

UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO

CONTROLE QUÍMICO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Commelina*

Rúbia de Moura Carneiro

2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
E AMBIENTAL**

CONTROLE QUÍMICO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Commelina*

RÚBIA DE MOURA CARNEIRO

*Sob a Orientação da Professora
Camila Ferreira de Pinho*

*e Coorientação da Pesquisadora
Ana Claudia Langaro*

Dissertação submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
**Mestra em Engenharia Agrícola e
Ambiental**, no Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola e
Ambiental, Área de Concentração em
Sistemas Agrícolas.

Seropédica, RJ
Maio de 2021

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C289c Carneiro, Rúbia de Moura , 1995-
Controle químico de espécies do gênero Commelina /
Rúbia de Moura Carneiro. - Lorena, 2021.
81 f.: il.

Orientadora: Camila Ferreira de Pinho.
Coorientadora: Ana Claudia Langaro.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola e Ambiental (PGEAAmb), 2021.

1. C. benghalensis. 2. C. diffusa. 3. Tolerância.
4. Pós-emergentes. 5. Pré-emergentes. I. Pinho, Camila
Ferreira de , 1986-, orient. II. Langaro, Ana
Claudia, 1989-, coorient. III Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola e Ambiental (PGEAAmb). IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E
AMBIENTAL**

RÚBIA DE MOURA CARNEIRO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Engenharia Agrícola e Ambiental**, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, área de Concentração em Sistemas Agrícolas.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20/05/2021

Camila Ferreira de Pinho. Dr^a. UFRRJ
(Orientadora)

Aroldo Ferreira Lopes Machado. Dr. UFRRJ

Cristina Moll Huther. Dr^a. UFF



Emitido em 20/05/2021

HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 66/2021 - IT (12.28.01.27)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 22/07/2021 14:38)
AROLDO FERREIRA LOPES MACHADO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptFITO (12.28.01.00.00.00.32)
Matricula: 1905333

(Assinado digitalmente em 21/07/2021 12:25)
CAMILA FERREIRA DE PINHO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptFITO (12.28.01.00.00.00.32)
Matricula: 2466219

(Assinado digitalmente em 21/07/2021 22:22)
CRISTINA MOLL HÜTHER
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 004.184.560-97

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **66**, ano: **2021**, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**, data de emissão: **21/07/2021** e o código de verificação: **256dc01f75**

DEDICÁTORIA

Dedico este trabalho a minha mãe Abigail e aos meus irmãos Raphaela e Ricardo, por me dedicarem muito amor e apoio!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo seu infinito amor e bondade, o qual me sustentou durante essa trajetória.

A minha mãe Abigail, por todos os conselhos e suporte durante esses anos de mestrado, sem dúvida alguma, nos momentos mais difíceis, ter o colo de mãe, foi o meu abrigo. Aos meus irmãos Raphaela e Ricardo, por torcerem por mim e apoiarem todo esse ciclo, me encorajando e sonhando comigo.

Agradeço a professora Camila, por depositar em minha sua confiança desde 2017. Me dando a oportunidade de poder enxergar a agronomia mais de perto. Agradeço por ter proporcionado melhoria na minha vida profissional, mas principalmente, pela oportunidade de fazer parte do grupo de Plantas Daninhas e Pesticidas no Ambiente (PDPA). Me proporcionando muito mais que conhecimento técnico, mas a construção de amizades que levarei para a vida inteira.

Agradeço a todos os integrantes do grupo de Plantas Daninhas e Pesticidas no Ambiente, em especial a Gabi, que esteve comigo desde o tempo de estágio da graduação, acompanhando toda minha trajetória do mestrado. Sendo muito mais que minha amiga, sendo meu apoio, ombro amigo, ouvinte e compartilhando sua vida comigo. Ao Juninho, Zezão e Tonhão, que sempre estavam dispostos a me ajudar, compartilhando suas experiências e sonhos comigo. Agradeço por sempre estarem ao meu lado, ajudando na condução dos ensaios ou rindo sobre coisas aleatórias.

As minhas amigas Amanda e Jéssica, pelas brincadeiras e broncas quando era necessário.

A estagiária Luana, pela amizade e por ter me ajudado na condução dos ensaios durante todo o período de pandemia.

Aos funcionários do setor de Grandes Culturas, os quais sempre paravam seus respectivos trabalhos para auxiliar em qualquer atividade. Sempre se mostraram disponíveis e demonstraram muita alegria no rosto para trabalhar e ajudar. Vocês servem de inspiração a todos os alunos da universidade.

Agradeço também a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por ter sido minha casa durante esses anos de graduação e mestrado, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental e a agência de fomento CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) - código de financiamento 001, pela bolsa e oportunidade de crescimento pessoal e profissional, por todo apoio e ajuda.

RESUMO

CARNEIRO, Rúbia de Moura. **Controle químico de espécies do gênero *Commelina*.** 2021. 81p Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

As espécies *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*, são de difícil controle, devido a facilidade de propagação e tolerância ao herbicida glifosato. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o controle das espécies *C. benghalensis* e *C. diffusa*, através da aplicação de herbicidas pós e pré-emergentes, aplicados isoladamente e em mistura. Foram realizados quatro experimentos (EI, EII, EIII e EIV), sendo três deles, conduzidos em replicata (RI, RII e RIV). Os experimentos EI e EII (replicatas RI e RII), teve como objetivo avaliar o controle de ambas espécies em pós-emergência, com número de folhas distintos, sendo de 4 a 6 (EI e RI) e de 6 a 10 folhas (EII e RII), respectivamente. Os experimentos EI e EII, foram conduzidos em pós-emergência, contendo 22 tratamentos, sendo aplicados isoladamente ou em mistura, dos herbicidas glifosato, saflufenacil, carfentrazone, 2,4-D, triclopir, dicamba, flumioxazina, clorimuron e cloransulam. Os ensaios de replicata (RI e RII), foram conduzidos com 27 tratamentos para ambas espécies, com os mesmos tratamentos utilizados para EI e EII, entretanto foi adicionado o tratamento diclosulam+halauxifen aplicado isoladamente e em mistura. Foram realizadas análises de fluorescência transiente da clorofila *a*, análise visual de controle, comprimento e massa seca de parte aérea para todos os experimentos de pós-emergentes. Foi realizado teste de compatibilidade físico-química com os 27 tratamentos do experimento de replicata dos pós-emergentes. O experimento EIII, foi realizado para a quantificação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) nas duas espécies estudadas, sendo conduzido com 10 tratamentos, com aplicação isolada e em mistura dos herbicidas glifosato, 2,4-D, triclopir, flumioxazina, saflufenacil, carfentrazone e testemunha. O experimento com herbicidas pré-emergentes (EIV) foi conduzido em replicata (RIV). Ambos experimentos foram semeados com *C. benghalensis*, contendo 10 tratamentos, sendo estes: diclosulam, s-metolacloro, imazetapir+flumioxazina, flumioxazina, imazetapir, sulfentrazone+diuron, clomazone e testemunha. O experimento EV foi realizado para avaliar o efeito residual do experimento RIV, onde uma nova semeadura foi realizada nos vasos aos 42 DAE. Foram avaliadas a eficácia de controle e contagem do número de plantas emergidas. Os dados dos experimentos foram submetidos a ANOVA ($p \leq 0,05$), sendo significativo, foram comparados pelo teste Skott-Knott (EI, EII, EIII, RI e RII) e Tukey (EIV, RIV e EV). As misturas triplas avaliadas foram eficientes no controle das duas espécies. As misturas triplas que continham carfentrazone, promoveram controle eficaz e mais rápido quando comparado as misturas com saflufenacil e flumioxazina. O triclopir promoveu controle mais rápido para ambas espécies quando comparado aos demais auxínicos, e esta eficácia parece estar relacionada a maior formação de H_2O_2 pelas plantas após aplicação do herbicida. As duas espécies respondem de maneira distinta para os herbicidas auxínicos e são mais difíceis de serem controladas no estádio de 6 a 10 folhas. Os pré-emergentes avaliados foram eficientes no controle de *C. benghalensis*. Os tratamentos flumioxazina ($50g\ ha^{-1}$ e $100g\ ha^{-1}$), imazetapir ($1L\ ha^{-1}$) e imazetapir+flumioxazina ($0,5L\ ha^{-1}$), possuem efeito residual inferior a 42 dias para o controle de *C. benghalensis*.

Palavras-chave: *C. benghalensis*, *C. diffusa*, tolerância, pós-emergentes, pré-emergentes.

ABSTRACT

CARNEIRO, Rúbia de Moura. **Chemical management in the control of plants of the genus *Commelina*.** 2021. 84p Dissertation (Master in Agricultural and Environmental Engineering). Institute of Technology, Engineering Department, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

The species *Commelina benghalensis* and *Commelina diffusa*, are difficult to control, due to the ease of propagation and tolerance to the herbicide glyphosate. The present work aimed to evaluate the control of *C. benghalensis* and *C. diffusa* species, through the application of post and pre-emergent herbicides, applied alone and in mixture. Four experiments were carried out (EI, EII, EIII and EIV), three of them, conducted in replicate (RI, RII and RIV). The experiments EI and EII (replicates RI and RII), aimed to evaluate the control of both species in post-emergence, with different number of leaves, being from 4 to 6 (EI and RI) and from 6 to 10 leaves (EII and RII), respectively. The experiments EI and EII, were conducted in post-emergence, containing 22 treatments, being applied alone or in mixture, of the herbicides glyphosate, saflufenacil, carfentrazone, 2,4-D, triclopyr, dicamba, flumioxazin, chlorimuron and chloransulam. The replicate assays (RI and RII), were conducted with 27 treatments for both species, with the same treatments used for EI and EII, however the treatment diclosulam + halauxifen applied alone and in mixture was added. Chlorophyll a transient fluorescence analyzes, visual control analysis, shoot length and dry mass were performed. A physical-chemical compatibility test was carried out with the 27 treatments of the post-emergent replicate experiment. The EIII experiment was carried out for the quantification of hydrogen peroxide (H_2O_2) in the two species studied, being conducted with 10 treatments, with isolated application and in a mixture of the herbicides glyphosate, 2,4-D, triclopyr, flumioxazin, saflufenacil, carfentrazone and witness. The experiment with pre-emergent herbicides (EIV) was carried out in replicate (RIV). Both experiments were seeded with *C. benghalensis*, containing 10 treatments, these being: diclosulam, s-metolachlor, imazetapyr + flumioxazin, flumioxazin, imazetapyr, sulfentrazone + diuron, clomazone and control. The EV experiment was carried out to evaluate the residual effect of the RIV experiment, where a new sowing was carried out in the pots at 42 DAE. The effectiveness of control and counting the number of emerged plants was evaluated. The data of the experiments were submitted to ANOVA ($p \leq 0.05$), being significant, they were compared by the Skott-Knott test (EI, EII, EIII, RI and RII) and Tukey (EIV, RIV and EV). The triple mixtures evaluated were efficient in controlling both species. The triple mixtures that contained carfentrazone, promoted effective and faster control when compared to mixtures with saflufenacil and flumioxazin. Triclopir promotes faster control for both species when compared to the other auxinics, and this efficacy seems to be related to the higher formation of H_2O_2 by plants after application of the herbicide. The two species respond differently to auxinic herbicides and are more difficult to control at the 6 to 10 leaf stage. The pre-emergents evaluated were efficient in controlling *C. benghalensis*. The flumioxazin (50g ha⁻¹ and 100g ha⁻¹), imazetapyr (1L ha⁻¹) and imazetapyr + flumioxazin (0.5L ha⁻¹) treatments have a residual effect of less than 42 days for the control of *C. benghalensis*.

