

**ALTERNATIVAS DE CONTROLE QUÍMICO CONVENCIONAIS AINDA SÃO  
EFICAZES PARA O CAPIM AMARGOSO (*Digitaria insularis*)?**

**Camilla Lôrena Monteiro Estrela**  
Eng. Agrônoma

URUTÁI – GOIÁS  
Julho de 2021

**CAMILLA LÔRENA MONTEIRO ESTRELA**

**ALTERNATIVAS DE CONTROLE QUÍMICO CONVENCIONAIS AINDA SÃO EFICAZES PARA O CAPIM AMARGOSO (*Digitaria insularis*)?**

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 – GOIÁS  
Julho de 2021

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

MES82

Monteiro Estrela, Camilla Lôrena  
ALTERNATIVAS DE CONTROLE QUÍMICO CONVENCIONAIS  
AINDA SÃO EFICAZES PARA O CAPIM AMARGOSO (Digitaria  
insularis)? / Camilla Lôrena Monteiro Estrela;  
orientador Marco Antonio Moreira de Freitas. -Urutaí,  
2021.  
28 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em  
Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Urutaí, 2021.

1. Herbicida. 2. Rebrotas. 3. Cletodim. 4.  
Haloxifopropil. I. Moreira de Freitas, Marco  
Antonio, orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376



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

Ata nº 65/2021 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

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

### ATA Nº/75

#### BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos oito dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e um, às oito horas, reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de **Camilla Lôrena Monteiro Estrela**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí**, com trabalho intitulado "**Alternativas de controle químico convencionais ainda são eficazes para o capim amargoso (*Digitaria insularis*)?**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRA EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, na área de concentração em **Fitossanidade**, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A banca examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora. Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação	no
Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas	IF Goiano - Campus Urutaí	Presidente	

Prof. Dr. Anderson Rodrigo da Silva

IF Goiano - Campus Membro interno  
Urutaí

Dr. João Carlos Madalão

Emater - MG

Membro  
externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **João Carlos Madalão, João Carlos Madalão - 222110 - Agrônomo - Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (10651417000259)**, em 08/07/2021 13:52:03.
- **Anderson Rodrigo da Silva, DIRETOR - CD0003 - DPGPI-UR**, em 08/07/2021 11:35:54.
- **Marco Antonio Moreira de Freitas, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - CCPG-UR**, em 08/07/2021 11:24:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/07/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 288293

Código de Autenticação: 25d5604ed6



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, URUTAI / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu avô Aldeval Monteiro de Paiva que nos deixou ano passado para morar com Deus minha gratidão eterna a ele, pois se hoje eu tenho uma profissão eu devo a ele.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus e a Nossa senhora do Perpetuo Socorro, que sempre estiveram à frente de minha vida como um escudo de proteção e amparo. Deram-me a oportunidade da vida e através dela de realizar meus sonhos. Me ergueram nos momentos mais difíceis e estiveram presente nos momentos mais felizes.

Agradeço a minha mãe, pois sempre foi a coluna do meu sustento, se eu sou o que eu sou hoje, uma pessoa com princípios, valores, caráter e moral eu devo a ela. Ao meu pai, por ter me dado a oportunidade da vida, obrigada por tudo. Agradeço ao meu avô Aldeval por ter me dado a oportunidade de cursar uma faculdade. Aos meus avós Célia Maria, Olga Zorzetti e Rui Divino in memoriam.

Ao meu marido e incentivador maior, sem ele não conseguiria. Agradeço ao meu pequeno Felipe, meu filho que me deu ainda mais força para continuar mesmo sendo tão difícil conciliar tantas coisas.

Aos meus irmãos Célia, Thiago e Vinicius pelo companheirismo e apoio de sempre. Ao meu sobrinho João Pedro, que me deu a alegria de seguir meus passos.

Aos meus colegas do mestrado que me acolheram de braços abertos, me fizeram renascer e saber que ainda existem amizades verdadeiras. Muito obrigada pelos nossos momentos.

Ao meu orientador Professor Doutor Marco Antonio, o meu muito obrigada, minha gratidão eterna, sem o senhor eu jamais conseguiria. E a todos os professores do mestrado o meu muito obrigada.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	IX
ABSTRACT .....	X
INTRODUÇÃO.....	01
MATERIAL E MÉTODOS .....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
CONCLUSÕES .....	19
REFERÊNCIAS .....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produto comercial (p.c.) e dose dos herbicidas nos tratamentos para controle da <i>Digitaria insularis</i> (Capim – amargoso) .....	15
Tabela 2. Controle de plantas adultas de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), Select + Zapp QI, Targa + Zapp QI, Select + Targa + Zapp QI, Kennox e Kennox + Zapp QI. Experimento em casa-de-vegetação.....	18
Tabela 3. Comparações entre médias de Massa Fresca e Massa Seca, submetidas a aplicação de Select + Zapp QI, Targa + Zapp QI, Select + Targa + Zapp QI, Kennox e Kennox + Zapp QI. Testemunha sem aplicação.....	19

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Controle (%) médio de plantas adultas de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) de tratamentos herbicidas. (Teste t para contrastes, ajuste de modelo misto com efeito aleatório de intercepto e coeficiente de regressão por tratamento) .....6
- Figura 2:** Valores-p dos testes t para comparação de tratamentos de controle (notas visuais) de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 DAA .....7
- Figura 3.** Valores-p dos testes t de comparação de médias de massa fresca (MF) e massa seca (MS) de capim-amargoso submetidos a tratamentos herbicidas.....10
- Figura 4:** Rebrotas dos vasos do tratamento T06.....11

