classe toxicológica IV (pouco tóxico).

As unidades experimentais mediam 3 m de largura e 3 m de comprimento, perfazendo 9 m<sup>2</sup>. Na época da pulverização, as plantas apresentavam-se entouceiradas, mais de 15 perfilhos e mais de 150 cm de altura, em pleno desenvolvimento reprodutivo com produção de sementes. A mesma tecnologia de aplicação descrita anteriormente para o experimento em casa-de-vegetação foi utilizada.

O controle foi avaliado aos 7, 14, 21 e 28 DAA, utilizando-se escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de controle e 100% o controle total (ALAM, 1974). Aos 50 DAA, coletou-se a parte aérea verde das plantas rente ao solo para obtenção da matéria seca. As amostragens foram feitas com quadrados vazados (0,5 x 0,5 m), lançados aleatoriamente duas vezes em cada unidade experimental. O material vegetal foi levado para secagem em estufa a 65°C, até atingir massa constante.

Os dados foram submetidos à aplicação do teste F, na análise da variância. A normalidade dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, enquanto a homogeneidade pelo teste de Bartlett. Os efeitos dos tratamentos, quando significativos, foram comparados pelo teste Scott Knott a  $\alpha=0,05$ . Os dados de escore de controle do

tratamento testemunha (sem aplicação de produto) não foram incluídos na análise da variância, como sugerido por Correia & Durigan (2009). As análises estatísticas foram realizadas no software R versão 3.0.3 (R Core Team, 2017).

## RESULTADOS

No experimento de casa-de-vegetação, aos 28 DAA, todos os tratamentos com herbicidas foram eficazes no controle de capim-amargoso, resultando no controle acima de 95% (Tabela 2). No entanto, houve diferença de controle entre os herbicidas ao longo do tempo, principalmente entre as avaliações de 7 a 21 DAA.

**Tabela 1.** Controle de plantas adultas de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) de clethodim isolado ou associado a outros graminicidas, experimento em casa-de-vegetação.

Tratamento	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Controle (%)			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clet	120	5,1 c	26,3 c	79,6 b	100,0 a
Clet	192	6,2 b	53,8 b	86,7 a	100,0 a
Clet	240	4,8 c	67,1 a	87,5 a	100,0 a
Clet + feno	120 + 55	9,8 a	62,9 a	80,5 b	100,0 a
Clet + feno	120 + 88	3,8 c	63,3 a	86,3 a	100,0 a
Clet + feno	120 + 110	7,0 b	72,9 a	87,5 a	100,0 a
Clet + halo	120 + 60	6,8 b	53,4 b	81,3 b	100,0 a
Clet + halo	120 + 96	6,0 b	47,5 b	79,6 b	94,6 b
Clet + halo	120 + 120	4,5 c	58,8 b	90,0 a	100,0 a
Teste F		13,523**	11,866**	8,845**	14,748**
CV (%)		16,36	14,08	3,23	0,95