Keywords: *C. benghalensis*, *C. diffusa*, tolerance, post-emergent, pre-emergent.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. EXPERIMENTO DE PÓS-EMERGENTES	18
3.1.1. VARIÁVEIS RESPOSTAS AVALIADAS.....	21
a) Análise visual de controle	21
b) Análise da fluorescência transiente da clorofila <i>a</i>	21
c) Comprimento e massa seca de parte aérea (CPA e MSPA)	22
3.2. EXPERIMENTO DE QUANTIFICAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO (H₂O₂).	22
3.3. EXPERIMENTO DE PRÉ-EMERGENTES E EFEITO RESIDUAL	24
3.3.1. VARIÁVEIS RESPOSTAS AVALIADAS.....	25
a) Análise visual de controle e número de plântulas emergidas.....	25
3.4. ANÁLISE ESTÍSTICA	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. EXPERIMENTO DE PÓS-EMERGENTES	27
4.1.2 ANÁLISE DE PEROXIDAÇÃO EM DISCOS FOLIARES	65
4.1.3. EXPERIMENTO DE PRÉ-EMERGENTES.....	69
a) Experimeto de pré-emergentes (RIV).....	69
b) Experimento de efeito residual de pré-emergentes	70
5. CONCLUSÃO.....	72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
7. APÊNDICE	78
7.1. Tabela de incomparabilidade físico-química dos tratamentos avaliados no experimento de replicata de pós-emergentes.	

1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas do gênero *Commelina*, como as espécies *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*, denominadas popularmente como trapoeraba, são conhecidas por serem espécies de difícil controle devido a facilidade de propagação e tolerância ao herbicida glifosato. Em áreas agrícolas onde o uso desse herbicida é sucessivo tem ocorrido a predominância e escape no controle dessas plantas.

A tolerância de plantas daninhas é a capacidade inata da espécie em se desenvolver e reproduzir após a aplicação do herbicida em dose recomendada por bula, à qual seria letal para outras espécies. Não há um processo de seleção para tornar determinada espécie tolerante a um herbicida, sendo essa característica natural, independente da aplicação prévia do herbicida. Para as plantas de *C. benghalensis*, a tolerância ao herbicida glifosato ocorre devido à absorção diferencial (mais lenta que em outras espécies) e a capacidade de metabolizar parte do herbicida. No entanto, há poucos estudos que elucidem como ocorre a tolerância ao herbicida glifosato para a espécie *C. diffusa*.

Dentre os diferentes tipos de manejo para o controle de plantas daninhas, o químico é o mais utilizado. Por serem espécies tolerantes ao herbicida glifosato, o controle destas plantas fica limitado aos demais mecanismos de ação que controlam espécies eudicotiledôneas. Entretanto, o controle eficiente de plantas daninhas está diretamente relacionado ao estádio fenológico da planta, onde em estágios iniciais, o controle é mais facilitado.

A dessecção é o momento ideal para o controle dessas espécies devido a maior opção de mecanismos de ação de herbicidas, podendo ser realizada a mistura de dois ou mais, ou mesmo aplicações sequenciais. Associado a dessecção é usual a utilização de herbicidas pré-emergentes, os quais visam o controle da germinação ou emergência das sementes das plantas daninhas presentes no solo.

Dessa maneira, o objetivo do presente estudo foi avaliar o controle das plantas daninhas *C. benghalensis* e *C. diffusa*, através da utilização de herbicidas pré e pós-emergentes, aplicados isoladamente e em mistura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As plantas daninhas são plantas que ocorrem onde não são desejadas, interferindo nas atividades do homem (PITELLI et al., 1987). As plantas daninhas são conhecidas pela sua agressividade, apresentam alta capacidade competitiva, com um alto potencial de reprodução, interferindo na estratégia de manejo. A interferência ocasionada pelas mesmas varia de acordo com a espécie presente na área, o período de emergência, densidade populacional, o período de convivência entre a cultura, as práticas de manejos adotadas e as condições edafoclimáticas presentes no período de convivência (BARROSO et al., 2010, BACHEGA et al., 2013).

Para que o controle de plantas daninhas seja realizado de forma racional e eficiente, é necessário identificar corretamente as espécies presentes no local. A identificação correta, está diretamente relacionada a botânica, sendo necessário estudos de fisiologia, morfologia e determinação de seus hábitos e ciclo de vida (DEUBER, 1992). O conhecimento de plantas daninhas é importante, pois auxilia na escolha do manejo adequado e monitoramento constante em qualquer mudança da flora, tanto em nível de espécies dominantes ou de biótipos dentro de cada espécie (CHRISTOFFOLETI, 1998). Apesar de serem do mesmo gênero, as plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa*, apresentam características morfológicas que são diferenciais para cada espécie, sendo fundamental conhecê-las, visando a otimização do controle dessas plantas daninhas em cada sistema de produção (SANTOS et al., 2002).

As espécies de trapoeraba que são amplamente encontradas em áreas de produção do Brasil estão a *C. benghalensis* e *C. diffusa*. A espécie *C. benghalensis* exibe folhas subspecioladas, ovóides, com bases atenuadas e ápices obtusos a agudos, de cor verde-clara e com tricomas em ambas as faces (SANTOS et al., 2001). Já a *C. diffusa* exibe folhas sésseis, com lâminas lineares, ovóides ou oblongas, bases ligeiramente arredondadas, ápices acuminados, de cor verde-escura, glabras em ambas as faces (SANTOS et al., 2001). As flores de ambas espécies são efêmeras, zigomorfas e apresentam três pétalas, entretanto, a *C. diffusa* apresenta três pétalas completamente expandidas, enquanto a *C. benghalensis*, apresenta duas pétalas expandidas e uma pétala reduzida (SANTOS et al., 2002). Dentre as características que influenciam para que essas espécies sejam relatadas como de difícil controle, está relacionado a capacidade de se estabelecer e propagar-se em diferentes ambientes (HOLM et al., 1977; BUDD et al., 1979; WILSON, 1981). A propagação pode ser por sementes ou rizomas, entretanto, somente *C. benghalensis* produz rizomas, mas em ambas espécies, partes vegetativas são capazes de dar origem a novas plantas (SANTOS et al., 2004). No caso de *C.*

benghalensis, essa espécie apresenta uma característica peculiar, devido a reprodução por sementes formadas por rizomas, assim, flores modificadas se desenvolvem no rizoma, onde formam-se frutos por partenocarpia, dando origem a sementes subterrâneas. Contudo, as sementes provenientes dos rizomas podem germinar desde uma profundidade de 12cm de profundidade, dificultando o manejo das mesmas, onde os herbicidas aplicados no solo, muitas das vezes, não as atingem (KISSMANN & GROTH, 1992). As sementes produzidas por plantas do gênero *Commelina*, apresentam períodos variados de dormência, favorecendo o acúmulo de sementes no solo e o surgimento das mesmas em diferentes períodos no campo (SOUZA et al., 2004). Além de apresentarem facilidade de propagação, essas espécies são tolerantes ao herbicida glifosato, dificultando o manejo e ocasionando prejuízos na produtividade de diferentes culturas.

No Brasil essas espécies geralmente são confundidas entre si, assim, a identificação incorreta pode dificultar o controle químico, pois cada uma apresenta comportamento distinto quando submetidas ao controle químico, o que eleva os custos para o produtor (ROCHA et al., 2007a). Diferentes espécies de trapoeraba podem ocorrer simultaneamente numa cultura e quando isso ocorre a identificação das espécies é fundamental para a decisão em relação ao produto que deverá ser aplicado para controle (SANTOS et al., 2001; SANTOS et al., 2002a; ROCHA et al., 2007ab).

A tolerância de plantas daninhas a herbicidas, é a capacidade inata de uma espécie em sobreviver e se reproduzir após a exposição ao herbicida na dose recomendada, a qual seria letal para outras espécies (CHRISTOFFOLETI et al., 2016). Nesse caso, não há uma seleção imposta pelo herbicida sobre uma população de plantas, sendo a tolerância uma característica da espécie e nesse caso, não há presença do biótipo sensível. Plantas tolerantes possuem a habilidade natural de sobreviver à aplicação do herbicida ainda mesmo na primeira aplicação, logo após seu lançamento comercial (CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Para as plantas de *C. benghalensis*, a tolerância ao herbicida glifosato ocorre devido à absorção diferencial (mais lenta que em outras espécies) e a capacidade de metabolizar parte do herbicida (MONQUERO et al., 2004). Entretanto, a espécie *C. diffusa* apresenta maior tolerância ao herbicida glifosato, quando comparada com *C. benghalensis* (SANTOS et al., 2000). Esta tolerância pode estar relacionada a características anatômicas da superfície foliar das duas espécies de trapoeraba, enquanto *C. diffusa* apresenta apenas pelos secretores, *C. benghalensis* apresenta pelos secretores e não-secretores (longos com extremidade afilada e curtos com extremidade curva) e maior número de pêlos em geral nas duas epidermes

(SANTOS et al., 2002). Os pelos atuam como uma plataforma para partículas do ambiente; sendo assim, é possível que a folha de *C. benghalensis* intercepta e mantém mais gotículas sobre a superfície do que a de *C. diffusa*, o que lhe proporciona maior tempo para a penetração da solução antes que ela escorra ou evapore; somando-se a isso a presença de estômatos na superfície adaxial da folha, é provável que *C. benghalensis* intercepte e absorva maior quantidade de glifosato que *C. diffusa* (MISHRA, 1982). Entretanto, poucos autores discutem sobre os tricomas serem uma boa entrada de herbicidas nas plantas, e parece existir uma relação negativa entre a aderência dos herbicidas nos tricomas e a eficácia desses produtos (HESS & FALK, 1990). O conhecimento sobre as características dessas espécies, nos auxilia na escolha de um manejo mais eficiente, proporcionando menor competição com a cultura, evitando perdas de produtividade.