## RESUMO

Considerando a importância do manejo de plantas daninhas bem como a relevância do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) para a agricultura brasileira, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar se as opções de herbicidas para controle do Capim-amargoso ainda são eficientes, devido ao histórico de relatos de redução na eficiência das estratégias de controle com o passar do tempo, levando em conta custo-benefício e perspectivas futuras de manejo. Para isso, foi realizado um experimento em casa de vegetação, com plantas de Capim-amargoso cultivadas em vasos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos Clethodim (0,5L/ha) + Glifosato Potássico (2L/ha); Quizalofop P Etilico (0,5L/ha) + Glifosato Potássico (2L/ha); Cletodim (0,5L/ha) + Quizalofop P Etilico (0,5L/ha) + Glifosato Potássico (2L/ha); Clethodim-Oxima+ Haloxifop P Metílico(1,5L/ha); Ciclohexanodiona + Haloxifop P Metílico (1,0 L/ha) + Glifosato Potássico(2L/ha) e testemunha sem aplicação de herbicida. A aplicação dos tratamentos foi realizada quando as plantas de capim-amargoso estavam em pleno estágio reprodutivo, perenizadas, 40 dias após plantio. Após a aplicação dos herbicidas, foram atribuídas notas de controle aos 7, 14, 21 e 28 dias. Após 28 DAA, as plantas foram cortadas e os vasos mantidos sob irrigação periódica controlada, com intuito de verificar a capacidade de rebrota das plantas de capim-amargoso até aos 90 dias após o corte (DAC). Foi analisado massa verde, massa seca e análise de custo. Todos os tratamentos foram eficazes aos 28 dias após a aplicação, apresentando controle superior a 80%. O tratamento com Kennox proporcionou de 96% de controle, com custo de R\$165,00 por hectare. Com exceção do tratamento T06 que houve rebrota, os demais tratamentos convencionais para controle do Capim-amargoso em estudo mostraram-se ainda eficazes.

**Palavras-chave:** herbicida; rebrota; Cletodim e Haloxifop P Metílico.

## ABSTRACT

Considering the importance of weed management as well as a research of Amargosgrass (*Digitaria insularis*) for Brazilian agriculture, this work was developed with the objective of verifying if the herbicide options for the control of Amargosgrass are still efficient, due to the history of reports of reductions in the efficiency of control strategies over time, taking into account cost-effectiveness and future management perspectives. For this, an experiment was carried out in a greenhouse, with Capim-amargoso plants cultivated in pots. The design used was completely randomized, with six treatments Clethodim (0.5L / ha) + Glyphosate Potassium (2L / ha); Ethyl Quizalofop P (0.5L / ha) + Potassium Glyphosate (2L / ha); Clethodim (0.5L / ha) + Ethyl Quizalofop P (0.5L / ha) + Potassium Glyphosate (2L / ha); Clethodim-Oxime + Methyl Haloxypop P (1.5L/ha); Cyclohexanedione + Haloxypop P Methyl (1.0 L / ha) + Glyphosate Potassium (2L / ha) and control without herbicide application. The treatments were applied when bittergrass plants were in full reproductive stage, perennial, 40 days after planting. After the application of herbicides, control scores were assigned at 7, 14, 21 and 28 days. After 28 DAA, the plants were cut and the pots were potted under controlled periodic irrigation, in order to verify the regrowth capacity of the bittergrass plants up to 90 days after cutting (DAC). Green mass, dry mass and cost analysis were analyzed. All treatments were effective 28 days after application, with a control system greater than 80%. The treatment with Kennox provided 96% of control, at a cost of R\$ 165.00 per hectare. With the exception of the T06 treatment, which had regrowth, the other conventional treatments for the control of amargoso grass in this study were still effective.

**Keywords:** herbicide; regrowth; Clethodim; Haloxypop P Methyl

## INTRODUÇÃO

O potencial produtivo e econômico das culturas agrícolas depende de diversos fatores, dentre eles o controle de plantas daninhas, cuja eficácia e eficiência estão associados a fitossociologia, a intensidade e a época de surgimento das plantas daninhas. Uma invasora que vem causando grandes prejuízos é o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), que uma vez estabelecida na área, apresenta elevada dificuldade de controle, servindo também de hospedeiro para outras pragas e doenças, dificultando a colheita e reduzindo muito a qualidade do produto (CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Plantas de capim-amargoso tem por característica ser uma planta perene com capacidade de emergir e se desenvolver praticamente o ano inteiro nas diferentes condições climáticas. Apresenta crescimento inicial lento até os 45 dias após a emergência, o que torna esse tipo de planta facilmente controlável pelo sombreamento imposto pela cultura e em áreas vazias, porém dos 45 dias em diante é o ponto em que se deve ter maior atenção, pois seu crescimento é acelerado e será a partir daqui que ocorrerá uma alta no perfilhamento e na formação de rizomas, até a emissão da inflorescência, estabelecendo a cultura na área e dificultando o seu manejo. Segundo os pesquisadores Machado et al. (2006), Machado et al. (2008) e Carvalho (2012), o melhor período para controle dessa espécie seria até os 35 dias após a emergência, antes da formação dos rizomas.