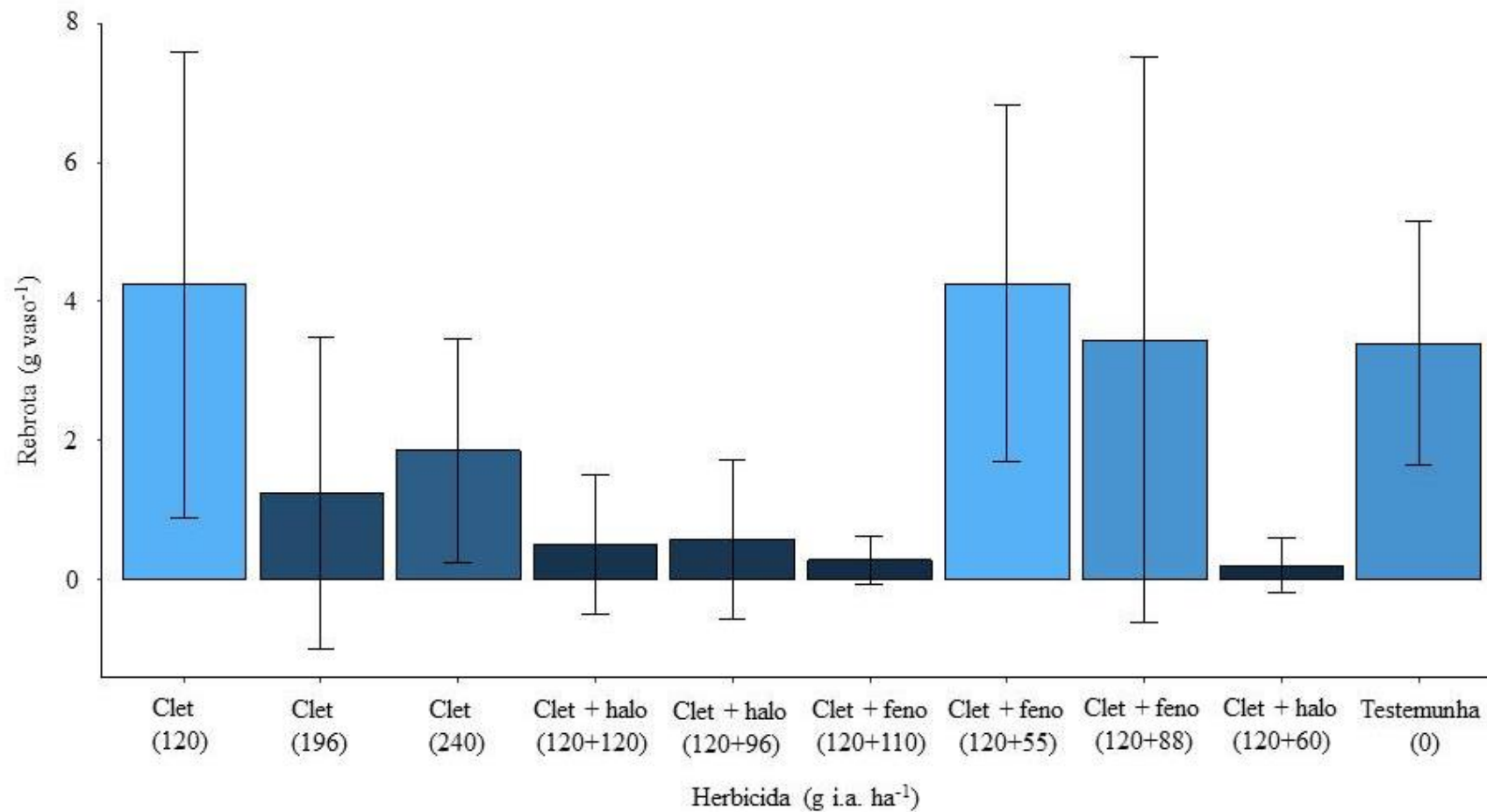
As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes de acordo com o teste de Scott Knott, com 5% de probabilidade.

Aos 7 DAA, o melhor resultado foi observado no tratamento clethodim + fenoxaprop (120 + 55 g i.a. ha<sup>-1</sup>), 9,8% de controle. Aos 14 DAA, clethodim (240 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e os tratamentos de clethodim associado com fenoxaprop propiciaram os melhores controles entre 63 a 73%, enquanto os demais herbicidas não ultrapassaram 60%. Já aos 21 DAA, apenas os tratamentos clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e clethodim + haloxyfop (120 + 96 g i.a. ha<sup>-1</sup>) não apresentaram controle satisfatório (considerado acima de



80%). Apesar de todos os herbicidas forneceram controle > 90% aos 28 DAA, a rebrota das plantas não foi inibida totalmente com aplicação de clethodim isolado ou associado com as diferentes doses de fenoxaprop ou haloxyfop (Figura 1).

Desta forma, as rebrotas de capim-amargoso foram mais intensas após a aplicações de clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), clethodim + fenoxaprop (120 + 55 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e clethodim + fenoxaprop (120 + 88 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Por outro lado, a rebrota foi diminuída com o aumento da dose de clethodim (196 ou 240 g i.a. ha<sup>-1</sup>), clethodim + fenoxaprop (120 + 110 g i.a. ha<sup>-1</sup>) ou quando clethodim foi associado com qualquer dose de haloxyfop.