O controle de plantas daninhas inclui os métodos preventivo, cultural, mecânico, biológico e químico (SILVA & SILVA, 2007). O controle químico é o método de manejo mais utilizado para plantas daninhas, apresenta diversas vantagens, como praticidade, eficácia, baixo custo, não revolvimento do solo e controle de plantas daninhas em épocas chuvosas (CONCENÇO et al., 2006).

O uso de herbicidas pode ser realizado em pós ou pré-emergência e também podem ser associados com os demais métodos de controle, podendo garantir uma vantagem competitiva para a cultura nos estádios iniciais e ao longo do ciclo (AGOSTINETTO, 2015). Os herbicidas pós-emergentes são utilizados após a emergência de plantas daninhas e antes que essas interfiram no desenvolvimento da cultura, devido à competição. Esses herbicidas podem ser seletivos ou não para a cultura de interesse, sendo necessário conhecimento dos mesmos para adoção do controle químico, para que não ocasione danos a cultura, controlando somente as plantas daninhas. Enquanto os herbicidas pré-emergentes são utilizados antes da emergência das plantas daninhas, visando o controle do banco de semente do solo, permitindo com que a cultura de interesse se desenvolva sem a presença das plantas daninhas (MONQUERO et al., 2008).

Dentre as possibilidades de manejo através do controle químico, a dessecação é uma prática adotada para eliminar todas as plantas presentes na área de cultivo, incluindo as plantas daninhas e restos de plantas do cultivo anterior para a semeadura da cultura no limpo. Sendo que a mesma pode ser realizada antecipadamente/outonal ou em pré-semeadura. A dessecação consiste na aplicação de herbicidas pós-emergentes, ou de uma mistura de dois ou mais, ou

mesmo de duas aplicações sequenciais do mesmo ou de diferentes herbicidas, antes da semeadura (PROCÓPIO et al., 2006).

Na dessecação para semeadura da cultura da soja, dentre os mecanismos de ação com possível efeito sobre plantas de trapoeraba, conhecidos como latifolicidas, destacam-se os mimetizadores de auxinas, inibidores da enzima acetolactase sintase (ALS), inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) e inibidores da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs). Os herbicidas auxínicos, como 2,4-D, dicamba, triclopir e halauxifen, são indicados para o controle de eudicotiledôneas, e interferem na ação da enzima RNA-polimerase e, consequentemente, na síntese de ácidos nucleicos e proteínas (THILL, 2003). Estes herbicidas causam crescimento desorganizado, epinastia das folhas, retorcimento do caule, engrossamento das gemas terminais e morte da planta, em poucos dias ou semanas após aplicação (OLIVEIRA et al., 2011).

Os herbicidas inibidores da ALS, como clorimuron e cloransulam inibem a síntese dos aminoácidos ramificados leucina, isoleucina e valina, interrompendo a síntese proteica, que consequentemente irá interferir na síntese do DNA e no crescimento celular (LEITE et al., 1998). Os herbicidas inibidores da PROTOX, como saflufenacil, flumioxazina e carfentrazone, atuam inibindo a síntese de protoporfirina IX, que se acumula rapidamente em células de plantas tratadas, sendo que essa acumulação ocorre devido ao descontrole na rota metabólica de sua síntese (KILINC, 2009). Devido ao descontrole e rápido aumento do protoporfirinogênio IX, ocorre sua saída para o citoplasma na forma protoporfirina IX, que, na presença de luz e oxigênio, produz a forma reativa do oxigênio (oxigênio singuleto), com consequente peroxidação dos lipídios da membrana celular e posteriormente morte das plantas (FERREIRA et al., 2005).

O glifosato é um herbicida inibidor da enzima EPSPs, com amplo espectro, considerado não seletivo, controla tanto plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas anuais e perenes, sendo utilizado em larga escala mundial (MESNAGE et al., 2015). A inibição da enzima EPSPs ocasiona acúmulo de altos níveis de chiquimato nos vacúolos, sendo intensificado pela perda de controle do fluxo de carbono da rota (FEDTKE & DUKE, 2004), ocorrendo o bloqueio de três aminoácidos aromáticos essenciais, sendo eles, fenilalanina, tirosina e triptofano, resultando consequentemente na morte das plantas (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ & REDDY, 2004).

Como mencionado anteriormente, a dessecação é uma atividade crucial para o manejo eficiente de plantas daninhas, contudo, se realizada de maneira inadequada, permite que haja a presença de plantas daninhas na pós-emergência da cultura de interesse, não sendo esse o cenário desejado. Dessa maneira, tratando-se da cultura da soja, em pós-emergência, tem sido

recomendado o uso herbicida clorimuron (VARGAS et al., 2009; BRESSANIN et al., 2014) ou cloransulam-metílico (VARGAS et al., 2009; BLAINSKI et al. 2015) para controle das espécies de *C. benghalensis* e *C. diffusa*, sendo as únicas opções de herbicida para o controle dessas espécies em pós emergência da cultura.

Além da utilização de herbicidas pós-emergentes na dessecação, também há a possibilidade de uso de herbicidas pré-emergentes. Esses produtos aplicados antes da emergência da cultura de interesse, apresentam efeito residual prolongado, auxiliando no controle de plantas daninhas no período crítico de estabelecimento da cultura. Desse modo, com o término do efeito residual dos herbicidas utilizados em pré-emergência, um novo fluxo de plantas daninhas ocorrerá, dessa maneira, o manejo em pós-emergência será facilitado, pois as plantas daninhas estarão em um estádio de desenvolvimento uniforme e a aplicação será realizada no estágio fenológico ideal da cultura (MONQUERO et al., 2008). Dentre os herbicidas pré-emergentes registrados para a cultura da soja, podemos citar o diclosulam, s-metolacloro, sulfentrazone+diuron, flumioxazina, imazetapir, flumioxazina+ imazetapir e clomazone.

O diclosulam e imazetapir são herbicidas pertencentes ao mecanismo de ação dos inibidores da ALS. O diclosulam é do grupo químico das triazolopirimidina sulfonanilidas, é um pré-emergente seletivo para a cultura da soja, recomendado para o controle em pré-emergência de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas. Enquanto o imazetapir, pertencente ao grupo químico das imidazolinonas, podendo ser utilizado em pré-emergente e pós-emergente das plantas daninhas, sistêmico, seletivo para as culturas do arroz irrigado, feijão e soja, no sistema de plantio convencional e direto, sendo recomendado para o controle de plantas dicotiledôneas e monocotiledôneas (CHRISTOFOLETTI, 2008). Estes produtos são absorvidos pelas raízes e folhas, sendo translocado via xilema e floema até os pontos de crescimento das plantas (GERWICK et al., 1990; KLESCHICK et al., 1990). O princípio ativo flumioxazina é um herbicida de contato, do mecanismo de ação inibidores da PROTOX, pertencente ao grupo químico n-feniltalimidas (SENSEMAN, 2007), indicado para uso em pré-emergência, no controle de infestantes de folhas largas e de monocotiledôneas na cultura da soja.

No mercado brasileiro existe a mistura comercial dos herbicidas flumioxazina e imazetapir, apresentando ação sistêmica e não sistêmica, sendo seu uso indicado para aplicação em pré-emergência e pós-emergência das plantas daninhas, antes da semeadura da cultura para o controle de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas. O clomazone é um herbicida pré-emergente utilizado para o controle de plantas daninhas mono e eudicotiledôneas,

seletivo para culturas como algodão, cana-de-açúcar, arroz, batata. Ele atua na inibição da biossíntese de carotenoides, inibindo a deoxixilulose fosfato sintase (DXP sintase) causando branqueamento das folhas de espécies suscetíveis e posterior morte das plantas (OLIVEIRA, 2011).

O s-metolacloro é um herbicida seletivo para as culturas de soja, sorgo, milho, cana-de-açúcar, feijão e algodão, sendo caracterizado pela acentuada ação sobre monocotiledôneas, notadamente sobre as espécies anuais, com forte ação sobre a trapoeraba e algumas espécies de eudicotiledôneas (BRASIL, 2013). O ingrediente ativo s-metolacloro é absorvido através do coleóptilo das monocotiledôneas e hipocótilo das eudicotiledôneas, atuando na gema terminal inibindo o crescimento das plantas. O sintoma do herbicida sobre as plantas sensíveis caracteriza-se pelo intumescimento dos tecidos, e pelo enrolamento do caule nas monocotiledôneas, e nas eudicotiledôneas observa-se a clorose, necrose e a morte das plantas. A maioria das plantas, porém, morre antes de emergir à superfície do solo.

A mistura comercial dos herbicidas sulfentrazone+diuron tem seu uso recomendado para culturas como soja, cana-de-açúcar, citros, café e eucalipto. O sulfentrazone pertence ao grupo das triazolonas e atua inibindo a enzima PROTOX, é utilizado em pré-emergência das plantas daninhas nas culturas de abacaxi, café, cana-de-açúcar, citros, eucalipto, fumo e soja e em pós-emergência das plantas infestantes na cultura da soja. O diuron é um herbicida do mecanismo de ação dos inibidores do fotossistema II (FSII), pertence ao grupo químico das ureias substituídas (MONCADA, 2012), é um herbicida sistêmico que apresenta controle de uma larga faixa de plantas daninhas de folhas largas e gramíneas, tanto em pré como em pós-emergência precoce, sendo seu uso indicado para as culturas de algodão, café, cana-de-açúcar e citros.