A emissão da inflorescência em *D. insularis* ocorre entre os 63 e 70 DAE (Machado et al., 2006). A planta é capaz de atingir a altura de 50 a 150 cm. Apesar de o capim-amargoso apresentar insensibilidade ao fotoperíodo para o estímulo ao florescimento, quanto maior é o fotoperíodo, mais rápida é a emissão da panícula e maior é o acúmulo de matéria seca por planta (GAZOLA et al., 2017). Possui sementes que contém certa “pelagem”, que associada ao baixo peso auxiliam na sua propagação pelo vento, podendo carregar as sementes por longas distancias. As plântulas são muito semelhantes as demais gramíneas, tendo como principal característica o formato lanceolado das folhas, mas o que distingue a planta em meio às demais

são sua inflorescência que apresenta alta capacidade de produção de sementes (CHRISTOFFOLETI et al., 2016). Outra característica importante é a formação de touceiras facilitando assim a sua identificação e dificultando o seu manejo pois seus rizomas são também uma fonte de propagação.

O uso inadequado, exagerado e/ou sucessivo de um ou mais ingredientes ativos com mesmo mecanismo de ação pode selecionar biótipos em uma população com capacidade de sobreviver a doses que os controlariam em condições normais de aplicação. Exemplo é o caso do glyphosate. O seu uso indevido, como o único instrumento de controle por muito tempo, explica o aumento da pressão de seleção de biótipos resistentes na espécie *D. insularis*. Devido a isso houve a necessidade de aplicar herbicidas alternativos, com o propósito de obter um melhor controle (HEAP, 2020).

Os graminicidas inibidores da acetil-CoA carboxilase (ACCCase) vem sendo opção de manejo do capim amargoso em pós-emergência. Diferentemente do glyphosate que impede a produção de aminoácidos aromáticos, triptofano, tirosina e fenilalanina através da inibição da enzima 5-enolpiruvilshikimate3-fosfato sintase (EPSPs), o uso desses herbicidas bloqueia a biossíntese de ácidos graxos, interrompendo a formação de lipídeos e metabólitos secundários nas plantas suscetíveis (PANNELL et al., 2016).

Recentemente houve um relato de caso de resistência de *Digitaria insularis* aos herbicidas pertencente ao grupo dos Inibidores da ACCCase (Grupo A): fenoxaprop-P-etil e haloxifop-P-metil, e grupo dos Inibidores da EPSPs (Grupo G): glifosato (Heap, 2020). Os herbicidas a base de Cletodim e Haloxifop-P-metil foram eficazes no controle de plantas daninhas presentes na cultura do milho, porém em doses diferentes de bula e aplicados isoladamente (Grigolli et al., 2017). Apesar dos relatos de resistência do capim-amargoso ao glifosato, essa resistência ainda não se difundiu para todas as regiões do Brasil, portanto em alguns lugares o glifosato ainda é eficaz, e a sua associação também é muito utilizada e na maioria dos casos assertiva (ANDREOTTI et al., 2019).

Foi observado, em dois momentos, por CARVALHO et al., 2011; CARVALHO et al., 2012 que o mecanismo da perda de afinidade do produto pelo local de ação na enzima foi verificado em plantas de capim-amargoso através de técnicas que evidenciaram a mudança 5 dos aminoácidos nas posições 182 e 310 da enzima EPSPS de plantas de capim-amargoso resistentes. Além disso foi verificado a mais rápida metabolização do glifosato em AMPA,

glioxilato e sarcosina e uma maior distribuição do herbicida nas raízes e folhas de plantas suscetíveis, enquanto em plantas resistentes a distribuição se limitou ao local da aplicação.

Uma das propriedades que determina a eficácia de um herbicida é a afinidade que ele tem pela enzima por ele inibida, por isso a ineficiência se dá através das mutações. Quatorze dessas alterações, ou seja, dessas mutações, já foram descritas, tendo sido observadas principalmente nas posições dos aminoácidos 1781, 2027, 2041, 2078 e 2096 da cadeia polipeptídica, mas também nas posições 1999 e 20881 (Kaundun, 2014), e ocorrendo nas seguintes variações: I1781L/V/A/T, W1999C/L/S, W2027C, I2041N/V, D2078G, C2088R e G2096A/S2 (Beckie & Tardif, 2012; Heckart et al., 2008; Kaundun, 2010; Kaundun et al., 2012; Kaundun et al., 2013).

Um estudo feito por Gazziero (2019), mostrou que 97% das propriedades brasileiras realizam a mistura de defensivos, essas associações de herbicidas podem trazer algumas vantagens como a redução de custos, menor trânsito de maquinários nas áreas de plantio e consequentemente a diminuição da compactação do solo, além de auxiliar tanto no manejo do capim amargoso ou de qualquer outra planta daninha resistente, podendo também proporcionar maior rotação de ingredientes ativos utilizados na mesma área e prevenir que a ocorrência de resistência aumente nas próximas safras. Deve-se atentar a prática de mistura de herbicidas, quando realizada de forma incorreta, pois poderá ocasionar incompatibilidade física e química, utilização de altas dosagens, aplicação em momentos em que a planta está passando por um período de estresse, ou a planta já está em um estágio de desenvolvimento avançado.

