

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DO TEMPO DE PERENIZAÇÃO NA EFICÁCIA DO GLIFOSATO E
CLETODIM NO CONTROLE DO CAPIM-AMARGOSO**

Marcos Vinícius Cardoso Garcia

JABOTICABAL – SP
1º semestre/2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DO TEMPO DE PERENIZAÇÃO NA EFICÁCIA DO GLIFOSATO E
CLETODIM NO CONTROLE DO CAPIM-AMARGOSO**

Marcos Vinícius Cardoso Garcia

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Coorientador: Me. Heytor Lemos Martins

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
Graduação em Engenharia Agrônoma.

JABOTICABAL – SP

1º semestre/2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Patricia Alves Cardoso Garcia e ao meu pai Marcos Antonio Garcia. Meus exemplos de amor, companheirismo e amizade.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marcos e Patricia, as minhas irmãs Aline e Nayara, e aos meus sobrinhos João Miguel, Bernardo e Isabela, por me darem todo amor, apoio, amizade e forças para lutar em todos os momentos de minha vida. Por todos os ensinamentos e pela contribuição em toda minha formação. Para vocês, todo meu amor e gratidão, sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, por todas as oportunidades, pela paciência e amizade, por todos seus ensinamentos, e além de tudo por toda sua generosidade e humanidade com todos. Ao senhor, toda gratidão e amizade do coração.

Ao meu coorientador, Me. Heytor Lemos Martins, por toda sua parceria ao longo do tempo, pela paciência, pelos ensinamentos que sempre buscou transmitir com muita dedicação e pela força que sempre me deu para conseguir alcançar meu objetivo. Agradeço a amizade estabelecida, que com certeza levarei pro resto da vida.

Ao técnico José Valdir Fidelis Martins, por toda ajuda, dedicação, ensinamentos, e pela amizade que foi construída durante o período de estágio e que levarei pro resto da vida.

A Treyce Stephane Cristo Tavares, por todo carinho, amizade e apoio que me deu ao longo de nossa amizade.

A toda família LAPDA, por todos os momentos, e por serem o alicerce de toda trajetória desse trabalho.

Aos amigos que sempre me ajudaram nas tarefas desempenhadas no laboratório, em especial Vitor Adriano Benedito (Chambra), ao João Pedro de Camargo Bruno (Abusado) e ao Henrique Sanches (Vinagrete), pelos momentos de trabalho e descontração.

A Giovanna Roque Siqueira de Oliveira que esteve comigo nos momentos de tensão, sempre sendo companheira e carinhosa.

Aos meus amigos da República Arapuka, por todo companheirismo e por serem minha família durante os 5 anos da graduação, tornando os momentos de luta mais simples e felizes.

Aos meus amigos/irmãos que sempre estão comigo, Paulo Sérgio Barboza Sobrinho, e ao Fernando Henrique Said Querino, por toda irmandade desde sempre.

A Deus, pela minha existência e por sempre iluminar meu caminho e me guiar,
sempre me dando forças pra alcançar todos os meus sonhos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhe da área experimental com a disposição das parcelas experimentais, sendo a área em azul referente à irrigação.....	18
Figura 2 - Dados climatológicos da região de Jaboticabal-SP entre o período de dezembro de 2019 a dezembro de 2021.	19
Figura 3 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso não roçadas (PNR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de janeiro a junho.	22
Figura 4 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso não roçadas (PNR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de julho a dezembro.	24
Figura 5 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso roçadas (PR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de janeiro a junho.	27
Figura 6 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso roçadas (PR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de julho a dezembro.	28
Figura 7 - Porcentagem de controle da planta não roçada de capim-amargoso aos 49 dias após a aplicação da mistura de glifosato com clethodim, nos sistemas irrigados e de sequeiro, em função dos meses das aplicações.....	29
Figura 8 - Porcentagem de controle da planta roçada de capim-amargoso aos 49 dias após a aplicação da mistura de glifosato com clethodim, nos sistemas irrigados e de sequeiro, em função dos meses das aplicações.....	30
Figura 9 - Correlação entre a porcentagem de controle da planta de capim-amargoso roçada e não roçada nos sistemas irrigados e de sequeiro com a eficácia de controle avaliada aos 49 dias após a aplicação da mistura de glifosato com cletodim.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições climáticas no momento das pulverizações, onde: Var. (Variedades), DAp (Dia de aplicação), Temp. Ar (Temperatura do ar), VV (Velocidade do vento)... 18

Tabela 2 - Escala ALAM (1974) para porcentagem de controle adotada, com as respectivas denominações..... 19

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVO	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 Capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>)	11
3.2 Controle de plantas daninhas e sua interferência nas culturas	13
3.3 Resistência à herbicidas	15
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5 RESULTADOS	20
6 DISCUSSÃO.....	31
7 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMO

O capim-amargoso é uma planta daninha de rápida disseminação que está presente em várias regiões do Brasil e do mundo. Dentre as plantas daninhas de difícil controle, possui grande relevância devido a sua resistência ao glifosato. Desta forma, este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito do tempo da perenização na eficácia da mistura de glifosato e cletodim no controle do capim-amargoso em pós-emergência. O experimento foi realizado em área sem histórico de infestação de *D. insularis*, com e sem irrigação, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FCAV/UNESP. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados, com 12 tratamentos e 4 repetições, onde os tratamentos foram constituídos pelos meses de semeadura, totalizando 48 parcelas para cada condição de irrigação. Após um ano, metade de cada parcela foi roçada e a outra metade permaneceu no mato e, após 30 dias, aplicou-se a mistura de glifosato com clethodim, acrescida de óleo mineral. Por ocasião das aplicações, foi determinada a altura média das plantas roçadas (PR) e não roçadas (PNR). Os dados meteorológicos registrados durante o experimento foram coletados com a Estação Agroclimatológica da FCAV. O controle da planta daninha foi avaliado aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a aplicação (DAA), por meio da escala visual de notas da ALAM. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para as plantas não roçadas (PNR), os meses de Janeiro a Abril, e Agosto a Setembro apresentaram alta eficiência de controle do capim-amargoso na condição de sequeiro, entretanto, essa eficiência sofreu uma redução acentuada nos meses de Maio a Junho e Outubro a Dezembro. Comportamentos semelhantes foram observados para as plantas roçadas (PR), onde houve alta eficiência de controle de Janeiro a Abril e de Agosto a Outubro para as condições de sequeiro. Em Maio houve redução no controle em condições de sequeiro, o que se estendeu até Junho e Julho, porém, nos mesmos meses, houve alta eficiência de controle para as plantas irrigadas. Em Novembro e Dezembro, voltou a ocorrer redução na eficiência de controle. Assim, conclui-se que, para plantas não roçadas as maiores porcentagens de controle estão no período de sequeiro e, para plantas roçadas, o período irrigado auxiliou no melhor controle. Os meses de maio, junho e julho, em ambos os sistemas de irrigação, tanto para PR e PNR apresentaram menor efetividade do controle do capim-amargoso perenizado.

ABSTRACT

The bitter grass is a rapidly spreading weed that is present in several regions of Brazil and the world. Among the difficult-to-control weeds, it has a great sanctuary due to its resistance to glyphosate. Thus, this work aims to evaluate the effect of perennialization time on the effectiveness of the mixture of glyphosate and clethodim in the control of bittergrass in post-emergence. The experiment was carried out in an area with no history of infestation by *D. insularis*, with and without irrigation, at the Teaching, Research and Extension Farm of FCAV/UNESP. An experimental design of randomized blocks was used, with 12 treatments and 4 replications, where the treatments consisted of months of sowing, totaling 48 plots for each irrigation condition. After one year, half of each plot was mowed and the other half registered in the bush and, after 30 days, a mixture of glyphosate and clethodim, added with mineral oil, was applied. At the time of the applications, the average height of the mowed (PR) and non-mowed (PNR) plants was determined. Meteorological data recorded during the experiment were collected with the FCAV's Agroclimatological Station. Weed control was evaluated at 7, 14, 21, 28, 35, 42 and 49 days after application (DAA), using the ALAM visual rating scale. The data were analyzed using the analysis of variance using the F test and the means were detected using the Tukey test at a 5% probability level. For the uncut plants (PNR), the months from January to April, and August to September showed high control efficiency of bittergrass in the rainfed condition, however, this efficiency suffered a sharp reduction in the months of May to June and October to December. Similar behavior was observed for mowed plants (PR), where there was high control efficiency from January to April and from August to October for rainfed conditions. In May, there was a reduction in control under rainfed conditions, which extended from June to July, however, in the same months, there was high control efficiency for irrigated plants. In November and December, there was again a reduction in control efficiency. Thus, it is concluded that, for non-cut plants, the highest percentages of control are in the rainfed period and, for plants cut, the irrigated period helped in the best control. The months of May, June and July, in both irrigation systems, both for PR and for PNR, underwent perennial bittergrass control.

1 INTRODUÇÃO

O capim amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) é uma gramínea que pertence à família Poaceae que apresenta característica perene, ou seja, mantém seu desenvolvimento durante o ano todo (LORENZI, 2014). Ele possui folhas com bainha aberta que envolvem o entrenó, lígula membranácea curtíssima e colar evidente. Lâmina linear lanceolada, pelos esparsos em ambas as faces e margens finamente serrilhadas (MOREIRA e BRAGANÇA, 2010; LORENZI, 2014). Em campo desenvolve touceiras, além de possuir rizomas que, quando bem nutridos, influenciam diretamente no rebrote das plantas. Essas estruturas auxiliam na sua resistência e persistência no ambiente, dificultando ainda mais o seu controle (MOREIRA e BRAGANÇA, 2010). Dentre as plantas daninhas de difícil controle, o capim-amargoso vem apresentando crescente importância nas lavouras brasileiras produtoras de soja (LOPEZ OVEJERO et al., 2017), onde exerce sua competição.

A competição entre plantas é um fator importante que pode afetar significativamente qualquer cultura de interesse do homem. O capim-amargoso é uma planta extremamente competitiva, o que interfere negativamente entre as culturas de interesse, uma vez que desfavorece seu desenvolvimento (MELO et al., 2015). Assim, como toda planta daninha, a competição por diferentes populações está ligada à disputa de luz, água, espaço e nutrientes de uma mesma área (PITELLI, 1985). A competição por nutrientes entre as plantas acaba gerando grandes perdas para o homem, uma vez que o capim-amargoso, por apresentar grande densidade em uma determinada área, pode acarretar números altos de perdas (FORTE et al., 2017).

Em diferentes trabalhos testando o efeito da competição, é possível observar que, a predominância de capim-amargoso em uma área pode impactar em até 57,5% a produtividade de soja, por exemplo, com a redução do número de vagens por planta (KASHIWAQUI, 2016; PIAZENTINE, 2021; SCHIMITZ, 2021). Esta redução está ligada à competição pelos recursos disponíveis no meio, principalmente água, luz e nutrientes, mas, também por meio de liberação de substâncias alelopáticas, atuando como hospedeiros de pragas e doenças e interferindo nas práticas de colheita (PITELLI, 1985; FORTE et al., 2017).

Para o controle dessas plantas que infestam os sistemas de cultivo, o método químico é o mais utilizado, pois possui vantagens se comparado à capina manual,

reduzindo as perdas, com menor custo, sendo mais eficiente e prático, além de permitir o controle de plantas daninhas em épocas chuvosas, sem prejudicar o desenvolvimento da cultura (SILVA, VIVIAN, OLIVEIRA-JR, FREITAS, 2007).