**Figura 1.** Matéria seca da parte aérea de plantas rebrotadas de capim-amargoso aos 50 dias após o corte (DAC) tratadas com clethodim isolado ou associado a outros graminicidas, experimento em casa-de-vegetação. Médias  $\pm$  desvio padrão

No campo, os herbicidas inibidores da ACCase também foram eficazes em plantas adultas de capim-amargoso promovendo controle > 90% aos 28 DAA (Tabela 2), sendo observado controle acima de 80% no tratamento clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Entretanto, este tratamento foi o menos eficiente entre todos os outros, aos 7, 14 e 21 DAA, fornecendo controle de 47, 68 e 83%, respectivamente.

**Tabela 2.** Controle de plantas adultas de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) de clethodim isolado ou associado a outros graminicidas, experimento em campo.

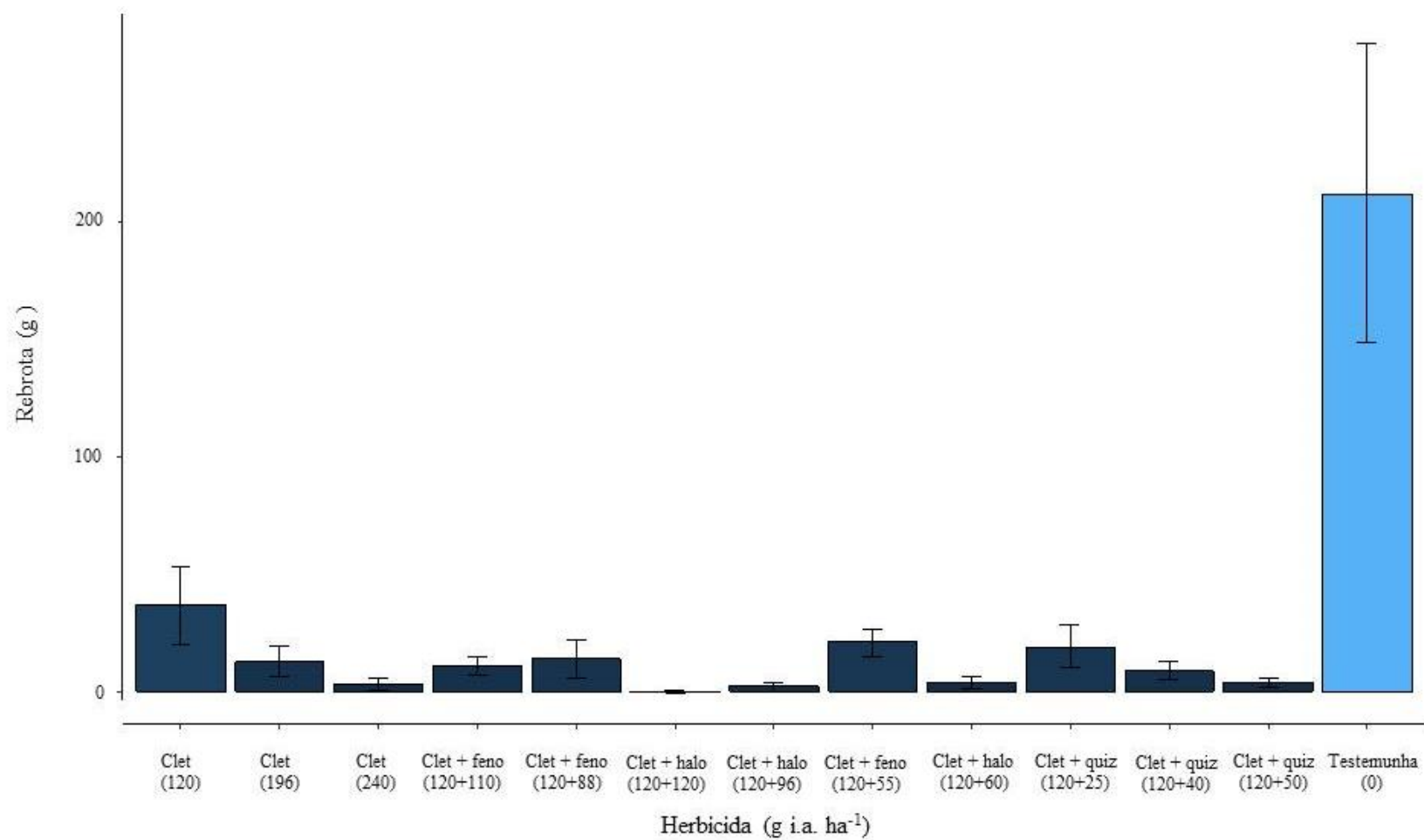
Tratamento	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Controle (%)			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clet	120	46,9 c	68,0 b	83,1 b	83,9 c
Clet	192	56,1 a	73,4 a	92,5 a	95,8 b
Clet	240	54,5 b	70,6 a	90,8 a	96,9 a
Clet + feno	120 + 55	54,3 b	67,3 b	85,3 b	92,5 b
Clet + feno	120 + 88	58,6 a	68,3 b	89,8 a	95,4 b
Clet + feno	120 + 110	58,8 a	68,3 b	90,0 a	95,5 b
Clet + halo	120 + 60	52,9 b	70,9 a	86,4 b	94,9 b
Clet + halo	120 +96	53,3 b	68,4 b	91,4 a	96,8 a
Clet + halo	120 + 120	56,4 a	72,1 a	90,8 a	98,0 a
Clet + quiz	120 + 25	57,0 a	70,1 a	90,9 a	98,3 a
Clet + quiz	120 +40	58,6 a	73,0 a	94,6 a	97,5 a
Clet + quiz	120 + 50	51,5 b	72,4 a	93,9 a	96,9 a
Teste F		7,167**	2.988**	3.429**	17.940**
CV (%)		4,76	3.55	4.12	1,93