Perante as queixas de produtores do município de Vianópolis-GO e dos municípios vizinhos sobre a ineficiência do herbicida Glifosato para no controle do Capim amargoso, houve a necessidade de testar outros herbicidas e suas combinações com o Glifosato para aumentar a eficiência no controle da planta daninha em questão. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar se as opções de herbicidas para controle do Capim-amargoso ainda são eficazes, devido ao histórico de relatos de redução na eficácia desse tipo de controle com o passar do tempo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano, localizado em Urutaí-Goiás, nas coordenadas (17°29'4"S; 48°12'45"O; 725 m de altitude), entre novembro de 2020 a fevereiro de 2021, em casa de vegetação. As sementes de *Digitaria insularis* foram coletadas em fazenda localizada em Urutaí-GO.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições. Cada unidade experimental consistiu em um vaso plástico de 8 L de capacidade, 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%). As sementes foram semeadas em bandejas e em copos plásticos com solo e posteriormente as plântulas foram transplantadas para os vasos. O regime hídrico foi controlado diariamente e a água fornecida foi através de um sistema de irrigação por aspersão.

As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas em misturas duplas, triplas e uma específica isolada, conforme Tabela 1. Ressalta-se que as doses de Cletodim, Glifosato Potássico e Quizalofope P Etilico-Ácido, mesmo quando associados, são as indicadas na bula. Somente o tratamento que consistiu de Clethodim + Haloxifope P Metílico (Knox) isolado e associado com Glifosato Potássico foi aplicado com dose diferente de bula. A aplicação dos tratamentos foi realizada aos 40 dias após a emergência, pois a maioria das plantas de capim-amargoso estavam em pleno estágio reprodutivo, apresentando panículas e sementes, via pulverizador manual pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com duas 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>.

**Tabela 1.** Produto comercial (p.c.) e dose dos herbicidas nos tratamentos para controle de *Digitaria insularis* (Capim – amargoso).

TRATAMENTOS (Nome comercial e Ativo)	DOSES (p.c. ha <sup>1</sup> )
01. Testemunha	-

02. Select (Cletodim, 240 g/L) + Zapp QI (Glifosato Potássico,620g/L)	(0,5 +2,0L/ha)
03. Targa (Quizalofope P Etilico, 50g/L) + Zapp QI	(0,5 +2,0L/ha)
04. Select + Targa + Zapp QI	(0,5 + 0,5 + 2,0L/ha)
05. Kennox (Cletodim,240g/L + Haloxifope P Metílico, 123,60 g/L)	(1,5L/ha)
06. Kennox + Zapp QI	(1,0 + 2,0L/ha)

---

Foi avaliada a fitointoxicação aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas, com notas visuais, com controles de 0-40% considerados nenhum a pobre, 41-60% regular, 61-70% suficiente, 71-80% bom, 81-90% muito bom, 91-100% excelente, com base na EWRC (European Weed Research Council 1964). Após 28 DAA, as plantas foram cortadas e os vasos mantidos sob irrigação periódica controlada, com intuito de verificar a capacidade de rebrota das plantas de capim-amargoso, aos 90 dias após o corte (DAC).

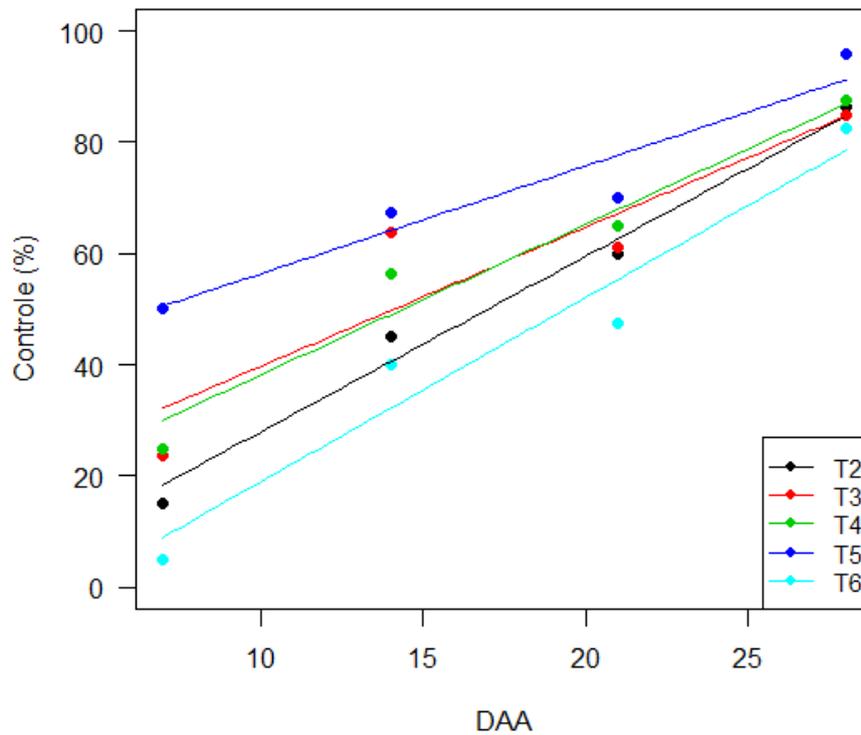
A avaliação referente a rebrota foi feita, a fim de verificar se houve ou não controle dos tratamentos. Para isso, toda parte aérea verde foi coletada e o material vegetal foi levado ao laboratório para a pesagem de massa verde e posteriormente levado para secagem em estufa a 65 °C, até atingir massa constante, ou seja, para obter massa seca.