Dentre as possibilidades para aumentar a eficiência dos herbicidas em plantas de difícil controle na dessecção, está a mistura em tanque. A mistura em tanque consiste na associação de agrotóxicos e afins no tanque do equipamento aplicador, realizada imediatamente antes da pulverização (GRAZZIERO, 2015). É uma prática que proporciona redução nos custos de produção, aumenta o espectro de controle de uma pulverização e reduz o tempo de exposição dos aplicadores aos produtos (KAGI et al., 2013).

Devido a dificuldade de controle das espécies *C. benghalensis* e *C. diffusa*, misturas duplas e triplas entre herbicidas, são vantajosas, principalmente pelo maior espectro de controle, proporcionando controle eficiente e menor possibilidade de rebrotes. No caso das misturas com os herbicidas inibidores da EPSPs com herbicidas auxínicos, como o 2,4-D, são muito utilizadas em dessecção de áreas, principalmente quando há espécies de difícil controle como erva-quente

(*Spermacoce latifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), poaia (*Richardia brasiliensis*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), corda-de-viola (*Ipomea grandifolia*) e buva (*Conyza spp.*) (TAKANO et al., 2013) apresentando controle eficiente para as mesmas. As misturas triplas de herbicidas podem ser utilizadas em situações de plantas em de estágio avançado, como por exemplo a mistura entre os herbicidas glifosato+ herbicida auxínico+ inibidor da PROTOX. Sendo uma boa alternativa para o controle de plantas daninhas de difícil controle e fora do estágio, como é o caso das plantas de trapoeraba encontradas no campo.

A ação herbicida pode ser descrita como uma interação fisiológica e bioquímica entre um herbicida e a planta. Quando o herbicida é absorvido, diversas alterações no metabolismo podem ocorrer, sendo a principal delas a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), e consequentemente o estresse oxidativo (LANGARO et al., 2016). O estresse oxidativo em vegetais pode ser definido como o desequilíbrio entre a formação e a remoção de agentes oxidantes, decorrente da geração excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs) (BETTINI et al., 2015). As EROs são geradas normalmente pelo metabolismo dos organismos aeróbicos, principalmente através da fotossíntese e respiração, entretanto, são mantidos em níveis em níveis basais através de sistemas antioxidantes de defesa da planta (GRATÃO et al., 2005).

Entre as principais EROs que causam danos celulares, destacam-se radical superóxido ($O_2 \cdot^-$), radical hidroxila (OH^-) e as formas não-radicais (moleculares) peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio singuleto (1O_2) (BRAY et al. 2000, PASTORI & FOYER 2002, GILL & TUTEJA 2010). Os radicais superóxidos são os primeiros a serem formados, os quais não conseguem atravessar membranas biológicas ficando retidos apenas onde foram gerados. Logo após, haverá a formação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que tem a capacidade de atravessar biomembranas (BREUSEGEM et al., 2001). O H_2O_2 é uma EROs moderadamente reativa, de pequeno tamanho, podendo migrar com facilidade para diferentes compartimentos, além disso, apresenta duplo papel em plantas: quando está em baixas concentrações, atua como molécula envolvida na sinalização de aclimação desencadeando tolerância a vários estresses bióticos e abióticos e, em altas concentrações, leva a morte programada da célula (MA; RAHMAT; LAM, 2013). Sendo que isso pode estar relacionado devido a formação do radical hidroxila (OH), o qual ocorre pela redução do H_2O_2 por íons metálicos (Fe^{2+} e Cu^{2+}), que é a espécie mais reativa a ser formada, tem meia vida curta pois reagem rapidamente com moléculas biológicas sequestrando um átomo de hidrogênio (BREUSEGEM et al., 2001; NORDBERG & ARNER, 2001).

Entretanto, para que consigam sobreviver diante aos danos ocasionados pelas EROs, as plantas possuem diversos mecanismos que permitem perceber e traduzir sinais externos, a fim

de desencadear respostas adaptativas (MILLER et al., 2011). Sendo assim, as plantas desenvolveram dois mecanismos de proteção, um sistema antioxidante enzimático e outro não enzimático (MITTLER, 2001).

Entretanto, apesar de apresentarem sistemas de defesa antioxidante que auxiliem as mesmas a lidar com os danos ocasionados pela formação de EROs, uma vez sob efeito dos herbicidas, a formação de EROs é potencializada pela ação dos mesmos, tornando-se altamente destrutivas para células e tecidos (SRIVASTAVA, 2002). Dessa maneira, para melhor compreensão da resposta das plantas aos herbicidas, diferentes estudos utilizando a análise de fluorescência transiente da clorofila *a* podem ser realizados (LEAL et al., 2020; SOUZA et al., 2020).

A análise da fluorescência transiente da clorofila *a*, é uma ferramenta utilizada para estudar os efeitos das mudanças ambientais sobre o aparato fotossintético, sendo este método simples, rápido, sensível e não destrutivo, amplamente utilizado em investigações de danos e/ou reparo causados no sistema fotossintético das plantas, por diferentes tipos de estresse (STRASSER; TSIMILLI-MICHAEL; STRIVASTAVA, 2004; EULLAFFROY et al., 2009), como o causado por herbicidas (SOUZA et al., 2020, CARVALHO et al., 2021). O uso dos parâmetros calculados pelo Teste-JIP permite a quantificação da eficiência de absorção e aproveitamento da energia luminosa através da cadeia de transporte de elétrons da fotossíntese, além de avaliar a funcionalidade do fotossistema II (FSII) (SCHANSKER et al., 2003).

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o controle das espécies de plantas daninhas *C. benghalensis* e *C. diffusa*, através da aplicação de herbicidas pós e pré-emergentes, aplicados isoladamente e em mistura. Sendo realizado conjuntamente análise de fluorescência da clorofila *a* e quantificação de produção de superóxido de hidrogênio (H_2O_2), com o objetivo de compreender o estresse e danos ocasionados pela ação dos herbicidas nas plantas estudadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos cinco experimentos (EI, EII, EIII e EIV) em casa vegetação, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada em Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Três deles em replicata (RI, RII e RIV). Dessa forma, os experimentos EI e EII (replicatas RI e RII), tiveram como objetivo avaliar o controle das plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa* em pós-emergência, com número de folhas distintos, sendo de 4 a 6 (EI e RI) e de 6 a 10 folhas (EII e RII), respectivamente. O experimento EIII, teve como objetivo quantificar a formação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em ambas espécies, após aplicação de herbicidas pós-emergentes. O experimento EIV, foi realizado com herbicidas pré-emergentes e sua replicata denominada RIV. Para a condução dos ensaios de pré-emergentes foi utilizado somente as sementes da espécie *C. benghalensis*, não sendo realizado experimento para *C. diffusa*, pois não foi possível obter semente da mesma. O experimento residual denominado EV, avaliou o efeito residual dos herbicidas pré-emergentes, sendo utilizado os vasos preenchidos anteriormente com solo do experimento RIV, sendo realizado uma nova semeadura ao final do ensaio RIV, aos 42 DAE.

3.1. EXPERIMENTO DE PÓS-EMERGENTES

Foram realizados dois experimentos (EI e EII) com herbicidas pós-emergentes para avaliar o controle das duas espécies, as plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa*, em dois estádios fenológicos distintos, sendo estes conduzidos em replicata. O primeiro experimento (EI) foi realizada com plantas que apresentavam de 4 a 6 folhas, e segundo experimento (EII) com plantas de 6 a 10 folhas. As replicatas dos experimentos EI e EII, foram denominadas RI e RII, respectivamente.

Os experimentos foram conduzidos em casualização por bloco (DBC), contendo 4 repetições, com exceção de EI que continha apenas 3 repetições para *C. diffusa*, devido à ausência de plantas com o mesmo número de folhas. Os experimentos foram conduzidos em vasos plásticos de 1L, preenchidos com solo, o qual foi classificado como Planossolo Háplico Eutrófico (DOS SANTOS et al., 2018), cujo as características estão descritas na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química dos solos utilizados nos experimentos. Seropédica-RJ, 2020.

Classif.	Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pH água	Corg	P	K
		Cmol/dm ³												1,2:5	%	mg/L
Arenoso	0-20	1,233	2,5	1,2	0,22	3,5	0,0	5,15	8,71	59	0	14	5,8	0,56	23	84
Arenoso	20-40	0,882	1,6	1,5	0,19	3,7	0,0	4,17	7,92	53	0	11	5,4	0,20	16	75

As plantas de *C. benghalensis* foram provenientes de sementes adquiridas da empresa Agro Cosmos, localizada no município de Engenheiro Coelho/SP, com porcentagem de germinação era de 70%. As plantas de *C. diffusa*, foram obtidas através de transplante, realizado através da coleta de caules de plantas em uma área sem histórico de aplicação de herbicida, localizada na UFRRJ. O transplante foi realizado através do corte desses caules, sendo transplantados um nó por vaso. Em ambos experimentos, foram avaliados 21 tratamentos em pós-emergência, mais a testemunha sem aplicação, conforme tabela a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos herbicidas utilizados nos experimentos EI e EII (e nas replicatas RI e RII). Seropédica-RJ, 2019.

TRAT.	NOME COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	DOSE (g i.a/e.a.ha ⁻¹)
1	Testemunha sem aplicação	--	--
2	Roundup Original®	Glifosato	2160
3	Roundup Orig.®+Heat®	Glifosato+Saflufenacil ²	2160+35
4	Roundup Orig.®+Aurora®	Glifosato+Carfentrazone ¹	2160+30
5	DMA®	2,4-D	1005
6	Roundup Orig.®+DMA®	Glifosato+2,4-D	2160+1005
7	Roundup Orig.®+DMA®+Heat®	Glifosato+2,4-D+Saflufenacil ²	2160+1005+35
8	Roundup Orig.®+DMA®+Aurora®	Glifosato+2,4-D+Carfentrazone ¹	2160+1005
9	Triclon®	Triclopir ¹	960
10	Roundup Orig.®+Triclon®	Glifosato+Triclopir ¹	2160+960
11	Roundup Orig.®+Triclon®+Heat®	Glifosato+Triclopir ¹ +Saflufenacil ²	2160+960+35
12	Roundup Orig.®+Triclon®+Aurora®	Glifosato+Triclopir ¹ +Carfentrazone ¹	2160+960+30
13	Aetectra®	Dicamba	720
14	Roundup Orig.®+Aetectra®	Glifosato+Dicamba	2160+720
15	Roundup Orig.®+Aetectra®+Heat®	Glifosato+Dicamba+Saflufenacil ²	2160+720+35
16	Roundup Orig.®+Aetectra®+Aurora®	Glifosato+Dicamba+Carfentrazone ¹	2160+720+30
17	Flumyzin®	Flumioxazina ¹	50
18	Roundup Orig.®+Flumyzin	Glifosato+Flumioxazina ¹	2160+50
19	Roundup Orig.®+Flumyzin®+Heat®	Glifosato+Flumioxazina ¹ +Saflufenacil ²	2160+50+35
20	Roundup Orig.®+Flumyzin®+Aurora®	Glifosato+Flumioxazina ¹ +Carfentrazone ¹	2160+50+30
21	Roundup Orig.®+Classic®	Glifosato+Clorimuron ¹	2160+20
22	Roundup Orig.®+Pacto®	Glifosato+Cloransulam ³	2160+38,39

¹ 0,5% v/v de Assist® (óleo mineral emulsionável), ² 1,0% v/v de Dash® (adjuvante não iônico), ³ 0,2% v/v de Agral® (espalhante não iônico).