Contudo, o uso de herbicidas com mesmo mecanismo de ação e por muito tempo, bem como o uso em superdose faz com que as plantas daninhas se tornem tolerantes ou até resistentes às moléculas que são utilizadas (RASSAEIFAR et al., 2013). Levando em consideração que o número de herbicidas alternativos disponíveis para controle de biótipos resistentes encontra-se restrito e o desenvolvimento moléculas está cada vez oneroso e difícil, a resistência dessas plantas a herbicidas se torna um grande desafio para a agricultura (RIAR et al., 2013; MATZRAFI et al., 2015).

É de grande naturalidade que o glifosato fosse a principal ferramenta no controle do capim-amargoso, dada a sua adoção no sistema de plantio direto, mas, com o passar do tempo, houve aumento na população das plantas que desenvolveram resistência ao glifosato, o que se tornou um grande problema. O desenvolvimento desta resistência, fez com que fossem utilizadas outras alternativas no controle do capim-amargoso como, por exemplo, a mistura de herbicidas à base de glifosato com outros tipos de herbicidas, como os inibidores da ACCase (MENDES, SILVA, 2022). Essas misturas têm mostrado resultados promissores na busca de um controle mais efetivo de plantas como o capim-amargoso (RAIMOND et al., 2019; DE LIMA GASPAR et al., 2019; MILAGRES, FREITAS, 2022), cuja eficácia é influenciada pela altura da roçada (RAIMONDI et al, 2019).

O capim-amargoso é uma das principais plantas daninhas que desenvolveram resistência ao glifosato no Brasil (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2017; SOUSA et al., 2020). Seus primeiros casos de resistência ao glifosato foram relatados em 2005 e 2008 no Paraguai e no sul do Brasil, respectivamente (CARVALHO et al., 2011; HEAP, 2020). Recentemente, o capim-amargoso está amplamente distribuído em distintas regiões brasileiras, isso devido à sua rápida disseminação (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2017; TAKANO et al., 2018).

2 OBJETIVO

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tempo da perenização na eficácia da mistura de glifosato e cletodim no controle do capim-amargoso em pós-emergência.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Capim-amargoso (*Digitaria insularis*)

O capim-amargoso é uma espécie nativa das regiões tropicais e subtropicais da América, frequentemente encontrada em áreas de pastagens, plantações de café, pomares, lavouras, à beira de estradas e terrenos baldios (MACHADO et al., 2008; VELDMAN e PUTZ, 2011). Nos últimos anos tem sido considerada uma planta daninha problemática e tornou-se uma das principais espécies infestantes nos cultivos no Brasil (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2016). No Brasil, é encontrado em grande intensidade nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste (MOREIRA, BRAGANÇA, 2010; LORENZI, 2014; CARVALHO, NICOLAI, 2016). Essa espécie apresenta agressividade e rusticidade, que infesta os mais diversos sistemas produtivos e vem apresentando diversas adaptações a diferentes condições.

O capim-amargoso, gramínea perene, apresenta estrutura de touceiras, caule subterrâneo do tipo rizoma. Em suas partes aéreas, existem colmos cilíndricos e canaliculares com uma altura de até 1 metro, o qual apresenta pouca ramificação ou ausência das mesmas (MACHADO et al., 2008; MOREIRA, BRAGANÇA, 2010; LORENZI, 2014). Suas folhas possuem bainha aberta, as quais envolvem quase todo o entrenó e, também apresenta uma lígula membranácea curtíssima e colar evidente. É constituído de lâmina linear lanceolada com pelos esparsos em ambas as faces e margens finamente serrilhadas (MOREIRA, BRAGANÇA, 2010; LORENZI, 2014).

A inflorescência do capim-amargoso é do tipo panícula ramificada e terminal, a qual constitui numerosas espigas de cor branca-prateada com diversas espiguetas que consistem em seu entorno pelos sedosos. As espigas encontradas na panícula, quando jovens são unificadas e, quando avançam o estágio para planta adulta, são dilatadas e pendentes para um lado. Seu reconhecimento em campo pode ser realizado por meio da inflorescência no estágio de maturação, devido às características acima citadas. Seu fruto é do tipo cariopse, o qual é uma das unidades de dispersão juntamente com a fragmentação do rizoma (MOREIRA, BRAGANÇA, 2010).

A capacidade de adaptação é um grande trunfo da *D. insularis*. Elas podem se reproduzir de forma assexuada, por fragmentação do rizoma, ou de forma sexuada pela elevada produção de sementes (MACHADO et al., 2008; GEMELLI et al., 2012), com

elevado número de sementes, os quais chegam a ser estimados em até 75 mil por ano (CARVALHO et al., 2011; FRAGA et al., 2016; FRATINE, MESCHÉDE, 2016).

Seu método de reprodução se divide em duas formas: na forma assexuada (que ocorre por fragmentação do rizoma) e na forma sexuada (elevada produção de sementes) (MACHADO et al., 2008; GEMELLI et al., 2012). A planta possui sementes muito leves e com alto poder de germinação, além de componentes que se assemelham a uma pluma, o que favorece muito sua dispersão pelo ambiente, fazendo com que as sementes percorram quilômetros em sua propagação (MACHADO et al., 2008; MOREIRA, BRAGANÇA, 2010; LORENZI, 2014).

A germinação de sementes do capim-amargoso tem um melhor desenvolvimento em temperaturas de 25°C ou 35°C (MENDONÇA et al., 2014; OREJA et al., 2017). Quando submetidas à temperatura de 45°C a germinação é inibida completamente (MENDONÇA et al., 2014). Além disso, para esta espécie, a luz não se torna um fator limitante, como demonstrado em alguns estudos, apresentando uma maior germinação no período de primavera-verão (MONDO et al. 2010; CARVALHO, NICOLAI, 2016; MARTINS et al., 2017).

Possui metabolismo fotossintético do tipo C4, ou seja, o aproveitamento da luz solar e resposta fotossintética são maiores em condições de alta irradiação solar e altas temperaturas (TAIZ, ZEIGER, 2017). Estas características a tornam uma planta agressiva em competição com plantas cultivadas (MOREIRA, BRAGANÇA, 2011; LORENZI, 2014). Quando se estabelece com a formação dos rizomas, a dificuldade de controle químico é elevada (GEMELLI et al., 2012).

Além disso, o aumento exponencial nas ocorrências de casos de resistência e o aumento crescente na dose necessária de glifosato para o controle de capim-amargoso dificultam o manejo da espécie e evidenciam a importância do estudo de novas estratégias de controle (MELLO, 2011).

O capim-amargoso, por possuir um destaque negativo, acabou integrando lista de pragas de maior importância econômica e com elevado risco fitossanitário para diversos cultivos agrícolas (MAPA, 2018). Assim, segundo a pesquisa realizada por Gazziero e colaboradores (2019), plantas de capim-amargoso com formação de touceiras possuem capacidade de maiores interferências nos níveis de perda de produtividade, quando comparadas àquelas oriundas de sementes.

Regiões onde há presença de populações de capim-amargoso resistentes ao glyphosate exige necessidade de aplicação de herbicidas alternativos a ele, com objetivo

final de um controle da espécie. Dentre os herbicidas, aqueles que atuam na inibição da enzima da acetil-CoA carboxilase (ACCase), podem ser considerados as melhores opções para controle de capim amargoso em pós emergência (CORREIA, DURIGAN, 2009). Dessemelhante do glyphosate, o qual atua no sistema de produção de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina e fenilalanina) por meio de inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), sua atuação está ligada também ao bloqueio da biossíntese de ácidos graxos, interrompendo a formação de lipídios e metabólitos secundários nas plantas suscetíveis (DUKE, POWLES, 2008; KUKORELLI et al., 2013).

De modo geral, os inibidores da ACCase podem ser recomendados isoladamente ou em associação com o glyphosate, como já estudado em trabalhos anteriores (CASSOL et al., 2019; DE GASPAR et al., 2019; RAIMONDI et al., 2019). Contudo, em aplicações únicas ou até mesmo associadas ao glyphosate, os inibidores da ACCase atuam com melhoria no processo de controle de plantas adultas de capim-amargoso, mas não forneceram o controle efetivo (CORREIA, ACRA, BALIEIRO, 2015; ZOBIOLE et al., 2016; CASSOL et al., 2019).

3.2 Controle de plantas daninhas e sua interferência nas culturas

O manejo inadequado das plantas daninhas está entre os fatores que mais promovem prejuízos aos cultivos agrícolas, visto que competirá com a cultura pelos mesmos fatores para o seu crescimento, a exemplo de água, luz, nutrientes e espaço, promovendo uma interferência direta no desenvolvimento da cultura (VASCONCELOS, 2012).

Interferência pode ser definida como o efeito adverso que uma planta pode exercer sobre o crescimento e o desenvolvimento de outras plantas que se encontram próximas. Em se tratando de plantas daninhas, a interferência diz respeito ao conjunto de ações que uma determinada cultura recebe na presença das plantas daninhas (HIJANO et al., 2021).

A interferência dessas plantas nas culturas pode-se dar de maneira indireta, por meio do inicialismo, da hospedagem de pragas e patógenos e dos prejuízos ao manejo; e de forma direta, por meio da competição, do parasitismo e da alelopatia (CARVALHO, 2013). A interferência está relacionada a vários aspectos, dentre eles o grau de interferência (PITELLI, 1985).

O grau de interferência está relacionado a fatores como a própria cultura, a exemplo da cultivar utilizada, do espaçamento escolhido e da densidade de semeadura da cultura; a comunidade de plantas daninhas, a exemplo da composição específica, da densidade e da distribuição; ao ambiente, como solo, clima e manejo cultural, entre outros (CARVALHO, 2011). O grau de interferência também pode estar relacionado ao tempo que a cultura e as plantas daninhas convivem, e a tolerância dos períodos de convivência da cultura com a comunidade infestante será definido com os períodos críticos de interferência (PITELLI, 1985).

Nos dias atuais, as plantas daninhas têm sido um grande desafio na agricultura por sua agressividade e por apresentarem grande adaptabilidade às condições adversas. A presença destas plantas nas áreas cultivadas pode ocasionar perdas de rendimentos, menor qualidade da produção, além da depreciação no valor de terras infestadas (ALBRECHT et al., 2021).

Segundo Piazzentine (2011), ao se comparar uma área que a cultura da soja permaneceu livre da interferência do capim amargoso com outra onde a cultura foi mantida em convivência com o mesmo, notou-se que a redução na produtividade da soja foi de 59,3%. Também são encontradas interferências para cultura do milho, onde a partir da densidade de duas plantas de amargoso, onde a massa seca (34 %), altura (58,1%), diâmetro do caule (41,38%) (OLIVEIRA, FREITAS, 2021) e peso de mil grãos (29%) (PIAZENTINE, 2021) sofrem reduções relevantes, o que, consequentemente reflete na redução da produtividade. A presença do amargoso em áreas de cultivo reduz a produtividade de até 69% no feijão, 86% no milho e 92,5% na soja (SILVA et al., 2009; PIAZZENTINE, 2021; TOMAZIN et al., 2022). Ademais, Gazziero et al. (2019) observaram que a interferência do capim-amargoso é maior quando as plantas são oriundas de touceiras (perenizadas), quando comparadas às plantas oriundas de sementes. Trabalhos como estes denotam a importância do manejo eficaz de plantas daninhas em sua fase inicial, uma vez que plantas perenizadas de capim-amargoso podem ocasionar elevadas perdas nas lavouras (GAZZIERO et al., 2019).