Foi feita também análise de custo através de uma pesquisa de preço nos dias 26 e 27 de março de 2021, entre as revendas da região, entre elas Soma Agrícola, Adubos Araguaia Comércio e Industria LTDA e Agroquima, ressaltando que nem todos os produtos foram encontrados nas lojas, pois alguns fazem parte do portfólio da empresa e outros não. Foi calculada a média dos valores pesquisados.

Os dados de controle visual, por dia de avaliação para os dados de controle (fitotoxicidade), foi ajustado em um modelo linear misto com efeito aleatório de unidade experimental (vaso) para capturar a dependência das avaliações feitas no tempo (7 a 28 DAA). Foi realizada a análise de variância para teste (F) do efeito de tratamento e efeito linear de tempo para cada tratamento. O efeito de tratamento sobre o do tempo foi testado com o teste F para modelos encaixados. O modelo ajustado foi disposto em gráfico de dispersão. Foram comparadas as médias de tratamento pelo teste t para contrastes. As análises foram realizadas com nível de 5% de significância, no software R versão 3.5.3 (R Core Team, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 28 DAA, todos os tratamentos com os protocolos usados foram eficazes no controle de capim-amargoso. Observou resultados superiores a 80% (Figura 01), existindo assim uma significativa diferença de controle entre os herbicidas ao longo do tempo. Já para o tratamento T5 observou-se uma taxa de controle de 50 % desde a primeira avaliação e aos 28 DAA atingiu 96% de controle.

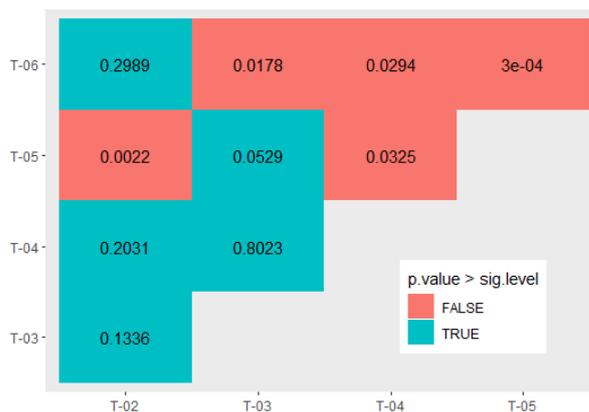


**Figura 01:** Controle (%) médio de plantas adultas de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) de tratamentos herbicidas. (Teste t para contrastes, ajuste de modelo misto com efeito aleatório de intercepto e coeficiente de regressão por tratamento).

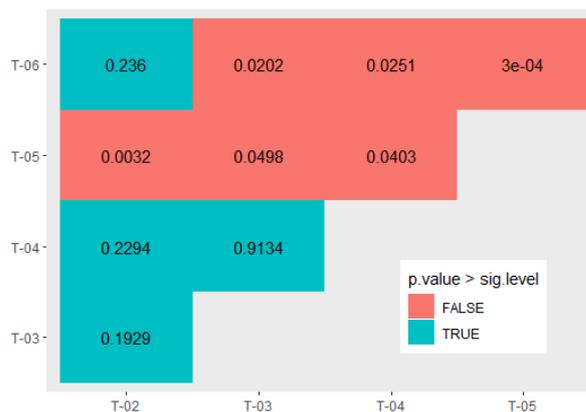
Aos 7 DAA, o melhor resultado foi observado no tratamento T5, no qual observou-se 50% de controle. Ainda aos 7 dias os tratamentos T6, T2, T3 e T4 proporcionaram controle muito inferior variando entre 5 e 25% (Gráfico 05). Já os tratamentos T2, T3 e T4 apresentam o mesmo desempenho e eficiência ao longo do tempo, como mostra na tabela 2. Foram

comparadas as médias de tratamento pelo teste t para contrastes e aos 07 DAA, pode-se verificar diferença significativa entre o tratamento T5 em relação aos tratamentos T2 e T4, como mostra na tabela 02 e no gráfico 01. Nota-se também que houve a distinção significativa entre o tratamento T06 em relação aos tratamentos T03, T04 e T05 (Gráfico 01).