As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes de acordo com o teste de Scott Knott, com 5% de probabilidade.

Os maiores níveis de controle com clethodim foram observados quando foi aumentado a dose deste herbicida ou quando associado a outros graminicidas, fenoxaprop, haloxyfop e quizalofop. Aos 7 DAA, os tratamentos que forneceram controle > 60% foram clethodim (192 g i.a. ha<sup>-1</sup>), clethodim + fenoxaprop (120 + 88 ou

110 g i.a. ha<sup>-1</sup>), clethodim + haloxyfop (120 + 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e clethodim + quizalofop (120 + 25 e 40 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Clethodim (192 e 240 g i.a. ha<sup>-1</sup>), clethodim + haloxyfop (120 + 60 ou 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e as três combinações de clethodim + quizalofop foram agrupados em níveis de controle acima dos outros tratamentos na avaliação aos 14 DAA. Aos 21 DAA, a mesma tendência da avaliação anterior foi observada, mas clethodim + haloxyfop (120 + 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>) estavam no segundo nível de controle enquanto, clethodim + fenoxaprop (120 + 88 ou 110 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e clethodim + haloxyfop (120 + 96 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram incluídos no grupo mais eficiente.

Aos 50 DAA nenhum tratamento herbicida forneceu um controle definitivo de *D. insularis* porque houve rebrota das touceiras (Figura 2). Maiores níveis de rebrota ocorreram com aplicação de clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), clethodim + fenoxaprop (120 + 55 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e clethodim + quizalofop (120 + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup>). O aumento da dose de clethodim suprimiu mais eficientemente a rebrota, assim como o aumento das doses de fenoxaprop, haloxyfop e quizalofop associado com clethodim foram mais eficazes. De maneira geral, clethodim + haloxyfop quase atingiram o controle definitivo do capim-amargoso, confirmado pela menor rebrota das touceiras.



**Figura 2.** Matéria seca da parte aérea de plantas rebrotadas de capim-amargoso aos 50 dias após o corte (DAC) tratadas com clethodim isolado ou associado a outros graminicidas, experimento em campo. Médias  $\pm$  desvio padrão