Para controle dessas plantas infestantes, existem diversos meios, dentre eles, o uso de produtos químicos (herbicidas), sendo este o método mais usual e com maior eficiência para os produtores, visto que os mesmos buscam também um menor tempo para ação (FONTES et al., 2003, ADEGAS et al., 2017). Contudo, por muitas vezes, o uso desses herbicidas passa a ser exacerbado e com doses diferentes daquelas recomendadas, como meio de acelerar ainda mais o processo de controle dessas plantas daninhas. Porém, o uso

desses herbicidas da maneira acima citada ocasiona um período residual maior do que o prescrito, bem como auxilia que a planta daninha em contato com essas moléculas por um período de tempo pode acabar se tornando tolerante ou até mesmo adquirindo resistência (MENDES, SILVA, 2022).

3.3 Resistência à herbicidas

A resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser definida como a capacidade de uma população sobreviver e reproduzir após a aplicação de uma dose de herbicida que teoricamente seria letal para a espécie em questão (WSSA, 1998; VENCILL et al., 2012).

Assim, por motivos de resistências dessas plantas, o controle tem se tornado difícil em diversas áreas de cultivo intensivo. A resistência adquirida por essas plantas é advinda de características genéticas as quais permitem que os indivíduos de uma população sobrevivam à exposição de um herbicida, bem como apresentem forte vantagem competitiva sobre aqueles suscetíveis, gerando um domínio da população (POWLES, PRESTON, 1998).

A evolução da resistência dessas populações se dá por meio de três estádios: 1) eliminação dos biótipos sensíveis em detrimento daqueles mais resistentes e/ou tolerantes; 2) eliminação geral do biótipos, com exceção daqueles que apresentam resistência, fazendo com que haja seleção de indivíduos heterozigotos dentro de uma população com elevada tolerância; e 3) cruzamento entre os bióticos sobreviventes, ocasionando a geração de indivíduos com maior grau de resistência, os quais poderão sofrer mutações posteriormente (VILA-AIUB, 2019; VILA-AIUB, YU, POWLES, 2019).

Atualmente entender da resistência de plantas daninhas é de suma importância, ainda mais considerando que são poucos os herbicidas alternativos para controle dos biótipos resistentes. Esses casos ocorrem em diferentes espécies, com algumas de maior ocorrência, como por exemplo, o capim-amargoso, o que torna mais completo e oneroso o controle dele (HEAP, s.d).

São identificados 513 casos de resistências, em 267 espécies, os quais são reportados em 71 países. Dessas 267 espécies, 113 são monocotiledôneas e 154 eudicotiledôneas. Dentre os 31 mecanismos de ação existentes, as plantas daninhas desenvolveram resistência a 21 e, também, a 165 herbicidas diferentes (HEAP, s.d).

Em consequência da resistência adquirida pelo uso intensivo de herbicidas que possuem glifosato em sua composição, uma alternativa viável compreende na aplicação de graminicidas, como os inibidores da ACCase, isoladamente, em sequência ou mistura com outros herbicidas para garantir melhor eficiência no controle (GAZZIERO et al., 2019). De acordo com Barroso e colaboradores (2014), os herbicidas clethodim e haloxyfop mostram boa eficiência no controle de capim-amargoso em estádios avançados de desenvolvimento. Porém, a atividade do herbicida em pós-emergência, tal como a eficiência de seu controle em relação às plantas daninhas pode ser afetada pelos estádios fenológico e morfológico em que a planta se encontra no momento da aplicação, além das condições ambientais durante a aplicação, como exemplo, a precipitação pluvial (KUDSK et al., 1990), e a altura da roçada (RAIMONDI et al., 2019).

A precipitação pluvial pode tanto beneficiar como prejudicar a eficácia da aplicação. Como pontos negativos, pode-se citar a intensidade de chuva, volume elevado de água, que pode reduzir a toxicidade do ingrediente ativo por meio de lavagem das moléculas nas folhas, as quais ainda não foram absorvidas pela planta. Quanto ao lado positivo é que, se há uma precipitação pequena após a aplicação do herbicida, ela favorece a redistribuição da gota na folha, auxiliando no umedecimento foliar (PIRES et al., 2000; MENDES, SILVA, 2022), além de evitar que um possível estresse hídrico comprometa a metabolização do herbicida. Sendo assim, tem-se diversas variações quanto ao período crítico e a pulverização, pois ela poderá variar de acordo com tipo de formulação, dose, solubilidade do produto quando em água, a espécie a ser controlada, o estágio de desenvolvimento e a intensidade pluviométrica (SOUZA, 2010; DEL BEM JÚNIOR, 2021).

Como meio de contornar o problema acima citado, a tecnologia de aplicação de herbicidas, por ser um campo relevante na busca pela otimização do controle das plantas daninhas, apresenta, dentre as ferramentas disponíveis, o uso de adjuvantes utilizando-os em mistura em tanque, onde esses compostos podem modificar as características das gotas formadas. Essas modificações possibilitam a melhor deposição, distribuição das folhas das plantas alvo, além atuarem na redução da dispersão do produto durante a aplicação, em detrimento da alteração do espectro de gotas. Assim, eles atuam na mitigação do impacto ambiental causado pelos herbicidas (CAVALIERI, 2017). O uso desses adjuvantes, como, por exemplo, o Assist, utilizado neste experimento, auxilia no aumento da deposição do produto, minimiza perdas por deriva e atua na redução do tempo de penetração (CUNHA et al., 2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de *D. insularis* foram coletadas em área pertencente à Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE, da FCAV, UNESP, câmpus de Jaboticabal-SP. As coletas foram realizadas sempre que houve a produção de sementes, as quais foram acondicionadas separadamente em embalagem de papel devidamente identificadas quanto a espécie, local e data de coleta.

Antecedendo a primeira semeadura a campo, sementes dos lotes foram empregadas para um experimento dose-resposta para avaliar a possível resistência a glifosato, seguindo procedimento descrito por Carvalho et al. (2012).

Dada a redução natural na viabilidade das sementes com o tempo, para a semeadura a campo foi dada preferência aos lotes mais antigos, mas sempre precedida de uma análise de germinação. Quando houve redução da germinação, a semeadura a campo foi realizada de forma a compensar tal redução, procurando-se manter sempre a densidade de 10 plântulas emergidas.

O experimento foi instalado em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FCAV/UNESP, em área sem histórico de infestação de *D. insularis*, sob duas condições contíguas: com e sem irrigação. A área foi previamente preparada por meio de uma aração e duas gradagens, após as quais foi instalado o sistema de irrigação por aspersão em metade da área. A irrigação foi acionada sempre que a demanda hídrica a justificasse, simulando a irrigação de uma cultura.

Foi utilizado delineamento experimental de blocos casualizados, no qual os tratamentos foram constituídos pelos meses de semeadura, em quatro repetições, totalizando 48 parcelas para cada condição de irrigação, conforme ilustrado na Figura 1. As dimensões das parcelas foram de 6,0 x 3,0 m, sendo essa dividida na metade: duas subparcelas de 3,0 x 3,0 m.

B1	T1	T2	T3	T4	T5	T6		T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T7	T8	T9	T10	T11	T12		T7	T8	T9	T10	T11	T12
B2	T4	T8	T1	T11	T9	T3		T4	T8	T1	T11	T9	T3
	T5	T12	T2	T7	T6	T10		T5	T12	T2	T7	T6	T10
B3	T6	T9	T3	T12	T1	T8		T6	T9	T3	T12	T1	T8
	T4	T11	T7	T10	T5	T2		T4	T11	T7	T10	T5	T2
B4	T10	T6	T8	T1	T4	T4		T10	T6	T8	T1	T4	T4
	T9	T2	T11	T5	T3	T7		T9	T2	T11	T5	T3	T7

Figura 1 - Detalhe da área experimental com a disposição das parcelas experimentais, sendo a área em azul referente à irrigação.

Mensalmente, a partir de dezembro de 2019 e pelo período de um ano (até novembro de 2020), foi feita a semeadura à lanço nas parcelas correspondentes, procurando-se manter uma densidade de infestação representativa da região, conforme já mencionado. Decorrido um ano de desenvolvimento das plantas de capim-amargoso após cada mês de semeadura, metade da parcela foi roçada (roçadeira Stihl FS 120) e a outra metade foi deixada como se encontrava; as roçadas iniciaram-se em março de 2021, englobando as parcelas referentes a janeiro, fevereiro e março, e a partir de então passaram a ser mensais. A partir de abril de 2021, cerca de trinta dias após a primeira roçada, foram feitas as aplicações da mistura de glifosato (Zapp QI 620 a 2,0 L p.c./ha) com clethodim (Clethodim Nortox a 0,8 L p.c./ha), acrescida de óleo mineral (Assist a 0,5%). As aplicações da mistura foram realizadas sempre que a altura das novas brotações (rebrote) permitia e, nessas ocasiões, foi determinada a altura média das plantas roçadas (PR) e não roçadas (PNR).

Para as aplicações da mistura dos produtos utilizou-se um pulverizador costal a pressão constante (CO₂), munido de barra com seis pontas XR 11002 espaçadas de 0,5 m, perfazendo uma faixa de 3 m, e ajustado para distribuir 200 L ha⁻¹ de calda, com 2,8 bar de pressão. As condições dos principais elementos climáticos foram registradas no momento da aplicação e podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Condições climáticas no momento das pulverizações,

Var./Meses	1-4	5	6	7-9	10-11	12
------------	-----	---	---	-----	-------	----

DAp	17/04/2021	02/06/2021	15/07/2021	01/10/2021	17/11/2021	22/12/2021
Hora início	9h15	10h00	10h30	9h30	8h30	10h10
Hora final	10h00	10h30	11h00	10h10	9h00	10h35
Temp. Ar	22°C	18°C	25°C	30°C	26°C	24°C
Umidade	73%	74%	36%	40%	57%	66%
VV	Ausente	Ausente	13 km/h	10 km/h	6 km/h	8 km/h
Nebulosidade	Céu encoberto	Céu limpo	Céu limpo	Poucas nuvens	Céu limpo.	Céu Nublado

Var. (Variáveis), DAp (Dia de aplicação), Temp. Ar (Temperatura do ar), VV (Velocidade do vento).

No transcorrer do período experimental, foram registrados os dados dos elementos climáticos de precipitação pluvial, temperaturas máxima, mínima e média para a região de Jaboticabal-SP (Figura 2). Estes dados foram coletados junto a Estação Agroclimatológica da FCAV.