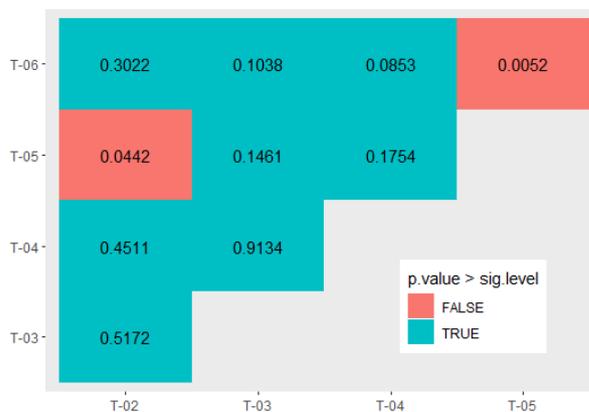
7 DAA



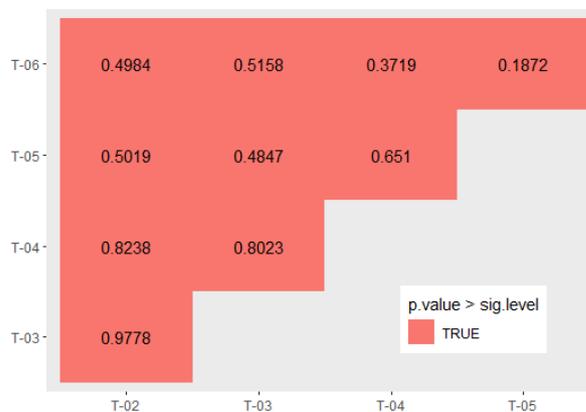
14 DAA



21 DAA



28 DAA



**Figura 02.** Valores-p dos testes t para comparação de tratamentos de controle (notas visuais) de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 DAA.

Aos 14 dias observou-se uma evolução de controle pois todos os tratamentos proporcionaram um desempenho maior de eficácia variando entre 40 e 67,50% (Figura 01). Ainda aos 14 dias foram feitas comparações entre resultados e verificou que o tratamento T05 foi significativo aos demais.

Já aos 21 DAA, observou-se controle de 70% através das aplicações compostas pelos tratamentos T02, T03, T04 e T05 não sendo satisfatória a combinação do tratamento T06

(Figura 01). Porém ao analisarmos a comparação dos tratamentos entre si aos 21 DAA verificamos que o P valor significativo esteve entre o tratamento 05 em relação ao tratamento T02 e o tratamento T06 em relação ao T05 (Figura 02). Ao analisarmos a comparação dos tratamentos aos 28 DAA verificamos que não houve resultado significativo entre nenhum tratamento, como mostra no gráfico 04, pois aos 28 DAA todos os tratamentos foram eficazes.

Foi observado no tratamento T6, com a associação entre os herbicidas Kennox + Zapp QI, ou seja, associação de uma molécula inibidora da enzima ACCase e uma molécula inibidora da enzima EPSPs, verificou através de resultados de produtores que poderia ter ocorrido ineficiência do Kennox quando associado ao glifosato, por isso que desde a primeira avaliação constatou menores valores de controle, porém ao longo das avaliações observou-se aumento na eficácia da ação do produto (Figura 01).

Produtores afirmaram que a dosagem de Kennox indicada na bula não está controlando o capim-amargoso, geralmente estão duplicando ou triplicando a dose para obter um melhor controle. Outro relato é quanto a associação com o glifosato, quanto maior a dosagem do Kennox em mistura menor tem sido sua eficácia, indicando um possível antagonismo na mistura das referidas moléculas. Eles afirmam que o problema é na mistura e não outra provável falha técnica

Os resultados de herbicidas em relação ao antagonismo dependem da dosagem utilizada, da espécie vegetal, no período de avaliação, e sobre a compatibilidade bioquímica entre os mecanismos de ação dos herbicidas. Os herbicidas de contato por exemplo: glufosinato, paraquat, dentre outros destroem rapidamente tecidos foliares e prejudicam a absorção e translocação de herbicidas sistêmicos como glifosato (BETHKE et al.,2013). Isso faz com que seja comum o efeito antagônico entre esses herbicidas em mistura no controle de diversas plantas daninhas. O mesmo efeito é observado em alguns herbicidas inibidores da PROTOX quando em mistura com glifosato, contudo para algumas espécies de plantas daninhas o efeito antagônico não é observado (EUBANK et al., 2013), salientando que a interação entre herbicidas é dependente da espécie, herbicida e dose.

Há existência de efeito antagônico no controle de capim-amargoso quando o herbicida 2,4-D ou cloransulam (herbicidas latifolicidas) são aplicados juntos ou antes do herbicida haloxifope-p-metílico (graminocida). Contudo, a aplicação em sequencial de haloxifope-p-metílico seguida do latifolicida (2,4-D ou cloransulam), com intervalo mínimo de seis dias entre aplicações, apresentou interação aditiva no controle de capim-amargoso, anulando o efeito

antagônico observado anteriormente (PINHO et al., 2017e LEAL et al., 2018)

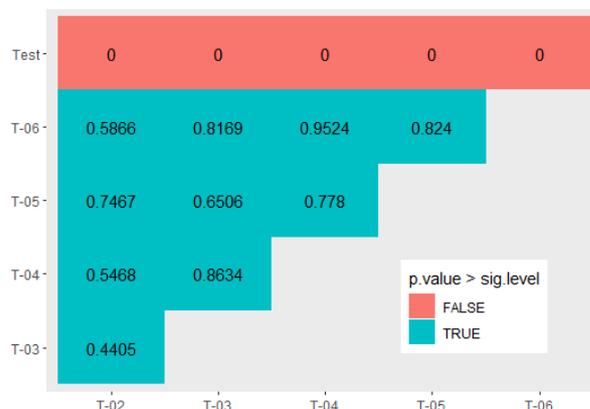
Porém na região de Vianópolis-GO e municípios vizinhos os produtores relataram que a dosagem de bula do Kennox quando usado de forma isolado ou quando associado ao glifosato também em dosagem de bula só serão eficazes para plantas dentro do estágio de controle, porém em plantas fora do estágio, aparentemente ocorre a morte dos rizomas, mas em torno de 21 dias surgem rebrotas.