## DISCUSSÕES

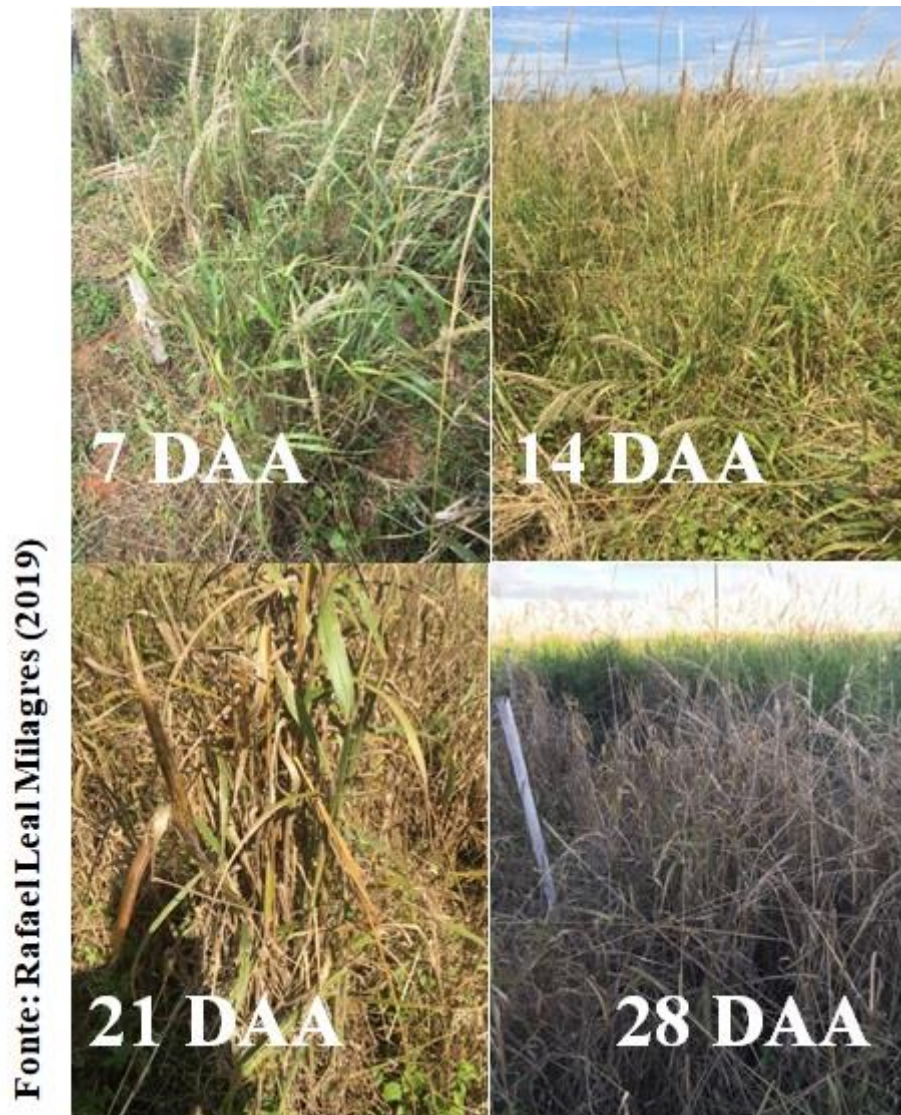
Independente da condição experimental (casa-de-vegetação ou campo), o controle foi mais efetivo entre 21 a 28 dias da aplicação dos herbicidas. Em parte, pode-se atribuir ao estágio avançado de crescimento (pleno florescimento) mas, também, as características dos herbicidas. A demora em causar a morte nas gramíneas ocorre devido à lenta translocação e ao mecanismo de ação (ROMAN et al., 2005). Os inibidores da ACCase, após penetrarem nas folhas, translocam-se para as regiões meristemáticas através do floema, onde a síntese de lipídeos para a formação de membranas é muito intensa, afetando a atividade meristemática e restringindo o crescimento de novas folhas em plantas suscetíveis (OLIVEIRA et al., 2011; KUKORELLI et al., 2013). No controle de capim-amargoso, observou-se que os meristemas mostraram inicialmente sintomas de descoloração, com o decorrer do tempo ficaram marrons e a partir dos 21 DAA desintegraram-se facilmente das plantas (Figura 3).



**Figura 3.** Herbicidas inibidores da ACCase causam danos irreversíveis no meristema das plantas de capim-amargoso (*D. insularis*), experimento em campo.

No campo, os primeiros sintomas do efeito dos graminicidas em plantas de capim-amargoso foram notados uma leve clorose nas folhas aos 7 DAA, que se tornou mais intensa aos 14 DAA, progredindo para coloração arroxeadada das folhas e necrose de alguns tecidos aos

21 DAA e, por fim, a necrose generalizada das folhas aos 28 DAA (Figura 4).



**Figura 4.** Os sintomas dos inibidores da ACCase no capim-amargoso (*D. insularis*) incluem clorose, arroxamento, que progridem para necrose generalizada das folhas, experimento de campo.