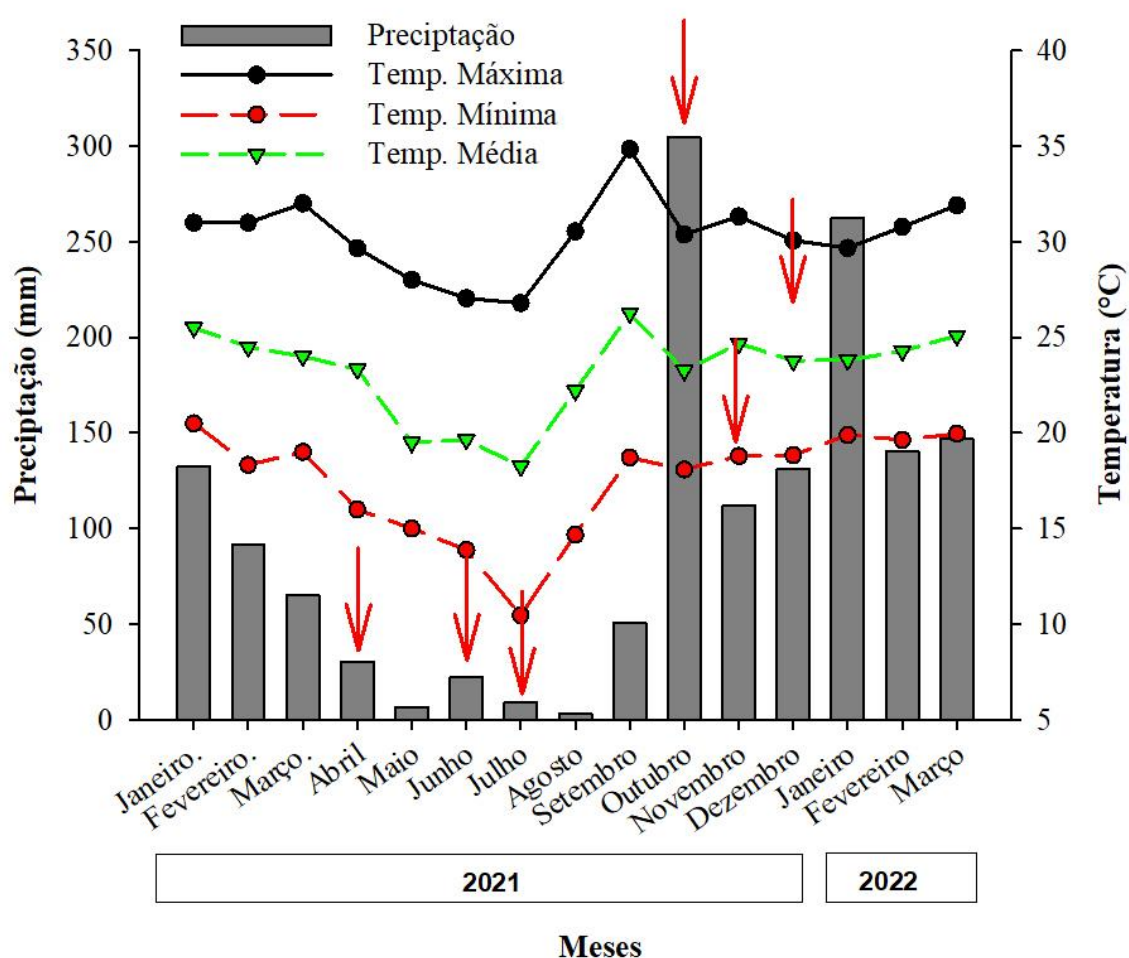


Figura 2 - Dados climatológicos da região de Jaboticabal-SP entre o período de janeiro de 2021 a março de 2022. As setas assinalam os meses das aplicações.

O controle da planta daninha foi avaliado aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a aplicação (DAA), por meio da escala visual de notas da ALAM, cujos valores variam de 0 a 100%, onde zero significa sem nenhum controle e 100% o controle total (ALAM, 1974) (Tabela 2).

Tabela 2 - Escala ALAM (1974) para porcentagem de controle adotada, com as respectivas denominações.

Porcentagem (%)	Grau de controle
0-40	Nenhuma a pobre
41-60	Regular
61-70	Suficiente
71-80	Bom
81-90	Muito Bom
91-100	Excelente

Os resultados obtidos foram expressos por meio das suas médias e respectivos erros. Realizou-se análise de correlação entre as alturas das plantas por ocasião das aplicações, roçadas e não roçadas, nas duas condições de irrigação, e a eficácia de controle da mistura de glifosato com clethodim aos 49 dias após a aplicação.

Para verificar a eficiência de controle entre os meses aos 49 dias após aplicação, verificou-se a normalidade dos dados e homocedasticidade das variâncias pelo teste de Lilliefors e Bartlett ao nível de significância $\alpha = 0,05$. Verificada a normalidade dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS

Observou-se que a aplicação da mistura de glifosato e cletodim em abril de 2021 nas plantas não roçadas (PNR) proporcionou um controle crescente com o tempo das plantas correspondentes as parcelas de janeiro e fevereiro, atingindo seu valor máximo próximo aos 28 dias após a aplicação (DAA), após os quais praticamente se estabilizou (Figura 2). Além disso, já a partir dos 7 DAA, as plantas que não foram irrigadas apresentaram os maiores percentuais de controle quando comparadas às irrigadas,

chegando aos 49 DAA superando 80% de controle, enquanto as irrigadas mantiveram controle entre 70 e 80%. Já nas plantas correspondentes a março, não se constatou diferença entre irrigada e não irrigada, com ambas atingindo o controle máximo próximo aos 35 DAA e chegando aos 49 DAA com eficácia superior a 85%. Ocorreram precipitações pluviais de 130 mm em janeiro, 90 em fevereiro e 65 mm em março (Figura 1), meses que antecederam a aplicação da mistura.

Para o mês de abril, o controle de capim-amargoso também ocorreu de forma crescente dos 7 aos 49 DAA (Figura 2), embora neste mês e no mês seguinte as precipitações acumuladas tenham sido de 30 e 7 mm, respectivamente. Verificou-se que só houve controle considerado muito bom a partir do 42 DAA e na área não irrigada, alcançando um percentual próximo a 90%, enquanto na área irrigada este controle com a mistura não ultrapassou os 70% no decorrer do período de avaliação, sendo que o controle das plantas não irrigadas foi superior aos das irrigadas a partir dos 21 DAA.

Em maio, junho (Figura 2) e julho (Figura 3) houve redução acentuada na eficácia de controle do capim-amargoso pela mistura de glifosato com clethodim, sendo que essa eficácia superou os 60% em áreas de sequeiro, porém não conseguiu ultrapassar o mesmo percentual em área irrigada, no decorrer do período de avaliação. Aos 49 DAA, a eficácia ficou próxima aos 30% nos três meses e nas duas formas de irrigação, ou seja, um controle considerado nulo ou pobre. Nestes três meses, a precipitação acumulada aproximou-se de 37 mm (Figura 1).

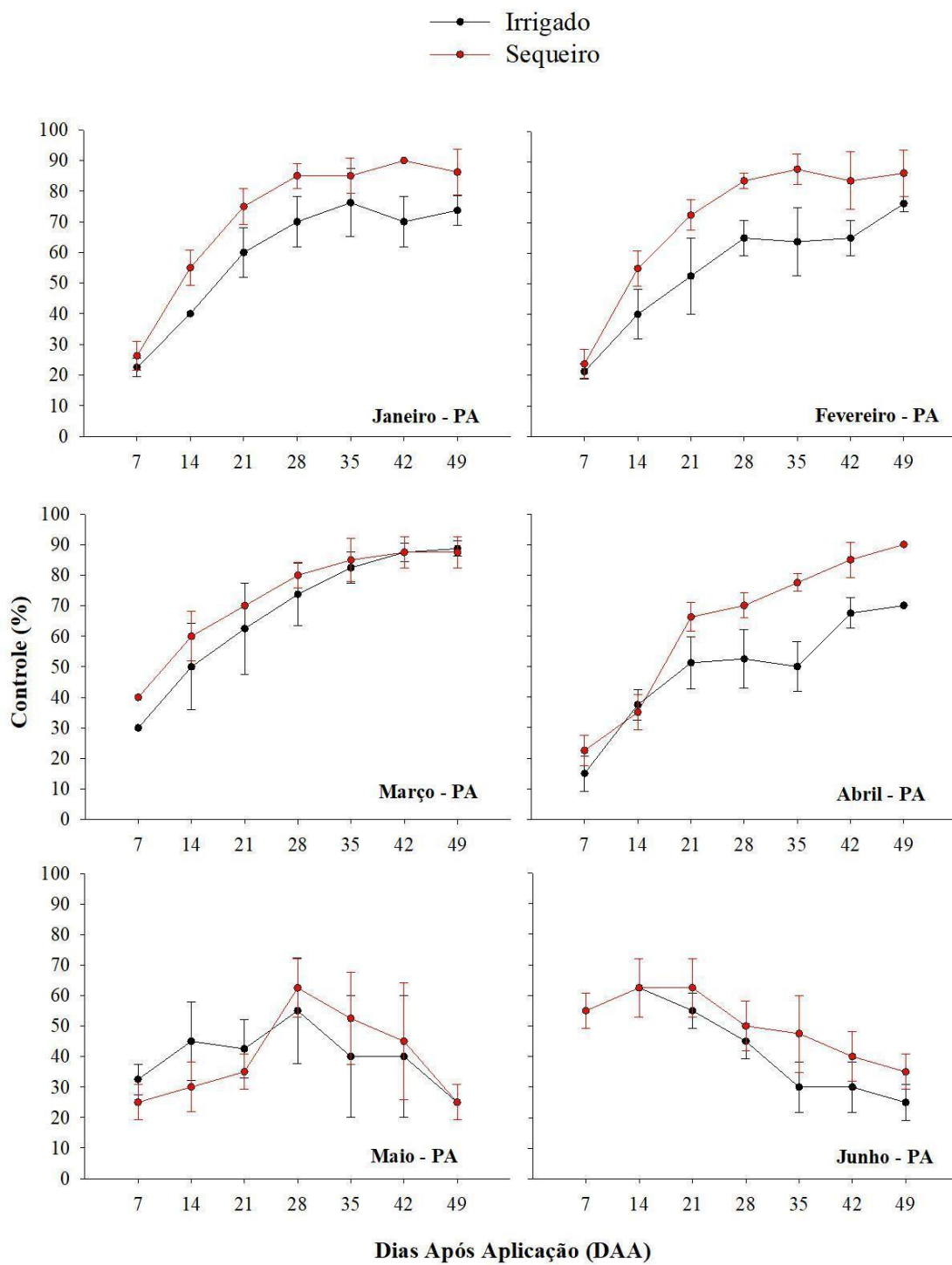


Figura 3 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso não roçadas (PNR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de janeiro a junho.

Nas parcelas referentes a agosto observa-se a retomada do controle crescente do capim-amargoso com o tempo após a aplicação da mistura, ressaltando que essa foi efetuada somente em outubro, enquanto sua roçagem foi em julho, sendo que de julho a setembro a precipitação acumulada foi de 62 mm. Tanto nessas de agosto como nas de setembro observou-se que o controle máximo foi atingido aos 28 DAA, após os quais praticamente se estabilizou superando 90% de eficácia (Figura 3). Nestes dois meses, não se observou diferença da eficácia da mistura no controle de plantas irrigadas e não irrigadas.

Já nas parcelas referentes a outubro, novembro e dezembro voltou a se observar diferença na eficácia de controle de plantas irrigadas e não irrigadas, com as não irrigadas apresentando maior controle a partir dos 21 DAA. Nestes três meses, o controle máximo, cerca de 90%, foi observado aos 28 DAA, após os quais se estabilizou, à exceção da aplicação de outubro, na qual a eficácia decresceu para 80 e pouco mais de 60% aos 49 DAA nas plantas não irrigadas e irrigadas, respectivamente. A precipitação acumulada em outubro, novembro e dezembro foi de 304, 112 e 131 mm, respectivamente.