O controle superior a 80% ao final das avaliações de fitointoxicação já indica que os herbicidas inibidores da enzima ACCase, isolados ou associados ao glifosato continuam eficazes, pois segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, um herbicida precisa apresentar eficácia mínima de 80% em sua dose de registro para que seja recomendado para o controle de determinada espécie (FAO, 2006). Mesmo o ensaio conduzido em ambiente controlado e, conseqüentemente, as doses aplicadas tendendo a ser mais eficientes nas plantas daninhas em comparação a uma aplicação em condições de campo. Isso ocorre devido a muitas variáveis que podem estar envolvidas tais como, clima, práticas de manejo, estresses e além de condições de tecnologia de aplicação.

Observou-se que a maior massa seca e fresca se encontra na testemunha. Os dados obtidos após 28 DAA, em plantas de capim-amargoso que receberam aplicação de Select + Zapp QI, Targa + Zapp QI, Select + Targa + Zapp QI, Kennox e Kennox + Zapp QI, mostram que a testemunha diferiu dos tratamentos como apresentado na tabela 3.

Na redução de massa fresca e seca, o uso do Kennox (Cletodim, 240g/L + Haloxifope P Metílico, 123.60g/L) isolado foi superior ao uso das demais associações com o herbicida glifosato. Os graminicidas associados com glifosato tiveram efeitos semelhantes. Todas as misturas, assim como todos os graminicidas, resultaram em efeitos satisfatórios na redução da biomassa de plantas de amargoso. No entanto ao compararmos os tratamentos entre si em relação a massa fresca e seca observamos que nenhum resultado se sobrepôs ao outro, pois as médias encontradas ficaram com valores próximos como mostra no gráfico 6 e 7.

MF



MS



**Figura 3.** Valores-p dos testes t de comparação de médias de massa fresca (MF) e massa seca (MS) de capim-amargoso submetidos a tratamentos herbicidas.

Avaliando os tratamentos através do teste T para contraste entre os grupos de tratamento, efeito targa: T2 vs T4, efeito zapp: T5 vs T6 e efeito zapp geral: (T2, T3, T4, T6) vs T5, verificamos que o P valor do efeito Targa não foi significativo. Outra comparação feita foi entre o tratamento T5 e o T6 em relação ao efeito Zapp, e mais uma vez o tratamento T5 se destacou obtendo um P valor significativo em torno de 0,0008. E por último a avaliação do efeito do Zapp QI geral, ou seja, foi feita a comparação do efeito de todos os tratamentos associados com o glifosato (02,03,04 e 06) em relação ao tratamento 05, mais uma vez o tratamento 05 sobressaiu aos demais desde a primeira avaliação e ao decorrer das demais épocas de avaliação, com P valor em torno de em torno de 0,0034.

Com relação ao tratamento T6, apesar de apresentar controle aos 28 DAA, em menos de 90 dias após a aplicação e corte das plantas apresentou alta quantidade de rebrota tornando-se o tratamento não efetivo ao final das avaliações (Foto 01).



**Figura 4:** Rebrotas dos vasos do tratamento T06.

Isso pode ocorrer devido à baixa translocação dos herbicidas, que não chegam até o rizoma das plantas (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

**Tabela 02.** Comparações entre médias de Massa Fresca, Massa Seca e Custo da Aplicação submetidas a aplicação de Select + Zapp QI, Targa + Zapp QI, Select + Targa + Zapp QI, Kennox e Kennox + Zapp QI. Testemunha sem aplicação.

Tratamentos	Massa Fresca (g)	Massa Seca (g)	Custo da Aplicação (ha)
Testemunha	141.925 a	43.950 a	-
Select (Cletodim 240 g/L) + Zapp QI (Glifosato Potássico 620g/L)	39.200 b	13.050 b	R\$ 73,95/ha
Targa (Quizalofop P Etilico 50g/L) + Zapp QI-	35.675 b	12.850 b	R\$ 67,90/ha
Select + Targa + Zapp QI	33.250 b	12.675 b	R\$92,85/ha
Kennox (Cletodim 240g/L +	32.600 b	12.600 b	R\$165,00/ha

Haloxifope P Metílico, 123,60 g/L			
Kennox + Zapp QI	30.725 b	10.750 b	R\$ 159,00/ha
CV% (Geral massa seca e fresca)	10.21%		

Ao compararmos os tratamentos T2 e T3 em relação a análise de custo verificamos que ambos apresentaram baixo valor por hectare e eficácia superior a 80% de controle (Tabela, 03), ou seja, um manejo eficaz e de baixo custo. No entanto os tratamento T5, T4 e T6 apresentaram maior custo por hectare variando entre R\$ 67,90 a R\$ 165,00, porém são protocolos com histórico de eficácia e de recomendação por grande parte dos profissionais técnicos, por resolver o problema do produtor em uma única aplicação na mesma dosagem proposta pelo presente trabalho e segundo Guimarães (2014), proporcionará redução de custos, do número de entradas na área, de combustível e do volume de água, menor compactação do solo, menor tempo de exposição do trabalhador rural ao agrotóxico e melhor manejo e prevenção da resistência de pragas e principalmente o aumento na produção final.

A análise de custos para a tomada de decisão por parte do produtor é de extrema importância e deve ser levando em consideração os custos como uma ferramenta essencial no momento da escolha, pois é necessário avaliar não só a questão financeira mais também a eficácia dos protocolos.