A aplicação dos herbicidas ocorreu quando as plantas apresentavam de 4 a 6 folhas (EI) e 6 a 10 folhas (EII). Foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO₂, a uma pressão de 2.8 bar, equipado com quatro pontas XR 110.015, espaçados entre si a 0,5 m, com volume

de calda de 100L ha⁻¹, e as condições climáticas no momento das aplicações, encontram-se na tabela a seguir (Tabela 3).

Tabela 3. Descrição das variáveis climáticas no momento da aplicação dos herbicidas pós-emergentes. Seropédica-RJ, 2019.

1 ^a aplicação – <i>C. benghalensis</i> e <i>C. diffusa</i> (4 a 6 folhas) – EI	
Variáveis	
Temperatura (°C)	28,7
UR (%)	86,0
Vento (km.h ⁻¹)	1,1
2 ^a aplicação - <i>C. benghalensis</i> e <i>C. diffusa</i> (6 a 10 folhas) – EII	
Variáveis	
Temperatura (°C)	27,7
UR (%)	64,0
Vento (km.h ⁻¹)	2,0

As replicatas (RI e RII) foram conduzidas da mesma forma que o EI e EII. Houve apenas o acréscimo do tratamento herbicida diclosulam+halauxifen na dose de 44g ha⁻¹, sendo aplicado isoladamente e em mistura, da seguinte forma: (diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone. Ainda, houve uma alteração na dose referente ao herbicida dicamba, sendo este utilizado em todos os tratamentos que o continham na dose de 600mL ha⁻¹.

Antes da aplicação dos tratamentos com herbicidas foi realizado teste para avaliação da compatibilidade físico-química das caldas, sendo adotados os padrões técnicos e metodológicos especificados na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 13875:2014 (ABNT, 2014), denominada “Agrotóxicos e afins - Avaliação de compatibilidade físico-química”, sendo realizado um ensaio estático e um dinâmico. Os tratamentos utilizados para avaliação do teste de compatibilidade de calda, foram os 27 tratamentos avaliados no experimento de pós-emergentes (replicata).

Após a avaliação do teste de compatibilidade de calda (Apêndice), foi realizado a aplicação dos experimentos replicata de pós-emergentes, onde as condições climáticas no momento da aplicação das replicatas encontram-se descritas na tabela a seguir (Tabela 4).

Tabela 4. Descrição das variáveis climáticas no momento das aplicações dos experimentos replicata dos herbicidas pós-emergentes (RI e RII). Seropédica-RJ, 2020.

1^a aplicação – <i>C. benghalensis</i> e <i>C. diffusa</i> (4-6 folhas) – RI	
Variáveis	
Temperatura (°C)	16,2
UR (%)	90,0
Vento (km.h ⁻¹)	1,3
2^a aplicação - <i>C. benghalensis</i> e <i>C. diffusa</i> (6-10 folhas) - RII	
Variáveis	
Temperatura (°C)	22,4
UR (%)	59,0
Vento (km.h ⁻¹)	2,7

3.1.1. VARIÁVEIS RESPOSTAS AVALIADAS

a) Análise visual de controle

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação do tratamento herbicida (DAA), foram realizadas avaliações visuais de controle para os experimentos EI e EII. Enquanto para as replicatas RI e RII, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 DAA, a maior quantidade de avaliações foi realizada para verificar se os tratamentos foram realmente eficiente no controle das espécies avaliadas ou se as mesmas apresentavam rebrote. A análise visual de controle se deu através de notas atribuídas as injúrias das plantas que variam de 0 a 100%, onde 0% representa a ausência de sintomas e 100%, a morte da planta (FRANS, 1986).

b) Análise da fluorescência transiente da clorofila *a*

A fluorescência transiente da clorofila *a* foi medida utilizando-se um fluorômetro portátil (HandyPEA, Hanstech, King's Lynn, Norkfolk, UK) aos 3, 14 e 21 DAA para os experimentos EI e EII, enquanto para os experimentos RI e RII, foram realizadas maior dias de análises, para melhor compreendimento dos danos ocasionado pelos herbicidas nas plantas, sendo as análises de fluorescência transiente da clorofila *a* avaliadas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 DAA. A avaliação de cinética de fluorescência transiente da clorofila *a* foi realizada utilizando-se um fluorômetro portátil (HandyPEA, Hanstech, King's Lynn, Norkfolk, UK). Os cliques utilizados para estas medições foram colocados no terço médio de folhas jovens completamente expandidas no período da manhã, e as medições foram realizadas 20 min após a adaptação das

folhas ao escuro. A emissão de fluorescência foi induzida em uma área de 4 mm de diâmetro da folha pela exposição da amostra a um pulso de luz saturante numa intensidade de 3.000 µmol m⁻² s⁻¹. A partir da curva de emissão de fluorescência transiente obtida após o pulso, as intensidades determinadas a 50 µs (fluorescência inicial - F0), 100, 300µs, 2 (FJ) e 30 (FI) ms e FM (fluorescência máxima), foram utilizadas para o cálculo dos parâmetros estabelecidos pelo Teste JIP (STRASSER e STRASSER, 1995).

c) Comprimento e Massa seca de parte aérea (CPA e MSPA)

Os valores de comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA), foram obtidos aos 28 DAA no EI e EII para os tratamentos, que não ocasionaram morte das plantas, o mesmo foi realizado RI e RII aos 42 DAA. As medidas de CPA foram obtidas com auxílio de trena, medindo-se o comprimento total da parte aérea a partir da intercessão de caule e parte aérea. Após medição da parte aérea, as plantas foram coletadas e acondicionadas em sacos de papel, sendo a raiz, descartada. Logo após a coleta, os sacos foram transferidos para uma estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 55±5°C até atingirem massa constante, e posteriormente foram pesados em balança analítica para determinação da MSPA.

3.1.2. EXPERIMENTO DE QUANTIFICAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO (H₂O₂)

Foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, utilizando vasos de 1L, os quais foram preenchidos com o mesmo solo utilizado nos ensaios de pós-emergentes. A condução do experimento (sequência e aplicação) foi similar ao EI, onde foram utilizadas sementes de *C. benghalensis* e realizado transplante para obtenção de plantas de *C. diffusa*. Os herbicidas foram aplicados quando as plantas apresentavam de 4 a 6 folhas. Os tratamentos utilizados, encontram-se na tabela a seguir (Tabela 5).

Tabela 5. Tratamentos utilizados na análise de quantificação de H₂O₂ em discos foliares. Seropédica-RJ, 2020.

TRAT.	NOME COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	DOSE (g i.a ou e.a ha ⁻¹)
1	Testemunha sem aplicação	--	--
2	Roundup Original®	Glifosato	2160
3	Triclon®	Triclopir ¹	960
4	DMA®	2,4-D	1005
5	Flumyzin®	Flumioxazina ¹	50
6	Roundup Orig.®+Heat®	Glifosato+Saflufenacil ²	2160+35

7	Roundup Orig. [®] +Aurora [®]	Glifosato+Carfentrazone ¹	2160+30
8	Roundup Orig. [®] +Flumyzin [®]	Glifosato+Flumioxazina ¹	2160+50
9	Roundup Orig. [®] +Flumyzin [®] +Aurora [®]	Glifosato+Flumioxazina ¹ +Carfentrazone ¹	2160+50+30
10	Roundup Orig. [®] +Flumyzin [®] +Heat [®]	Glifosato+Flumioxazina ¹ +Saflufenacil ²	2160+50+35

¹ 0,5% v/v de Assist[®] (óleo mineral emulsionável), ² 1,0% v/v de Dash[®] (adjuvante não iônico).

Inicialmente foi preparada uma solução de 3,3'- Diaminobenzide (DAB) , onde em um bêquer de vidro, foi acondicionada 200ml de água destilada e adicionado HCl com o auxílio de pipeta de 5ml, colocado em gostas, até a água destilada atingir o pH de 3,8. e em seguida, foi adicionado 0,1g de 3,3'- Diaminobenzide (DAB) na solução, a qual foi misturada em agitador elétrico, até o reagente dissolver e homogeneizar por completo. Após isso, o pH foi novamente aferido para 3,8 com HCl. O becker de vidro foi revestido com papel alumínio nas laterais, para que não houvesse contato direto com a luz solar. Dessa maneira, a solução foi transferida para tubos falcon em vidro, sendo a realizada com utilização de pipeta de 5ml, colocando 4ml em cada tubo falcon.

Posteriormente, realizou-se a coleta dos discos foliares para as plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa*, os quais foram obtidos com auxílio de um cilindro de 1 cm de diâmetro. A coleta foi realizada para ambas espécies, sendo coletado dois discos de cada repetição dos tratamentos, os quais foram acondicionados nos tubos falcon com solução DAB (3,3'- Diaminobenzide) preparada anteriormente. Em seguida, os tubos falcon com os discos foliares foram acondicionados em um agitador a vácuo por 1h e na sequência se procedeu o descarte da solução e lavagem dos discos com água destilada. Logo após, os discos foram dispostos em tubos falcon de vidro, juntamente com álcool 70%, sendo esses transferidos para banho-maria na temperatura de 110°C, ocasionando fervura do álcool e extração da clorofila presentes nos discos foliares, até que esses ficassem completamente sem clorofila. Feito isso, os discos foram acondicionados em tubos falcon com rosca, contendo álcool 70%. A última etapa consistiu na leitura dos discos foliares em scanner, o qual produziu imagens, sendo que essas imagens foram tratadas em Adobe Photoshop[®] para obtenção da escala de cores referentes a cada disco (densidade integrada). Posteriormente os valores obtidos nas escalas de cinza foram utilizados para realização da análise estatística.