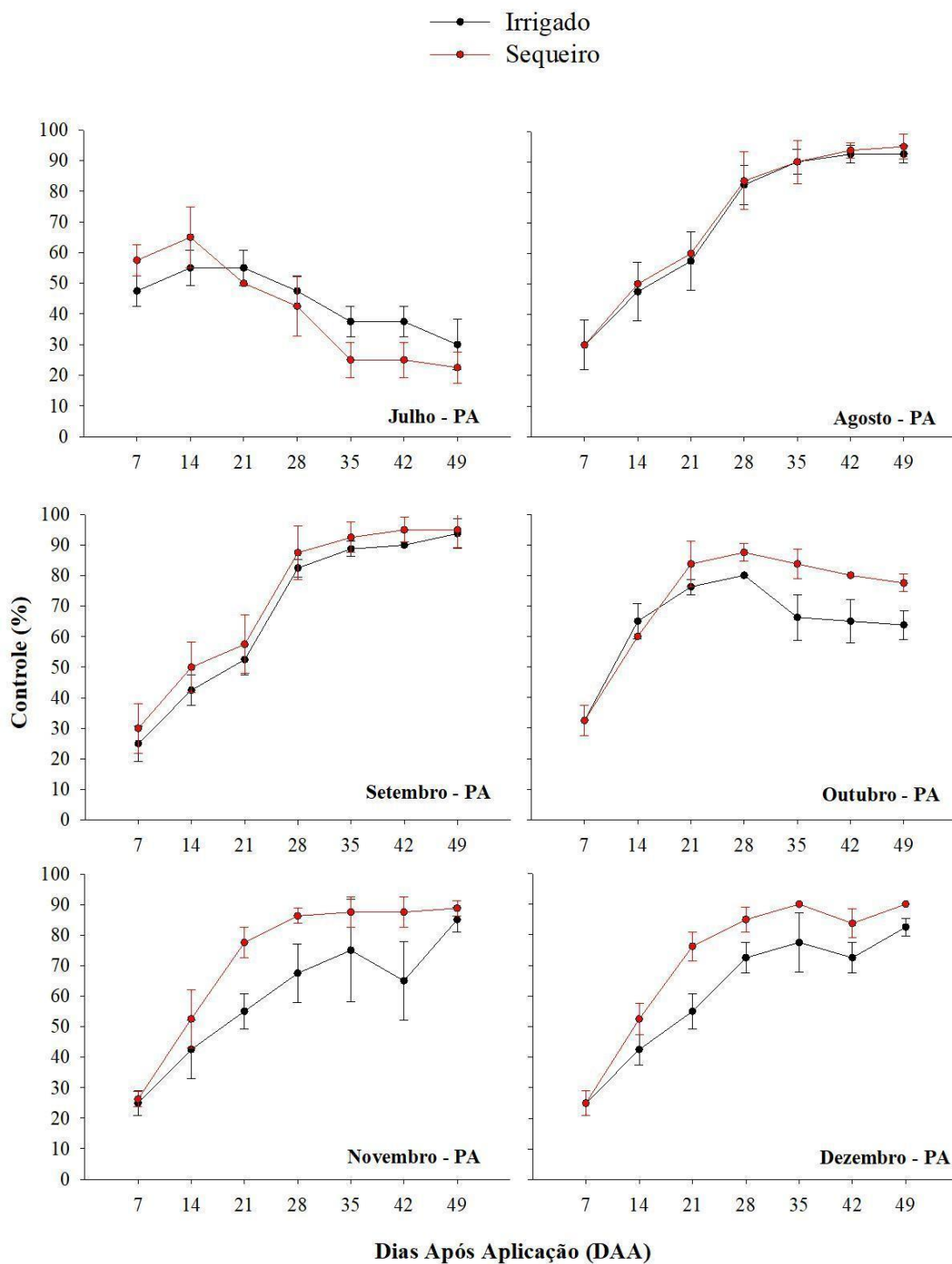


Figura 4 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso não roçadas (PNR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de julho a dezembro.

Considerando-se as plantas que foram roçadas cerca de um mês antes das aplicações, ou seja, plantas de rebrota, verificou-se que nas parcelas referentes aos meses de janeiro e fevereiro a eficácia máxima foi aos 21 DAA, alcançando um percentual bem próximo a 80%, após os quais decresceu, chegando aos 49 DAA com cerca de 60% de

controle para ambas áreas em janeiro, enquanto em fevereiro aos 49 DAA a área submetida a irrigação superou os 60% de controle, e a área de sequeiro, se manteve com 55% de eficácia (Figura 4). Não se constatou diferença na eficácia entre as condições irrigada e não irrigada.

Nas parcelas referentes aos meses de março a abril voltou-se a observar o controle crescente do capim-amargoso com o tempo após a aplicação da mistura, sendo que na aplicação de março não houve diferença entre as condições de irrigação e em abril a irrigação das plantas proporcionou maior controle que as não irrigadas a partir dos 35 DAA (Figura 4), lembrando que após a aplicação realizada em abril houve uma precipitação de 31 mm e mais 6 mm em maio. Nas plantas de março, o controle máximo foi observado aos 35 DAA, mantendo-se até os 49 DAA próximo de 90%. Já na aplicação em abril, o controle máximo foi observado aos 42 DAA, mantendo-se até os 49 DAA também em cerca de 90%, enquanto na não irrigada foi aos 49 DAA, mas de apenas 65%, ou seja, um controle regular.

Nas parcelas de maio verificou-se redução na eficácia da mistura no controle do capim-amargoso, com o controle alcançando pouco mais de 60% no decorrer do período de avaliação, independente das condições de irrigação, que não se diferenciaram entre si (Figura 4), embora em maio e junho a precipitação acumulada tenha sido de apenas 28 mm (Figura 1). Nas parcelas de junho (Figura 4) e de julho (Figura 5), a eficácia da mistura no controle das plantas não irrigadas manteve-se praticamente constante em 25% no decorrer do período experimental, ou seja, um controle nulo ou pobre, enquanto nas plantas irrigadas um controle superior a 70% foi observado aos 28 DAA, após os quais decresceu, atingindo os 49 DAA cerca de 60% em junho e 45% em julho, controle esses considerados regulares. Ressalta-se que no período de maio a julho, a precipitação pluvial acumulada foi de próxima a 37 mm.

Assim como aconteceu com as plantas não roçadas, a partir de agosto observa-se a retomada do controle crescente do capim-amargoso roçado, com o tempo após a aplicação da mistura. Tanto em agosto como em setembro e outubro observou-se que o controle máximo foi atingido aos 28 DAA, após os quais praticamente se estabilizou próximo a 100% de eficácia (Figura 5). Novamente, nestes dois meses, não se observou diferença da eficácia da mistura no controle de plantas irrigadas e não irrigadas. Nestes três meses constatou-se aumento na precipitação, passando de apenas 3 mm em agosto, para 51 mm em setembro e 304 mm em outubro (Figura 1).

Já nas aplicações de novembro e dezembro observou-se redução na eficácia da mistura em comparação aos dois meses anteriores (Figura 5). Nestes dois meses, o controle máximo foi observado aos 21 DAA, de cerca de 80%, após os quais decresceu, chegando aos 49 DAA a próximo de 65%, ou seja, um controle regular. Não houve diferença quanto à condição de irrigação, à exceção dos 21 DAA, quando as plantas irrigadas apresentaram cerca de 80% de controle e as não irrigadas cerca de 55%, sendo que nestes dois meses a precipitação foi de 112 e 131 mm, respectivamente

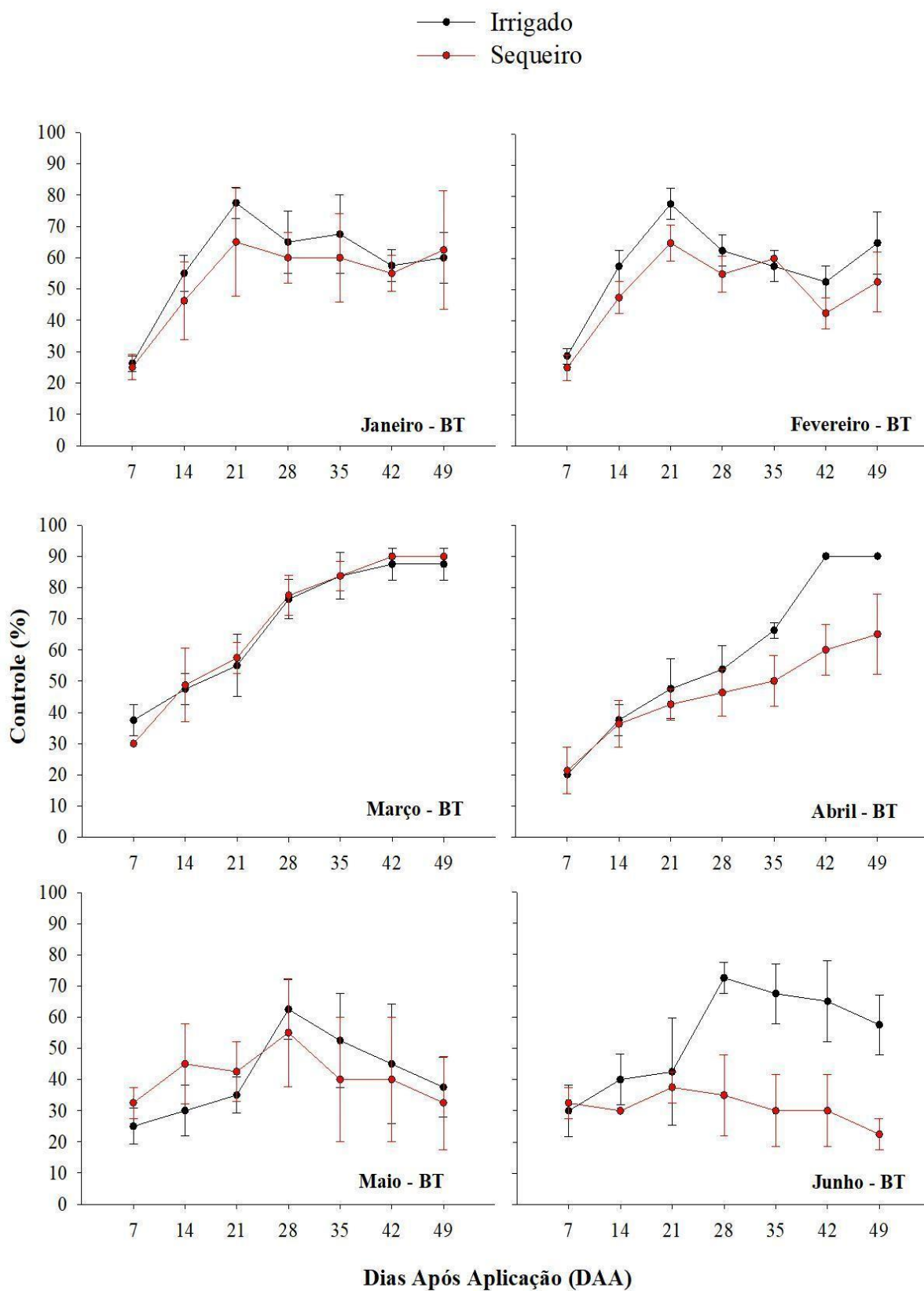


Figura 5 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso roçadas (PR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de janeiro a junho.