A morte total das folhas não garantiu o controle definitivo dessa planta daninha, pois houve rebrota da parte aérea a partir dos 50 dias de corte (DAC). Aliás, a rebrota foi mais intensa na casa-de-vegetação do que no campo. Em casa-de-vegetação, as plantas foram originadas do rizoma, contrário às plantas do campo, oriundas da semente. Supõe-se que diferenças anatômicas das folhas em razão da origem da planta possa explicar o pior controle obtido na casa-de-vegetação. Machado et al. (2008) comprovou que plantas de capim-

amargoso provenientes de rizomas mostraram lâmina foliar mais espessa, além da presença de amido em quantidade elevada nos rizomas, características que podem atuar como barreira a penetração e translocação dos herbicidas.

Para capim-amargoso em pleno florescimento (perenizado), a aplicação única de graminicidas (haloxyfop, clethodim, quizalofop-p-tefuryl e fluazifop) associado à glyphosate não forneceu o controle mínimo de 80% (ZOBIOLE et al., 2016). Parreira et al. (2010), concluíram o controle de *D. insularis* como insatisfatório, para todas as associações de glyphosate com haloxyfop ou sethoxydim, não atingindo 50%. O quizalofop-p-tefuryl em associação a diferentes doses de glyphosate (1,44, 2,16 e 2,88 kg e.a. ha<sup>-1</sup>) não proporcionou mais que 60% de controle (CORREIA & DURIGAN, 2009). Essa dificuldade de controle para aplicações de glyphosate associado com graminicidas também foi reportado em outros estudos (CORREIA et al., 2015; CASSOL et al. 2019). Em todos o casos destacados, o capim-amargoso demonstrou rápida rebrota da parte aérea, indicando que os produtos não atingiram o rizoma.

Da mesma forma, outros autores (PARREIRA et al., 2010; CASSOL et al., 2019) concluíram que a utilização exclusiva de herbicidas inibidores da ACCase em pós-emergência não apresentam controle satisfatório de plantas adultas de capim-amargoso. Por outro lado, a aplicação sequencial de graminicidas associados ou não ao glyphosate resulta em melhor controle (CORREIA e DURIGAN, 2009; ZOBIOLE et al., 2016). O presente estudo revelou o potencial da aplicação única de clethodim com outros graminicidas APPs diminuindo significativamente a rebrota das plantas. Esta opção de mistura de dois inibidores de ACCase pode ser ferramenta que auxilia o controle de capim-amargoso em estádios mais avançados de crescimento.



## CONCLUSÕES

Clethodim isolado ou associado a outros inibidores da ACCase foram eficazes no controle de plantas adultas de capim-amargoso até 28 dias após a aplicação dos herbicidas.

As plantas de capim-amargoso conseguiram rebrotar com mais intensidade após tratadas com clethodim (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) isolado ou associado com fenoxaprop (55 ou 88 g i.a. ha<sup>-1</sup>).

A associação de clethodim com haloxyfop resultou em melhor controle de *D. insularis*, confirmado pela menor rebrota das plantas.

## REFERÊNCIAS

- Asociación Latino Americana De Malezas (1974) Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas. **ALAM**, 1: 35-38.
- Canedo IF, Araújo LS, Silva LGB, Valente MS, Freitas MAM & Cunha PCR (2019) Susceptibilidade diferencial ao herbicida glyphosate e capacidade de rebrota de populações de capim-amargoso. *Revista Ceres*, 66:18-25.
- Carvalho LB, Alves PLCA, González-Torralva F, Cruz-Hipolito HE, Rojano-Delgado AM, De Prado R, Gil-Humanes J, Barro F & De Castro MD (2012) Pool of resistance mechanisms to glyphosate in *Digitaria insularis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60:615-622.
- Cassol M, Mattiuzzi MD, Albrecht AJP, Albrecht LP, Baccin LC, Souza CNZ (2019) Efficiency of isolated and associated herbicides to control glyphosate-resistant sourgrass. *Planta Daninha*, 37:1-8.
- Christoffoleti PJ & López-Ovejero RF (2008) Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: Christoffoleti PJ (Coord.). Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR), 120 p.
- Correia NM, Acra LT & Balieiro G (2015) Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate-resistant population. *Planta Daninha*, 33:93-101.
- Correia NM; Durigan JC (2009) Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria Insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. *Bragantia*, 68:689-697.
- Duke SO & Powles SB (2008) Glyphosate: a once in a century herbicide. *Pest Management Science*, 64:319-325.
- Gazziero DLP, Adegas FS, Silva AF & Concenço G. (2019) Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference. *Planta Daninha*; 37:01-10.
- Gazziero DLP, Voll E, Fornarolli D & Adegas LFS (2012) Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Campo Grande. Anais, SBCPD. p.346-350.
- Harker KN & O’Sullivan PA (1991) “Synergistic mixtures of sethoxydim and fluazifop on annual grass weeds”. *Weed Technology*, 5: 310–316.