3.2. EXPERIMENTO DE PRÉ-EMERGENTE E EFEITO RESIDUAL

Os experimentos com herbicidas pré-emergentes foram realizados somente para a espécie de *C. benghalensis*, pois não foi possível obter sementes de *C. diffusa* para montagem de ensaio. Foi conduzido um experimento (EIV) em replicata (RIV), ambos em DBC, contendo 4 repetições e 10 tratamentos, como demonstra a tabela a seguir (Tabela 6).

Tabela 6. Tratamentos herbicidas utilizados nos experimentos de pré-emergentes. Seropédica- RJ, 2020.

TRATAMENTOS	NOME COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	DOSE (i.a/e.a g ha ⁻¹)
1	Testemunha sem aplicação	--	--
2	Spider®	Diclosulam	35,28
3	Dual®	S-metolacloro	1920
4	Zethamaxx®	Imazetapir+Flumioxazina	120g+60
5	Zethamaxx®	Imazetapir+Flumioxazina	100+50
6	Flumyzin®	Flumioxazina	50
7	Flumyzin®	Flumioxazina	25
8	Zaphir®	Imazetapir	100
9	Stone®	Sulfentrazone+Diuron	245+490
10	Gamit®	Clomazone	1260

Ao final do RIV, foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar o efeito residual dos herbicidas pré-emergentes avaliados, denominado de residual EV.

Os experimentos foram conduzidos em vasos de 5L, preenchidos com o mesmo solo utilizado na condução do ensaio dos experimentos de pós-emergentes, onde foram semeadas 100 sementes de *C. benghalensis* sob solo úmido. Logo após a semeadura, ocorreu a aplicação dos herbicidas em pré-emergência, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, a uma pressão constante de 2.8 bar, equipado com quatro pontas XR 110.015, espaçados entre si a 0,5m, e volume de calda de 100L ha⁻¹. As condições climáticas no momento da aplicação, encontram-se na tabela a seguir (Tabela 7).

Tabela 7. Descrição das variáveis climáticas no momento das aplicações dos experimentos de pré-emergentes. Seropédica-RJ, 2020.

1ª aplicação – EIV	
Variáveis	
Temperatura (°C)	19,4
UR (%)	83,0
Vento (km.h ⁻¹)	1,9
2ª aplicação – RIV	
Variáveis	
Temperatura (°C)	17,8
UR (%)	88,0
Vento (km.h ⁻¹)	1,5

Em ambos experimentos foram avaliados o controle (através da porcentagem de germinação) e o número de plântulas emergidas, sendo estas realizadas aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a emergência de plantas da testemunha (DAE).

O ensaio de efeito residual (EV) foi conduzido ao término do RIV, no qual os mesmos vasos foram utilizados, após o corte das plântulas que estavam emergidas nos vasos, sem que houvesse movimentação no solo. Em seguida, procedeu-se uma nova semeadura de 100 sementes de *C. benghalensis* em cada vaso, onde no momento da semeadura, a aplicação dos tratamentos havia ocorrido há 42 dias. As avaliações realizadas na condução dos experimentos de pré-emergentes, foram realizadas para todos os ensaios, sendo elas descritas a seguir.

3.2.1. VARIÁVEIS RESPOSTAS AVALIADAS

a) Análise visual de controle e Número de plântulas emergidas

A análise visual de controle foi realizada aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a emergência de plantas da testemunha (DAE) para todos experimentos. Para esses experimentos, nas mesmas datas citadas anteriormente, também foi realizado a contagem do número de plântulas emergidas em cada vaso para cada tratamento.

b) ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados obtidos nos experimentos de pós-emergentes e no experimento de quantificação de peróxido de hidrogênio em discos foliares, foram submetidos a análise de variância ANOVA ($p \leq 0,05$), sendo F significativo, foram submetidos ao teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Enquanto os dados obtidos no experimento de quantificação

de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e de pré-emergentes, também foram submetidos a análise de variância ANOVA ($p \leq 0,05$), sendo F significativo, foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para todos os experimentos a análise estatística foi realizada utilizando o software Sisvar®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EXPERIMENTO DE PÓS-EMERGENTES

Serão apresentados somente os dados obtidos para os experimentos RI e RII, em virtude desses experimentos apresentarem tratamentos adicionais e representarem de forma clara, os tratamentos avaliados.

- *C. benghalensis* e *C. diffusa* – 4 a 6 folhas

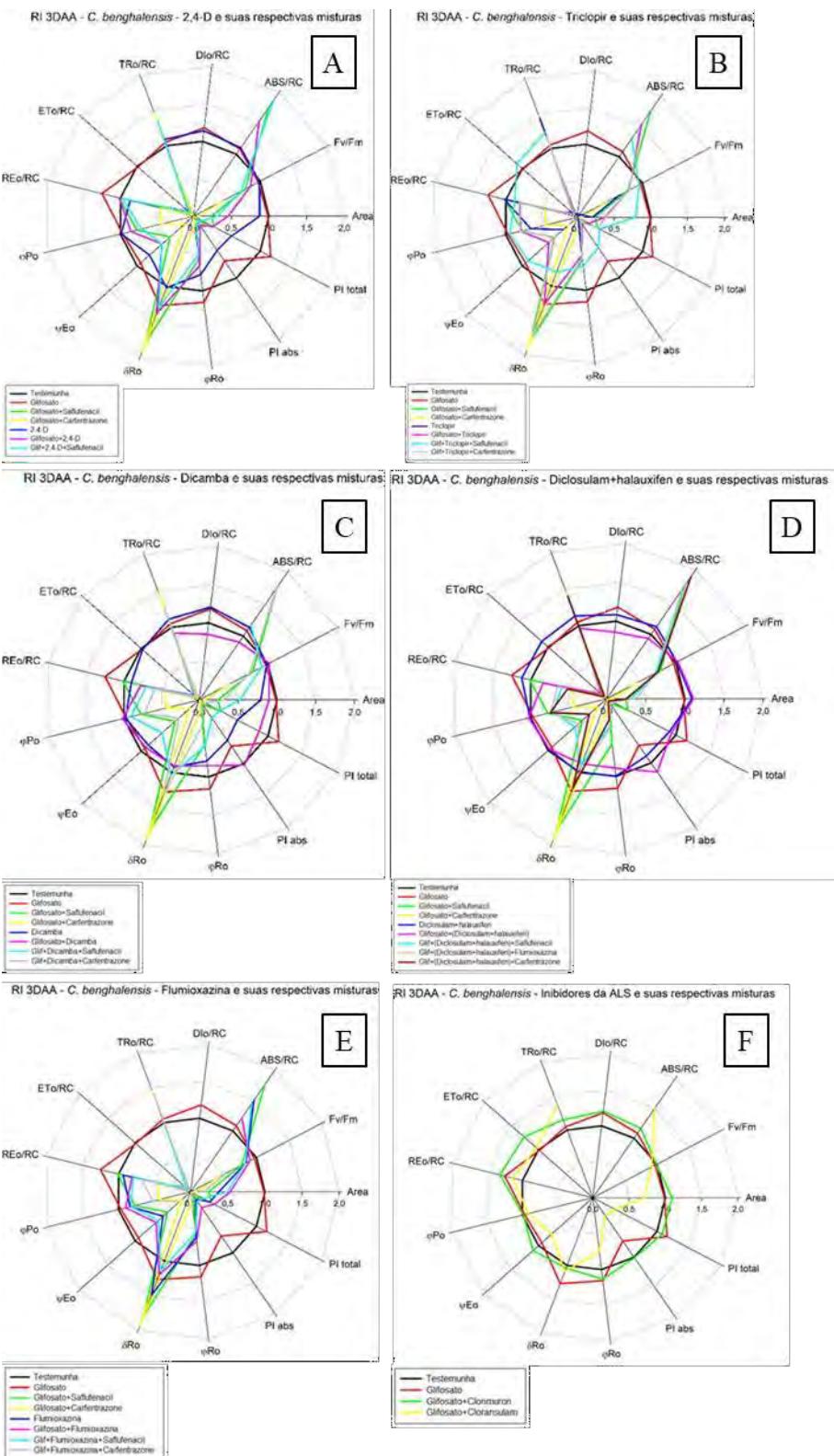
Na análise de fluorescência transiente da clorofila *a* para as plantas de *C. benghalensis* aos 3 DAA (Figura 1), os tratamentos que continham produtos de contato causaram redução severa, superior a 50%, nos parâmetros reoxidação da Q_A via transporte de elétrons em um centro de reação ativo (ETo/RC), eficiência com que um exciton capturado no centro de reação pode mover um elétron de QA - para o intersistema de aceptores de elétrons (ψ_{E0}), índice de desempenho fotossintético (PI_{ABS}), e no índice de desempenho fotossintético total (PI_{TOTAL}), quando comparados com a testemunha.

Os índices de performance PI_{ABS} e PI_{TOTAL} são parâmetros resultantes do produto de termos que expressam potenciais parciais para a conservação de energia a partir de um exciton para a redução no intersistema de receptores de elétrons e para a redução dos aceptores finais de elétrons do FSI, respectivamente (TSIMILLI-MICHAEL & STRASSER, 2008). Dessa maneira, aos 3 DAA, as plantas que apresentavam redução para esses parâmetros, demonstrando estresse pela ação dos herbicidas, apresentando problemas na redução e oxidação dos elétrons na cadeia transportadora de elétrons, interferindo no processo fotossintético.

Os herbicidas 2,4-D e triclopir, causaram redução severa, superior a 90% para o parâmetro ETo/RC. Os tratamentos 2,4-D e dicamba, ocasionaram redução superior a 40% para o parâmetro PI_{ABS}, enquanto para o triclopir, essa redução foi maior que 90%, quando comparado com a testemunha. Somente o tratamento triclopir, proporcionou aumento superior a 100% para o parâmetro razão de dissipação total de energia de excitação não capturada do total do centro de reação, sendo a dissipação, neste caso à perda de energia na forma de calor (DIO/RC). Observou-se que os tratamentos 2,4-D e dicamba, ocasionaram redução superior a 40% para PI_{TOTAL}, enquanto para o triclopir, essa redução foi maior que 100%, quando comparado com a testemunha.