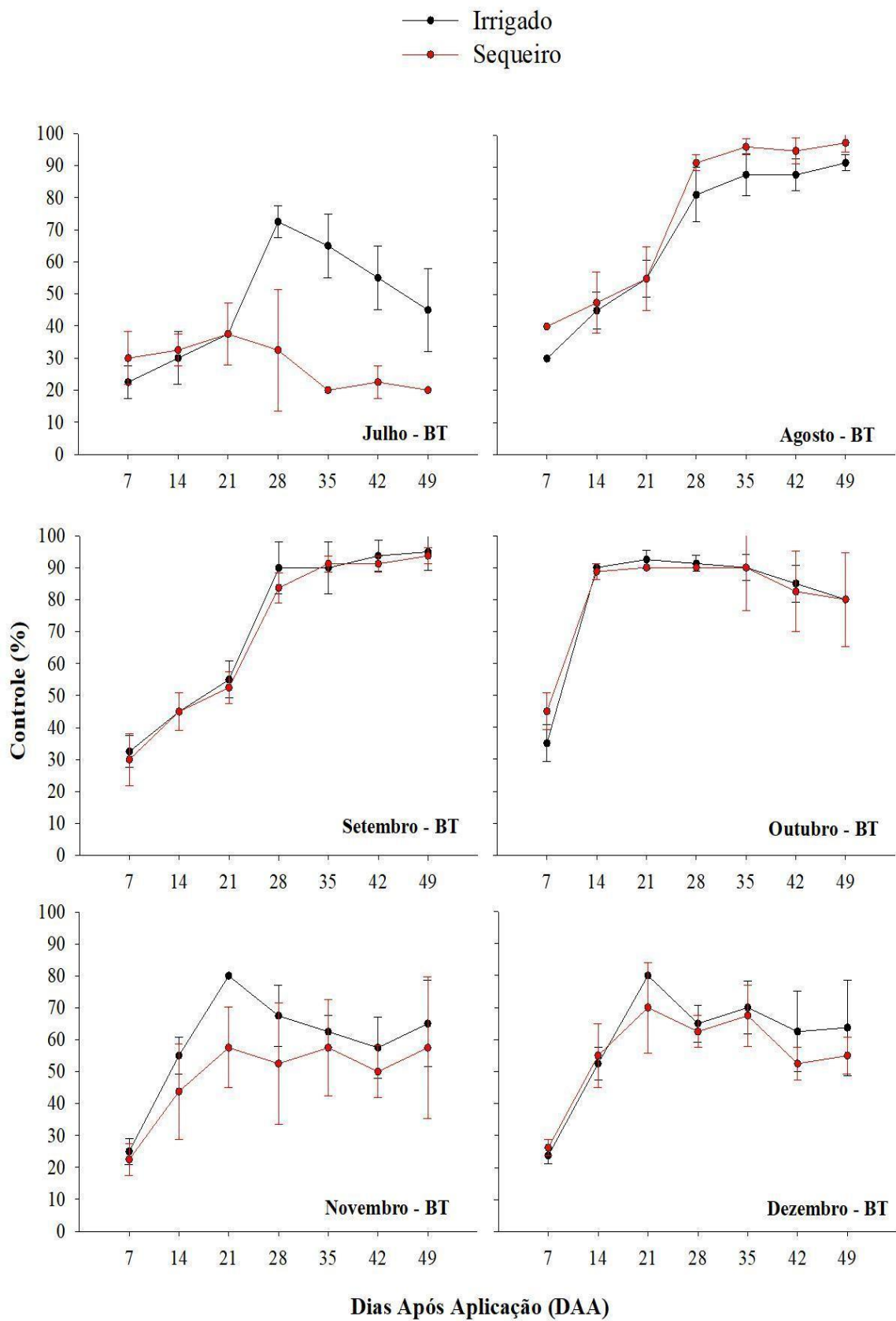


Figura 6 - Percentual de controle de plantas de capim-amargoso roçadas (PR), no sistema irrigado e sequeiro, no período de julho a dezembro.

Na avaliação de controle do capim-amargoso não roçado, realizada aos 49 DAA, em função dos meses das aplicações (Figura 6), pode-se constatar quando as aplicações da mistura de glifosato com clethodim foram realizadas de janeiro a abril e de agosto a setembro e de novembro a dezembro, a eficácia de controle das plantas não irrigadas foi muito bom a excelente, enquanto nas irrigadas essa eficácia foi observada nas aplicações de março, agosto e setembro. Quando as aplicações foram realizadas nas plantas irrigadas nos meses de janeiro, fevereiro, abril e de outubro a dezembro, a eficácia foi boa, variando de 70% a 80% de controle. Contudo, quando as aplicações foram realizadas de maio a julho, em ambas as condições de irrigação, o controle obtido foi nenhum a pobre, segundo a escala de notas da ALAM (1974).

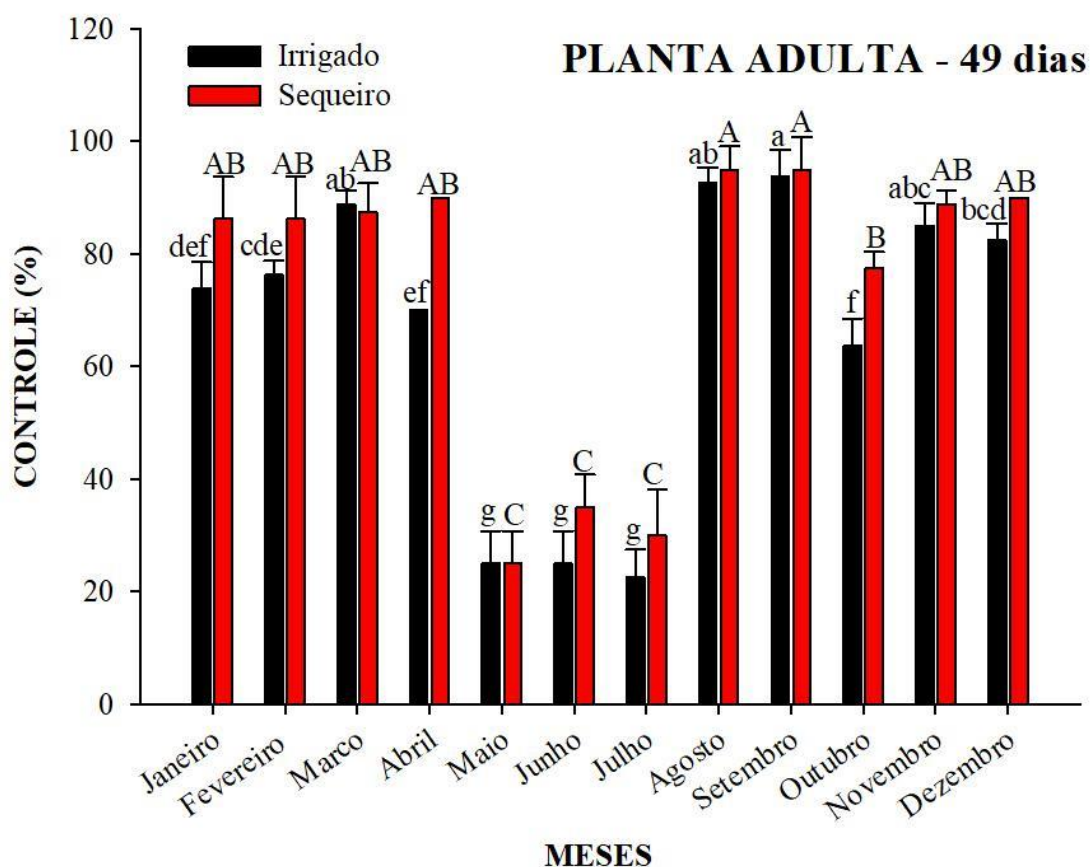


Figura 7 - Porcentagem de controle da planta não roçada de capim-amargoso aos 49 dias após a aplicação da mistura de glifosato com clethodim, nos sistemas irrigados e de sequeiro, em função dos meses das aplicações.

Na avaliação de controle do capim-amargoso roçado, realizada aos 49 DAA, em função dos meses das aplicações (Figura 7) pode-se constatar que tanto na condição irrigada como na não irrigada os controles foram maiores e considerados muito bons

quando as aplicações foram realizadas nos meses de março, agosto, setembro e outubro, sendo que na condição não irrigada (sequeiro) ele ainda foi muito bom com a aplicação realizada em abril. As aplicações nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro, em ambas as condições de irrigação, resultaram em controle considerado suficiente, próximo a 60% de eficácia, o mesmo ocorrendo com a aplicações realizadas em abril e junho, nas condições irrigada e não irrigada, respectivamente. Já nos demais meses e condições, a eficácia da mistura no controle do capim-amargoso roçado foi considerada de pobre a regular, segundo a escala de notas da ALAM (1974).

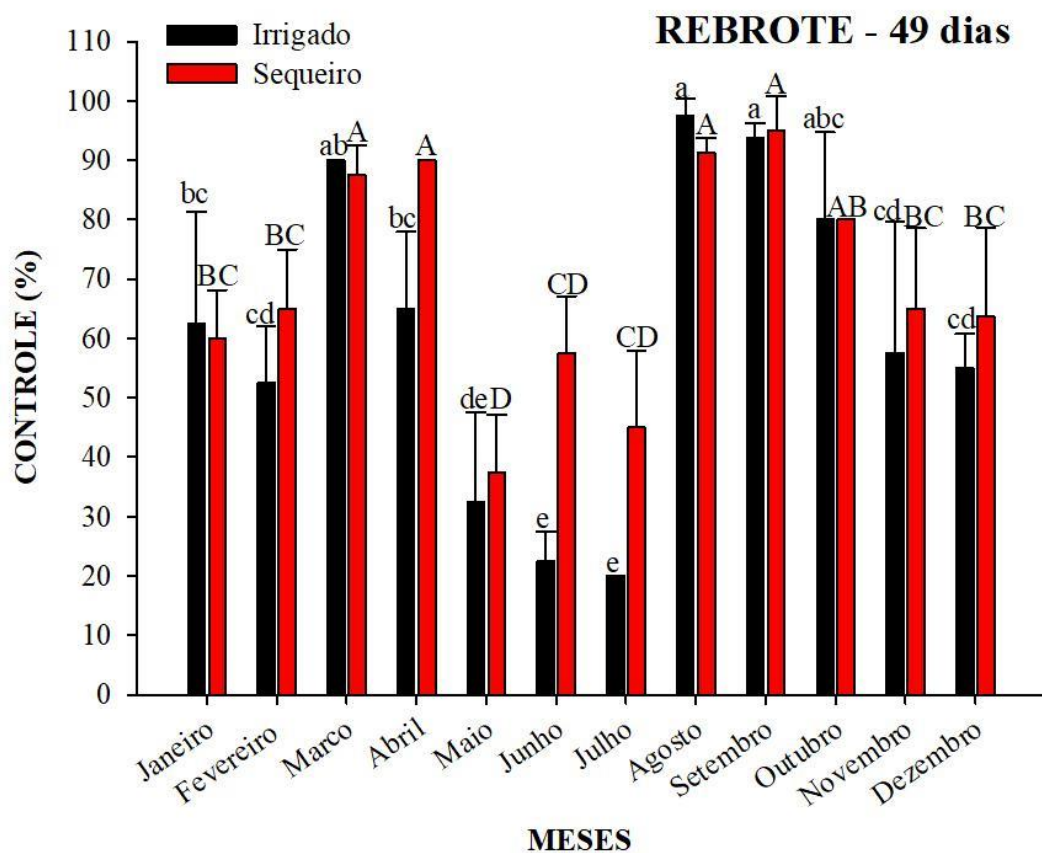


Figura 8 - Porcentagem de controle da planta roçada de capim-amargoso aos 49 dias após a aplicação da mistura de glifosato com clethodim, nos sistemas irrigados e de sequeiro, em função dos meses das aplicações.