## CONCLUSÃO

Com exceção do tratamento T6 que aos 90 dias apresentou rebrota das plantas de capim amargoso, todos os tratamentos foram eficazes aos 28 dias após a aplicação, apresentando controle superior a 80%.

Os tratamentos T4 e o T5 apresentaram maior custo por hectare variando entre R\$ 92,85 e R\$ 165,00, porém são protocolos com histórico de eficácia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; OSIRE, R. **Alternativas de controle químico de *D. insularis* resistente. Brasileiro**, XXVII Congresso Daninhas, Plantas, p. 756–760, 2010.
- ANDREOTTI, E. G. G. et al. ALTERNATIVAS DE MANEJO QUÍMICO DE CAPIM-AMARGOSO NA CULTURA DA SOJA. **Revista Brasileira de Herbicidas** vol. 18, n. 03, p. 1-6, 2019.
- BECKIE, H., TARDIF, F.J. Herbicide cross resistance in weeds. **Crop Protection**. Guildford, v. 35, p. 15-28, 2012.
- Bethke, R.K.; Molin, W.T.; Sprague, C.; Penner, D. Evaluation of the interaction between glyphosate and glufosinate. **Weed Science**, v.61, n.1, p.41-47, 2013.
- CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L.; GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; CRUZ-HIPOLITO, H. E.; ROJANO-DELGADO, A. M.; PRADO, R.; GIL-HUMANES, J.; BARRO, F.; CASTRO, M. D. Pool of resistance mechanisms to glyphosate *Digitaria insularis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 2, p. 615, 622, 2012.
- CARVALHO, L. B.; CRUZ-HIPOLITO, H. E.; 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**, v. 59, n. 2, p. 171-176, 2011.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. & NICOLAI, M. **Aspectos da resistência de planta daninha a Herbicidas**. 4 ed. Piracicaba. Esalq, 2016. 262 p. 2016.
- Eubank, T.W.; Nandula, V.K.; Reddy, K.N.; Poston, D.H.; Shaw, D.R. Saflufenacil efficacy on horseweed and its interaction with glyphosate. **Weed Biology and Management**, v.13, n.4, p.135-143, 2013.
- EWRC (European Weed Research Council). Report of 3rd and 4th meetings of EWRC - **Committee of Methods in Weed Research**. **Weed Res.**, v.4, n.1, p.88, 1964.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)**. Food safety risk analysis. A guide for national food safety authorities. Rome: FAO; 2006. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0822e/a0822e00.pdf>. Acesso em: jul. 2021.
- GAZOLA, T. **Ação do herbicida glyphosate em biótipos de *Digitaria insularis* resistentes e**

**suscetíveis.** Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017, 85 p.

Gazziero DLP, Adegas FS, Silva AF & Concenço G. (2019) **Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference.** *Planta Daninha*; 37:01-10

GEMELLI, A.; OLIVEIRA, J. R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; JUMES, T. M. C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; DAN, H. Á.; BIFFE, D. F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 231-240, 2012.

GRIGOLLI, J. F. J. **MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA.** Tecnologia e Produção: Soja, Fundação MS, 2017.

GUIMARÃES, G. L. **Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. Palestra... Gramado: 2014. CD ROM.

HEAP, I. A. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds.** Disponível em: Acesso em: 15 jan. 2020.

HECKART, D. *et al.* 2008. ACCase resistant large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) in Georgia. 61st Southern **Weed Science Society Annual Meeting.** Jacksonville, FL.

KAUNDUN, S. An aspartate to glycine change in the carboxyl transferase domain of acetyl-CoA carboxylase is in part associated with resistance to ACCase inhibitor herbicides in a *Lolium multiflorum* population. **Pest Management Science.** West Sussex, v. 66, p. 1249-1256, 2010.

KAUNDUN, S. *et al.* Broad resistance to ACCase inhibiting herbicides in a ryegrass population is due only to a cysteine to arginine mutation in the target enzyme. **PLoS ONE.** São Francisco, v. 7, p. e39759: 39751-39759, 2012.

KAUNDUN, S. *et al.* Role of a novel I1781T mutation and other mechanisms in conferring resistance to acetyl-CoA carboxylase inhibiting herbicides in a black grass population. **PLoS ONE.** São Francisco, v. 8, p. e69568: 69561-69510, 2013.

KAUNDUN, S. Resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides. **Pest Management Science.** West Sussex, v. 70, p. 1405-1417, 2014.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI, L. D. S.; MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFFI, L. D., S.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008.

PANNELL, D. J.; TILLIE, P.; RODRÍGUEZ-CEREZO, E.; ERVIN, D.; FRISVOLD, G. B. Herbicide resistance: economic and environmental challenges. **AgBioForum**, v. 19, n. 2, p. 136-155, 201

PINHO, C. F.; LEAL, J. F. L.; SOUZA, A. S.; RIBEIRO, S. R. S.; OLIVEIRA, G. F. P. B.; ARAUJO, A. L. S.; CARVALHO, J. A.; PEREIRA, C. V. L. Antagonism of herbicides with different mode of action for the management of *Digitaria insularis*. In: **The 26th Asian-Pacific Weed Science Society Conference**, 2017, Kyoto- Japan. Weed science for people, agriculture, and nature, 2017.

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

hea