Quando em mistura com o herbicida glifosato, todos os herbicidas auxínicos ocasionaram redução severa, superior a 90%, para o parâmetro ETo/RC. Os tratamentos glifosato+2,4-D e glifosato+triclopir, proporcionaram redução superior a 80% para os parâmetros relacionados ao desempenho fotossintético (PI_{ABS} e PI_{TOTAL}), e aumento superior a 100% para o parâmetro D_{Io}/RC, quando comparados com a testemunha. Sendo observado semelhança com o tratamento glifosato+cloransulam que ocasionou diminuição de PI_{ABS} e PI_{TOTAL} maior que 70%, e aumento de D_{Io}/RC, superior a 100%. Verificou-se que quando em mistura tripla, o glifosato com herbicidas auxínicos e inibidores da PROTOX (carfentrazone e flumioxazina), ocasionaram danos mais severos, onde as misturas triplas proporcionaram redução superior a 90% para PI_{ABS} , ETo/RC e aumento superior a 100% para D_{Io}/RC.

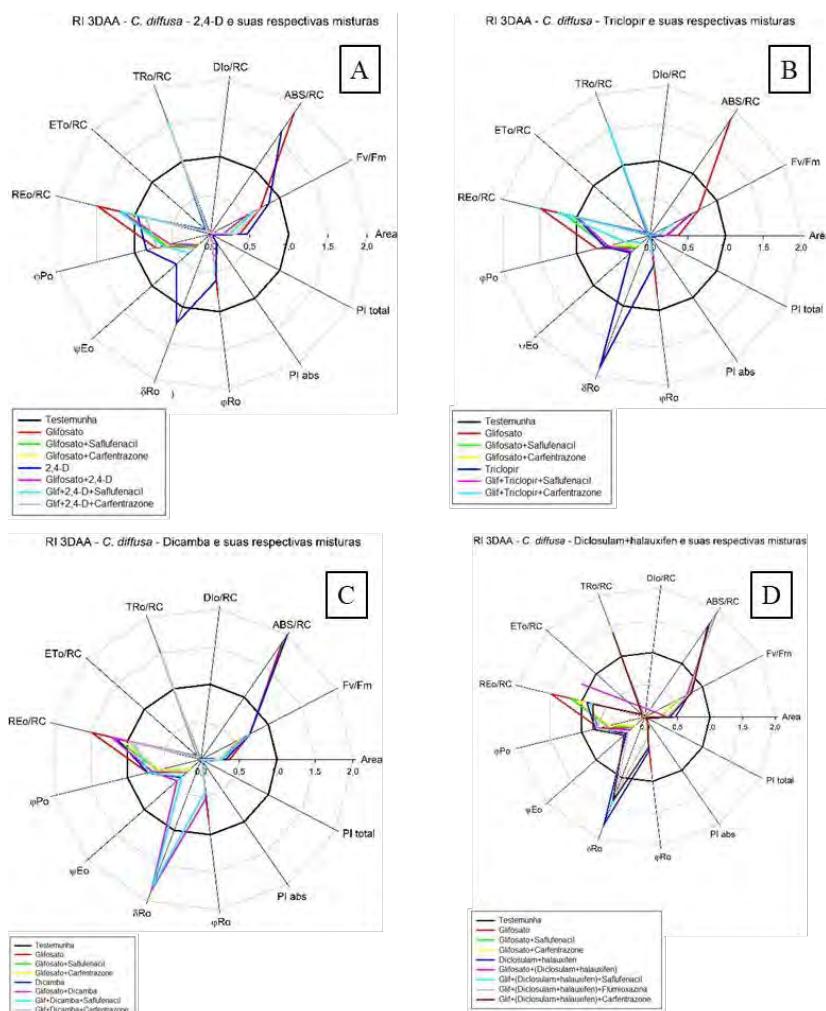
Para o tratamento glifosato isolado, os resultados foram semelhantes a testemunha. Com exceção dos tratamentos glifosato, 2,4-D, glifosato+triclopir+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+flumioxazina, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen) e glifosato+clorimuron, foi observado aumento do tamanho aparente do sistema antena (ABS/RC) quando comparado com a testemunha. Para os tratamentos glifosato+carfentrazone, triclopir e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, foi observado aumento superior a 100% neste parâmetro. As plantas aumentam o tamanho do seu complexo antena para compensar as perdas de energia na forma de calor (CHRISTEN et al., 2007). Porém, com o aumento do tamanho aparente do complexo antena (ABS/RC), maior quantidade de energia proveniente da luz solar é captada pela planta, havendo um excesso de energia nos centros de reação (CASTRO et al., 2011). Assim, quando as plantas estão sob ação dos herbicidas, ocorre um desequilíbrio entre a captação de energia e a atividade fotossintética realizada pelas plantas. Sendo assim, o aumento de ABS/RC, é uma maneira que as plantas utilizam de captar mais fótons, buscando normalizar o desequilíbrio desencadeado na diminuição da fotossíntese, devido aos danos ocasionados pelos herbicidas.

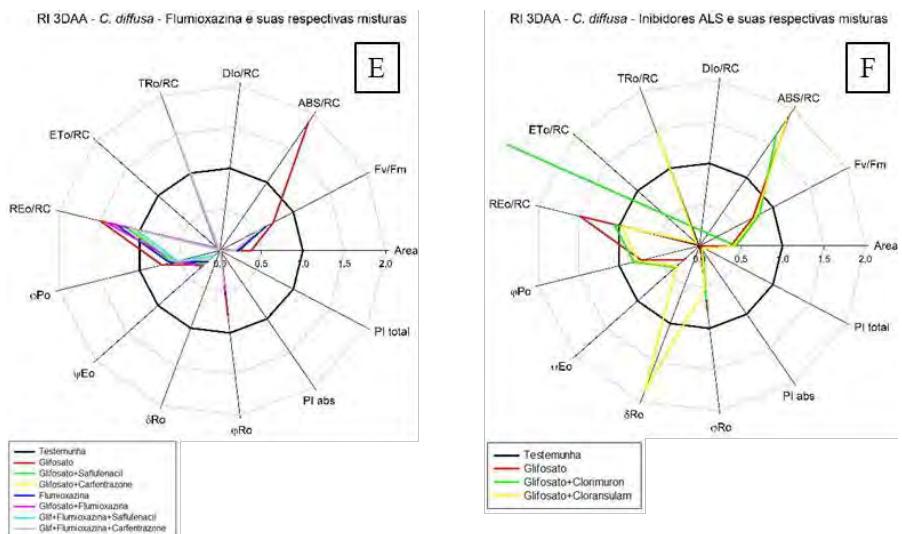


*A ausência do tratamento glifosato+2,4-D+carfentrazone na figura A, ocorreu devido a impossibilidade de realização da análise de fluorescência nessas plantas, onde aos 3 DAA, as folhas encontravam-se completamente murchas e soltas do caule.

Figura 1: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RI aos 3 DAA para as plantas de *C. benghalensis* de 4 a 6 folhas. As figuras A, B, C, D e E são referentes aos tratamentos 2,4-D, triclopir e dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicados isoladamente e em mistura, respectivamente. Enquanto F, corresponde aos tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, respectivamente. Seropédica-RJ, 2020.

Para as plantas de *C. diffusa* aos 3 DAA (Figura 2 – A, B, C, D, E e F), observou-se que todos os tratamentos avaliados ocasionaram redução maior que 100% para os parâmetros PI_{ABS} e PI_{TOTAL}. Em contraste, todos os tratamentos causaram redução maior que 90% para o parâmetro ETo/RC e maior do que 100% para o parâmetro DIo/RC, quando comparados com a testemunha. Os parâmetros PI_{ABS}, PI_{TOTAL} e ETo/RC, estão interligados. Uma vez que PI_{ABS} e PI_{TOTAL}, expressam o desempenho fotossintético das plantas e ETo/RC, de forma geral, expressa o funcionamento da cadeia transportadora de elétrons. Dessa maneira, a diminuição desses parâmetros demonstra que as plantas de *C. diffusa* aos 3 DAA, apresentavam interferência no processo fotossintético. O herbicida glifosato apresentou comportamento semelhante aos demais tratamentos. As plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa* aos 3 DAA, apresentaram resposta semelhante para os parâmetros fotossintéticos avaliados. Onde foi observado que todos os tratamentos avaliados ocasionaram diminuição dos parâmetros PI_{ABS}, PI_{TOTAL}, ETo/RC e aumento de DIo/RC e ABS/RC, para ambas espécies. Entretanto, observou-se que para as plantas de *C. diffusa*, os danos ocasionados pelos tratamentos herbicidas foram maiores quando comparadas com as plantas de *C. benghalensis*.