Pelas análises realizadas, não se constatou correlação entre as alturas das plantas de capim-amargoso roçada e não roçada com a eficácia de controle aos 49 DAA, seja na condição irrigada, seja na condição de sequeiro (Figura 8).

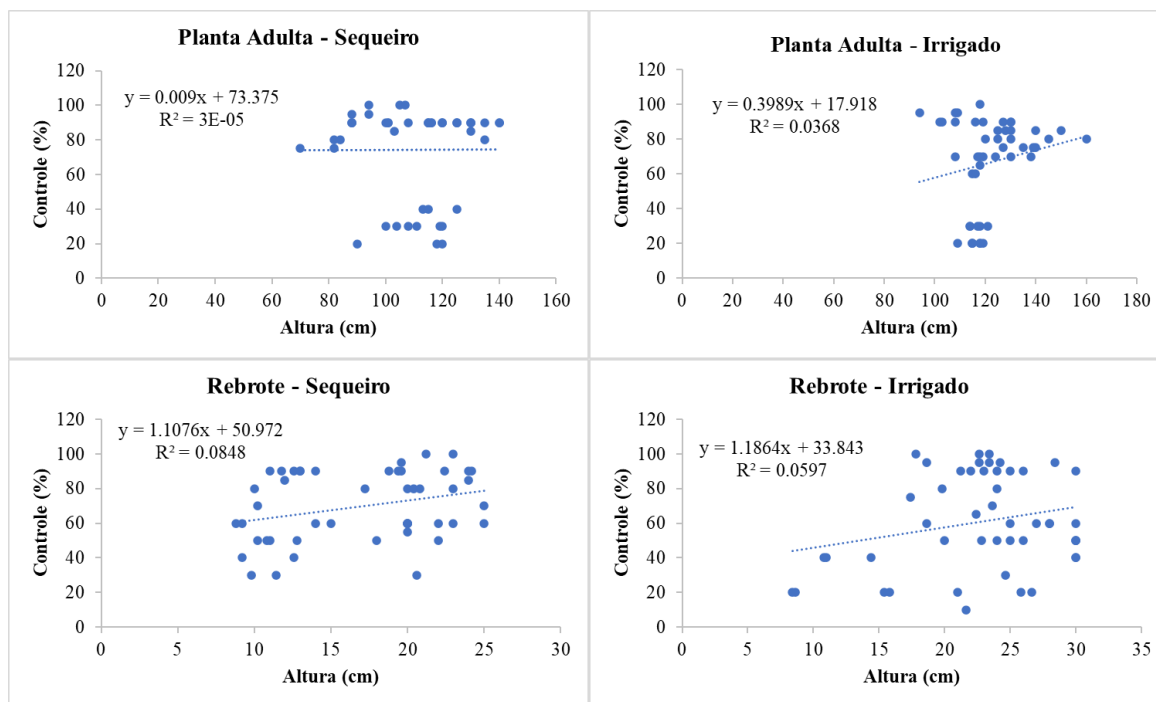


Figura 9 - Correlação entre a porcentagem de controle da planta de capim-amargoso roçada e não roçada nos sistemas irrigados e de sequeiro com a eficácia de controle avaliada aos 49 dias após a aplicação da mistura de glifosato com cletodim.

6 DISCUSSÃO

Em ambos os sistemas, irrigado e sequeiro, a mistura utilizada atuou no controle do capim amargoso, principalmente, dos 21 aos 49 DAA, chegando a um controle de aproximadamente 100% em alguns meses. Resultados como estes foram obtidos por Roman e colaboradores (2005) e Milagres e Freitas (2020), que verificaram que a ação de cletodim se manifesta a partir dos 21 DAA e por Estrela (2021) que verificou que a ação de glifosato está situada no mesmo período, não afetando a ação dos dois quando em mistura.

Um dos herbicidas pós-emergentes empregados neste estudo é o Zapp que apresenta o composto glifosato potássico, que atua na inibição da enzima EPSPS (5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase) da via metabólica do ácido chiquímico, afetando a síntese de aminoácidos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas (MALIK et al., 1989; FRANZ et al., 1997; MENDES, SILVA, 2022). O outro herbicida utilizado foi o Clethodim, um graminicida que atua diretamente na inibição da enzima ACCase, que afeta a produção de clorofila fazendo com que a planta chegue ao estágio de necrose. Por último, o Assist, que é um adjuvante não iônico utilizado na

melhoria do processo de fixação das moléculas (MENDES, SILVA, 2022, BASF, sd.), cuja adição à mistura é recomendada pelos fabricantes.

Entre os meses, a maior efetividade de controle para plantas adultas foi no período de chuvas, quando os maiores efeitos de controle foram de 90% aos 42-49 DAA. Relacionando estes valores aos elementos ambientais, umidade e temperatura, é possível verificar que, quanto maior a temperatura e maior a precipitação (30 mm), melhor a atividade de controle do herbicida em relação a planta daninha. De acordo com Hatterman-Valenti e colaboradores (2011), elevadas temperaturas (22-30°C) influenciam na capacidade de absorção dos herbicidas, pois elas atuam diretamente na fluidez dos lipídios encontrados nas células vegetais da camada cuticular e na membrana celular fazendo com que a entrada do herbicida seja mais rápida.

Nos meses em que a temperatura média se manteve mais alta, a ação do herbicida foi mais eficiente, tanto para planta adulta, quanto para rebrota. Isso está ligado à elevação da temperatura, que acarreta uma maior taxa de respiração das plantas, e consequentemente, no aumento da translocação do herbicida via floema e xilema, por meio de trocas gasosas (SHEPHERD, GRIFFITHS, 2006).

Além da influência da temperatura, outra questão importante a ser observada é a umidade relativa do ar, onde os meses que apresentam maior taxa de controle tiveram suas aplicações realizadas em dias com umidade acima de 50%. Essa variável está totalmente relacionada a efetividade do herbicida, pois segundo Price (1982), quanto maior a umidade relativa (UR) maior a absorção do herbicida. Em estudos realizados por Varanasi, Prasad e Jugulan (2016), verifica-se que a UR tem uma ação melhor e maior na efetividade de absorção do herbicida, quando comparada à ação da temperatura.

Avaliando o comportamento da porcentagem de controle na planta adulta, durante todos os meses, é possível observar que a maior porcentagem está relacionada à área de sequeiro. Neste caso, pode-se inferir a maior eficácia à senescência da planta por si só, dado ao efeito da deficiência hídrica reinante no período.

Os herbicidas inibidores da ACCase inibem a ação desta enzima, que é responsável pela síntese de lipídios. A ação do herbicida é mais perceptível na base planta, onde há maior concentração de lipídios, pois nesta área é onde ocorrerá a divisão celular, onde a planta produzirá novas células e para construir as membranas destas, é necessário que ocorra a síntese de lipídeos. O sintoma que define a ação dos herbicidas inibidores da ACCase é o coração morto, que nada mais é que a necrose do meristema apical da planta,

neste caso, do capim amargoso. Esses sintomas se assemelham aos ocasionados pela deficiência hídrica.

Nos tratamentos em que o capim-amargoso foi roçado antecedendo à aplicação, foi possível observar que os níveis de controle foram maiores entre 21 a 28 DAA, e após isso, a tendência foi de redução no percentual de controle. Associado a isso, quanto mais rente ao solo a planta for roçada, maior é a resposta de controle com a associação de controle químico e mecânico (roçada). No caso de plantas adultas, o pico de controle foi notado entre 35 e 42 DAA. Com base no comportamento da mistura de Zapp com Cletodim, é possível notar que existe a possibilidade de se atingir um controle excelente com a associação entre a roçada (controle mecânico) com o uso de controle químico, uma vez que o ato de roçar as plantas de capim-amargoso faz com que as mesmas gastem suas reservas de energia, o que de certa forma irá dificultar o rebrotamento. Sendo assim, se combinado com o controle mecânico, o controle químico tende a ser mais eficiente em plantas que já desenvolveram uma certa resistência a grupos de herbicidas, como é o caso do capim-amargoso.

7 CONCLUSÕES

Para plantas de capim-amargoso não roçadas (PNR) as maiores porcentagens de controle com a mistura de glifosato com cletodim estão no período de sequeiro e, para plantas roçadas (PR), o período irrigado auxiliou no controle. Os meses de maio, junho e julho, em ambos os sistemas de irrigação, tanto para PR e PNR apresentaram menor efetividade do controle do capim-amargoso perenizado

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D. IMPACTO ECONÔMICO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS NO BRASIL. Embrapa, **Circular Técnica**, n. 132, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1074026/impacto-economico-da-resistencia-de-plantas-daninhas-a-herbicidas-no-brasil>, acesso em: 26/11/2020.
- ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; DANILUSSI, M. T. Y.; LORENZETTI, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. *In*: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A.

- T. Matologia: Estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal. Editora Fábrica da Palavra, 2021. p.145-169.
- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. *In*: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Ed.). Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Pelotas: Editora UFPel, 2014, p. 9-32.
- BARROSO, A.A.M.; YAMAUTI, M.S.; NEPOMUCENO, M.P.; ALVES, P.L.C.A. Efeito da densidade e da distância de caruru-de-mancha e amendoim-bravo na cultura do feijoeiro. **Planta Daninha**, v. 30, p. 47-53, 2012.
- BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, A. J. P.; REIS, F. C.; FILHO, R. V. Interação entre herbicidas inibidores da Accase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 619-627, 2014.
- CARVALHO, L. B.; CRUZ-HIPOLITO, H.; GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; ALVES, P. L. C. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; PRADO, R. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. **Weed Science**, 59: 171-176, 2011.
- CARVALHO, L. B. **Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas**. Edição do autor, Jaboticabal, 2011. 58 p.
- CARVALHO, L. B. DE. **Herbicidas**. 1. ed. Lages, SC: [s.n.]. v. 1., 2013, 72 p.
- CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M. **Problemática do capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) em áreas agrícolas brasileiras**. Paulínia: HRAC-BR, 2016.
- CASSOL, M.; MATTIUZZI, M. D.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; BACCIN, L. C.; SOUZA, C. N. Z. Efficiency of isolated and associated herbicides to control glyphosate resistant sourgrass. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1-8, 2019.
- CAVALIERI, J. D. **Resistência de populações de *Digitaria insularis* (L.) Fedde a herbicidas: frequência de ocorrência e interações entre formulações de glyphosate e adjuvantes**. 2017. 101 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Departamento de Proteção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron et hyl ou quizalofop p tefuril em área de plantio direto. **Bragantia**, 68 689 697, 2009.
- CORREIA, N. M.; ACRA, L. T.; BALIEIRO, G. Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate resistant population. **Planta Daninha**, n. 33, p. 93-101, 2015.

- CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S.; REIS, E F. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.
- DEL BEM JÚNIOR, L. **Interferência de adjuvantes associados ao clethodim nas características físico-químicas da calda e rainfastness no controle de capim-amargoso**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus Botucatu. 2021.
- DE LIMA GASPAR, S. L.; ECCO, M.; MARTINI, E.; HENNIG, M. E.; PERONDI, F. C.; SCHNEIDER, L. Controle do capim amargoso em diferentes manejos e associações de agroquímicos. **Revista Cultivando o Saber**, v. 12, n. 3, p. 43-53, 2019.
- DUKE, S. O.; POWLES, S. B. Glyphosate: a once in a century herbicide. **Pest Management Science**, v. 64, p. 319-325, 2008.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na região Sul brasileira**. Florianópolis: Comissão Técnica Sul - Brasileira de Feijão, 2012. 157p.
- FONTES, J. R. A. L. S, SHIRATSUCHI, J. L.; NEVES, L.; JÚLIO, J.; SODRÉ FILHO, J. **Manejo integrado de plantas daninhas** – Embrapa. Planaltina – DF, 2003.
- FORNAROLLI, D. A.; RODRIGUES, B. N.; LIMA, J.; VALÉRIO, M. A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 97-107, 1998.
- FORTE, C. T. BASSO, F. J. M.; GALON, L.; AGAZZI, L. R.; NONEMACHER, F.; CONCENÇO, G. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, 2017.
- FRATINE, G.; MESCHÉDE, D. K. Eficiência de controle do Capim Amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na soja sob diferentes manejos em área de pousio. In: V simpósio Internacional sobre Glyphosate, 2016.
- GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; SILVA, A. F.; CONCENÇO, G. Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.
- GEMELLI A, DE OLIVEIRA JUNIOR RS, CONSTANTIN J, BRAZ GBP, DE CAMPOS JUMES TM, DE OLIVEIRA NETO AM, DAN HA, BIFFE DF (2012). Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, p.231-240, 2012.

- HATTERMAN-VALENTI, H.; PITTY, A.; OWEN, M. Environmental effects on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) epicuticular wax deposition and herbicide absorption. **Weed Scienc**i, v. 59, n. 1, p. 14-21, 2011.
- HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. 2020. Disponível em: <http://www.weedscience.com>.
- HEAP, I. A. **The International Survey oh Herbicide Resistant Weeds**. HRAC, [s.d.]. Disponível em: <http://www.weedscience.org/Pages/filter.aspx>. Acesso em: 23 dez. 2022.
- HIJANO, N.; ORZARI, I.; COLOMBO, W. L.; NEPOMUCENO, M. P.; ALVES, P. L. C. A. Interferência: conhecer para usá-la a nosso favor. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. Matologia: Estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal. Editora Fábrica da Palavra, p.106-144, 2021.
- KASHIWAQUI, M. M. **Dinâmica de nematoides e eficiência do manejo químico de capim-amargoso nas culturas da soja e milho resistentes ao glyphosate**. 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, PR, 2016.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brazilian, 1997, 684p.
- KUDSK, P.; OLESEN, T.; THONKE, K. E. The influence of temperature, humidity and simulated rain on the performance of thiameturon-methyl. **Weed Research**, v. 30, n. 4, p. 261-269, 1990.
- KUKORELLI, G.; REISINGER, P.; PINKE, G. ACCase inhibitors herbicides selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. **International Journal of Pest Management**. v. 59, p. 165-173, 2013.
- LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; SOARES, D. J.; OLIVEIRA, N. C.; KAWAGUCHI, I. T.; BERGER, G. U.; CARVALHO, S. J. P. D.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferência e controle de milho voluntário tolerante ao glifosato na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 340-347, 2016.
- LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; TAKANO, H. K.; NICOLAI, M.; FERREIRA, A.; MELO, M. S. C.; CAVENAGHI, A. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OLIVEIRA-JR, R. S. Frequency and dispersal of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations across Brazilian agricultural production areas. **Weed Science**, 65: 285-294, 2017.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Plantarum, 2008 640p.

- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 2014.
- MANABE, P. M. S. MATOS, C. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; MANABE, A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, C. T. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 333-343, 2015.
- MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFFI-SANTOS, L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, n. 26, p. 1-8, 2008.
- MARTINS, J. F.; BARROSO, A. A. M.; ALVES, P. L. C. A. Effects of environmental factors on seed germination and emergence of glyphosate resistant and susceptible sourgrass. **Planta Daninha**, 35, p.e017164499, 2017.
- MATZRAFI, M.; LAZAR, T. W.; SIBONY, M.; RUBIN, B. Conyza species: distribution and evolution of multiple target-site herbicide resistances. **Planta**, v. 242, n. 1, p. 259-267, 2015.
- MELO, M. S. C. **Alternativas de controle, acúmulo de chiquimato e curva de crescimento de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suscetível e resistente ao glyphosate**. 2011, 74 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MENDES, K. F.; SILVA, A. A. **Plantas Daninhas: herbicidas**. 2. ed. Cubatão: Oficina de Textos, 2022. 200 p.
- MILAGRES, R.; FREITAS, M. A. M. Controle de capim-amargoso pelo herbicida clethodim isolado e associado a outros inibidores de ACCase. Dissertação (Mestrado em proteção de plantas) - Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2020.
- 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. Acesso em: 20 dez 2022.
- MONDO, V. H. V.; CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. R.; MARCOS FILHO, J. Light and temperature effects on the seed germination of four *Digitaria* weed species. **Revista Brasileira de Sementes**, 32(1), 131-137, 2010.

- MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. FMC Agricultural Products, Campinas, 1017p, 2011.
- OLIVEIRA, J. F.; FREITAS, M. A. M. Comportamento de híbridos de milho em competição com capim amargoso. Dissertação (Mestrado em proteção de plantas) - Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2021.
- OREJA, F. H.; DE LA FUENTE, E. B.; FERNANDEZ-DUVIVIER, M. E. Response of *Digitaria insularis* seed germination to environmental factors. **Crop and Pasture Science**, 68(1), 45-50, 2017.
- PIRES, N. M.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; CARDOSO, A. A.; OLIVEIRA, V. R. Quantificação dos herbicidas glyphosate e sulfosate na água após simulação de chuva. **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 491-499, 2000.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 127, p. 16-27, 1985.
- POWLES, S. B.; PRESTON, C. Herbicide cross resistance and multiple resistance in plants. **HRAC**, 1988. 28 p. Disponível em: <http://ipmwww.ncsu.edu/orgs/hrac/mono2.htm>. Acesso em: 23 dez. 2022.
- PRICE, C. E. A review of the factors influencing the penetration of pesticides through plant leaves. In: CUTLER, D. F.; ALVIN, K. L.; PRICE, C. E. **The plant cuticle**. New York: Academic Press, 1982.p. 237-252.
- RIAR, D. S.; NORSWORTHY, J. K.; SRIVASTAVA, V.; NANDULA, V.; BOND, J. A.; SCOTT, R. C. Physiological and Molecular Basis of Acetolactate Synthase-Inhibiting Herbicide Resistance in Barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 2, p. 278-289, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf304675j>
- RAIMONDI, R. T.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; SANCHES, A. K. S.; MENDES, R. R. Altura de roçada afeta o controle de capim-amargoso perenizado. **Cultura Agrônômica**, v. 28, n. 3, p. 254-267, 2019.
- RASSAEIFAR, M.; HOSSEINI, N.; ASL, N. H. H.; ZANDI, P.; AGHDAM, A. M. Allelopathic effect of eucalyptus globulus' essential oil on seed germination and seedling establishment of Amaranthus blitoides and Cyndon dactylon. **Trakia Journal of Sciences**, v. 11, n. 1, p. 73-81, 2013.
- ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; HALL, L.; BECKIE, H.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo. Gráfica Editora Berthier, 2005, 152p.

- SCHMITZ, M. H.; NETO, O. D. H.; MEZADRI, D. F.; PERIN, G. F., GALON, L. Habilidade competitiva de híbridos de milho convivendo com capim-amargoso. **Jornada De Iniciação Científica e Tecnológica**, v. 1, n. 11, 2021.
- SHEPHERD, T.; GRIFFITHS, D. W. The effects of stress on plant cuticular waxes. **New Phytologist**, v. 171, n. 3, p. 469-499, 2006.
- SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA Jr, R. S. O. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Ed. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa: Ed. UFV, 2007. Cap.5, p. 189-248.
- SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 57-66, 2009.
- SOUSA, B. T.; PEREIRA, A. E. S.; FRACETO, L. F.; OLIVEIRA, H. C.; DALAZEN, G. Effectiveness of nanoatrazine in post-emergent control of the tolerant weed *Digitaria insularis*. **Journal of Plant Protection Research**, 60: 185-192, 2020.
- SOUZA, G. S. F. **Intervalos de chuva na eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017, 705p.
- TAKANO, H. K. OLIVEIRA J, R. S.; CONSTANTIN, J.; MANGOLIM, C. A.; MACHADO, M. F. P. S.; BEVILAQUA, M. R. R. Spread of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*): Independent selections or merely propagule dissemination? **Weed Biology and Management**, 18: 50-59, 2018.
- TOMAZINI, J.; BITTENCOURT, H. V. F.; BONOME, L. T. S.; PENHA, L. A. O.; PASSINI, T. The population density of *Digitaria insularis* influences *Phaseolus vulgaris* agronomic traits. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e18611628924-e18611628924, 2022.
- VARANASI, A.; PRASAD, P. V. V.; JUGULAM, M. Impact of climate change factors on weeds and herbicide efficacy. In: SPARKS, D. L. *Advances in agronomy*. v. 135. Elsevier, 2016. p. 107-146.

- VASCONCELOS, M.C.C; SILVA, A.F.A; LIMA, R.S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.
- VELDMAN, J. W.; PUTZ, F. E. Grass-dominated vegetation, not species-diverse natural savanna, replaces degraded tropical forests on the southern edge of the Amazon Basin. **Biological Conservation**, v. 144, n. 5, p. 1419-1429, 2011.
- VENCILL, W. K.; NICHOLS, R. L.; WEBSTER, T. M.; SOTERES, J. K.; MALLORY-SMITH, C.; BURGORS, N. R.; JOHNSON, W. G.; MCCLELLAND, M. R. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. **Weed Science**, v. 60, n. SP1, p. 2-30, 2012.
- VILA-AIUB, M. M. Fitness of herbicide-resistant weeds: Current knowledge and implications for management. **Plants**, v. 8, n. 11, p. 469, 2019.
- VILA-AIUB, M, M.; YU, Q.; POWLES, S. B. Do plants pay a fitness cost to be resistant to glyphosate?. **New Phytologist**, v. 223, n. 2, p. 532-547, 2019.
- WSSA. **Weed Technology**, v. 12, p. 789, 1998.
- ZOBIOLE, L. H. S.; KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, A. J. P.; PEREIRA, G.; LUCIO, F. R.; ROSSI, C.; RUBIN, R. S. Controle de capim amargoso perenizado em pleno florescimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, p. 157-164, 2016.