- Kissmann, K.G.; Groth, D. Plantas infestantes e nocivas. São Paulo: BASF, 2.ed., 1997. 825p.
- Kukorelli G, Reisinger P & Pinke G (2013) ACCase inhibitors herbicides – selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. *International Journal of Pest Management*. 59:165-173.
- Lopez Ovejero RF, Takano HK, Nicolai M, Ferreira A, Melo MSC, Cavenaghi AL, Christoffoleti PJ & Oliveira Jr RS (2017) Frequency and dispersal of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations across brazilian agricultural production areas. *Weed Science*, 65:285-294.
- Machado AFL, Ferreira LR, Ferreira FA, Fialho CMT, Tuffi Santos LD & Machado MS (2006) Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, 24:641-647.
- Machado AFL, Meira RMS, Ferreira LR, Ferreira FA, Tuffi Santos LD, Fialho CMT & Machado MS (2008) Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, 26:01-08.
- Martins JF, Barroso AAM, Alves, PLCA (2017) Effects of environmental factors on seed germination and emergence of glyphosate resistant and susceptible sourgrass *Planta Daninha*, 35:01-08.
- Martins JF, Barroso AAM, Carvalho LB, Cesarin AE, Amaral CL, Nepomuceno MP, Desidério JA, Alves PLCA (2016). Plant growth and genetic polymorphism in glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis* L. Fedde). *Australian Journal of Crop Science*, 10:1466-1473.
- Melo MSC, Rocha LJFN, Brunharo CACG, Nicolai M, Tornisiello VL, Nissen SJ & Christoffoleti PJ (2019) Sourgrass resistance mechanism to the herbicide glyphosate. *Planta Daninha*; 37:01-12.
- Mendonça GS, Martins CC, Martins D & Costa NV (2014) Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* ((L.) Fedde). *Revista Ciência Agrônômica*, 45:823–832
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. Portaria nº 112, de 8 de outubro de 2018. *Diário Oficial da União*. 2019, edição: 198, seção: 1, p. 4 (Publicado em: 15/10/2018) Online. 2019. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182)>. Acesso em 21 de novembro de 2019.
- Mondo VHZ, Carvalho SJP, Dias ACR & Marcos Filho J (2010) Light and temperature effects on the seed germination of four *Digitaria* weed species. *Revista Brasileira de Sementes*, 32:131–137.

- Oliveira RS (2011) Mecanismo de Ação de Herbicidas In: Oliveira RS, Constantin J & Inoue MH, *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba. Omnipax. p.141-192.
- Parreira MC, Espanhol M, Duarte DJ & Correia NM (2010) Manejo químico de *Digitaria insularis* em área de plantio direto. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*, 5:13-17.
- R development core team (2017) R: A Language and environment for statistical computing. Disponível em: <http://www.Rproject.org>. Acessado em: 21 de abril de 2017.
- Roman ES, Vargas L, Rizzardi MA, Hall L, Beckie H & Wolf TM (2005) Como funcionam os herbicidas : da biologia à aplicação. Passo Fundo. Gráfica Editora Berthier. 152p.
- Takano HK, Oliveira Jr, RS, Constantin J, Mangolim CA, Machado MFPS, Bevilaqua MRR (2018) Spread of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*): Independent selections or merely propagule dissemination? *Weed Biology and Management*, 18:50-60.
- Timossi PC, Durigan JC & Leite GJ (2006) Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. *Planta Daninha*, 24:475-480.
- Zobiole LHS, Krenchinski FH; Albrecht AJP, Pereira G, Lucio FR, Rossi C & Rubin RS (2016) Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 15:157-164.