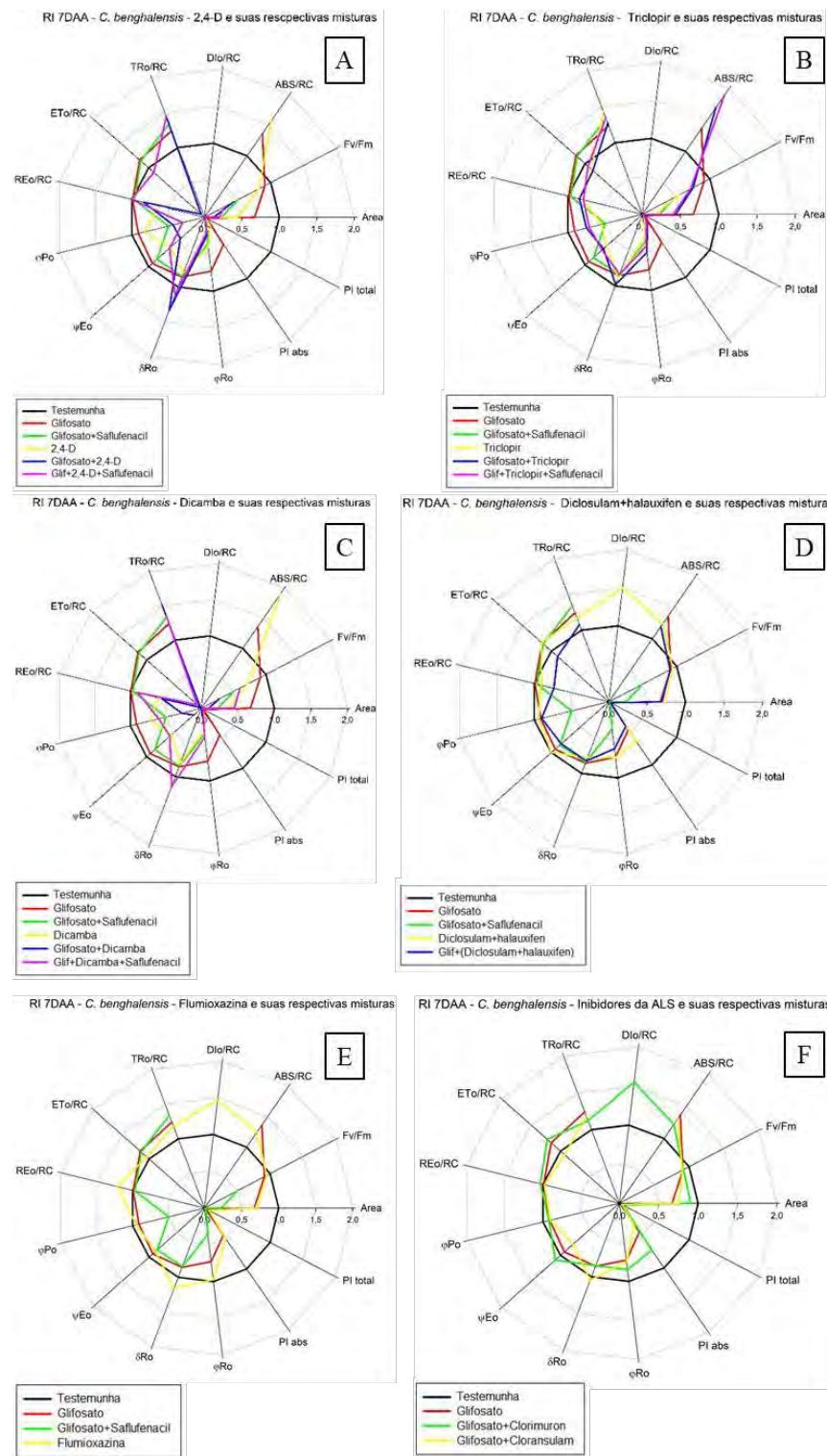


*A ausência do tratamento glifosato+triclopir na figura B, ocorreu devido a impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desse tratamento na avaliação de onde aos 3 DAA.

Figura 2: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RI aos 3 DAA para as plantas de *C. diffusa* de 4 a 6 folhas. As figuras A, B, C, D e E correspondem aos herbicidas 2,4-D, triclopir, dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicados isoladamente e em mistura. Enquanto o gráfico F, corresponde aos tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Seropédica-RJ, 2020.

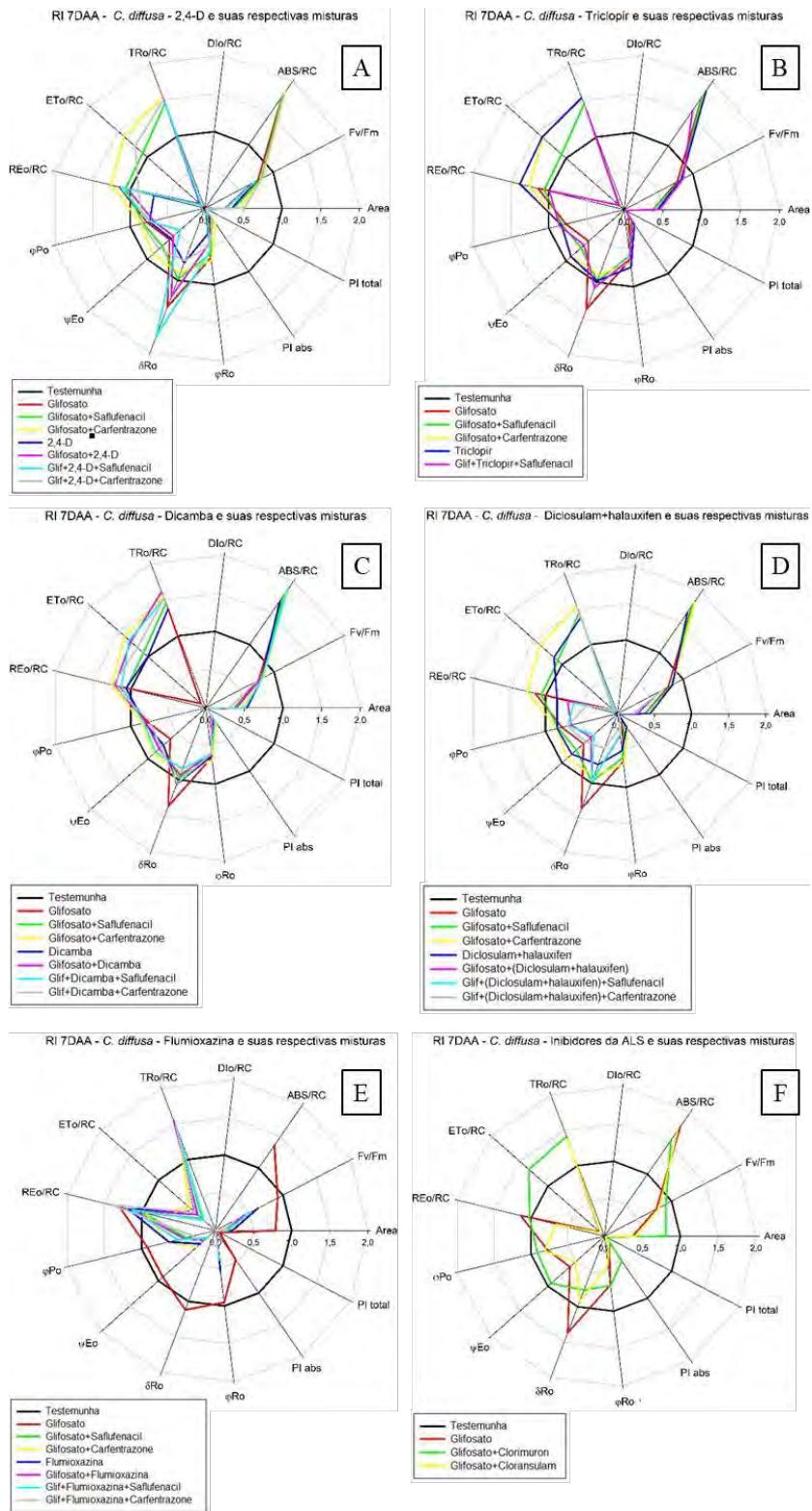
Aos 7 DAA, para *C. benghalensis* (Figura 3), e *C. diffusa* (Figura 4) foram observados resultados semelhantes aos observados aos 3 DAA, porém em intensidades mais severas, especialmente com redução significativa de PI_{ABS} e PI_{TOTAL} e aumento de ABS/RC. Para *C. benghalensis*, com os tratamentos 2,4-D, triclopir, dicamba, diclosulam+ halauxifen, glifosato+2,4-D, glifosato+triclopir, glifosato+dicamba, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, que possuem somente herbicidas sistêmicos na mistura, foi possível se observar danos ao aparato fotossintético a partir dos 7 DAA, fato não observado aos 3 DAA.

Normalmente, produtos sistêmicos possuem ação mais lenta quando comparados aos produtos de contato, fato que pode justificar o efeito no metabolismo das plantas mais tardio. Os herbicidas de contato agem mais rapidamente, pois não são translocáveis e atuam próximo ou no local onde são absorvidos nas plantas. Ao contrário dos herbicidas sistêmicos que movimentam das folhas para o ponto de crescimento das plantas (MARCI et al., 2008).



*A ausência dos tratamentos glifosato+carfentrazone, glifosato+triclopir+carfentrazone, glifosato+2,4-D+carfentrazone, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone, ocorreu devido a impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desses tratamentos na avaliação de 7 DAA.

Figura 3: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RI aos 7 DAA para as plantas de *C. benghalensis* de 4 a 6 folhas. As figuras A, B, C, D e E são referentes aos tratamentos 2,4-D, triclopir e dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicados isoladamente e em mistura, respectivamente. Enquanto F, corresponde aos tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, respectivamente. Seropédica-RJ, 2020.



*A ausência do tratamento glifosato+triclopir, glifosato+triclopir+carfentrazone na figura B e do tratamento glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina na figura E, ocorreu devido a impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desses tratamentos aos 7 DAA.

Figura 4: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RI aos 7 DAA para as plantas de *C. diffusa* de 4 a 6 folhas. As figuras A, B, C, D e E são referentes aos tratamentos 2,4-D, triclopir, dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicados isoladamente e em mistura, respectivamente. Enquanto F, corresponde aos tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, respectivamente. Seropédica-RJ, 2020.

Para as plantas de ambas espécies aos 42 DAA (Figura 5), são apresentados apenas os tratamentos no qual o controle obtido foi inferior a 100%. Aos 42 DAA, para as plantas de *C. benghalensis*, observou-se que as plantas apresentavam recuperação, embora ainda com danos ocasionados pelos herbicidas. Observou-se aumento superior a 50% para o parâmetro ABS/RC ocasionado pelos tratamentos flumioxazina e glifosato+clorimuron, e acima de 80% para glifosato e glifosato+cloransulam, quando comparados com a testemunha. Houve aumento de ETo/RC maior que 40% para os tratamentos glifosato, flumioxazina e glifosato+clorimuron, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos avaliados ainda ocasionaram redução para os parâmetros relacionados ao desempenho fotossintético (PI_{ABS} e PI_{TOTAL}), entretanto, os valores observados foram menores quando comparados as avaliações anteriores. Sendo valores superiores a 40% observados para o herbicida dicamba e diclosulam+halauxifen. E valores superiores a 80%, observados para tratamentos glifosato, flumioxazina, glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, quando comparados com a testemunha.

Para as plantas de *C. diffusa* aos 42 DAA (Figura 5), também foi observado melhorias das plantas. Observou-se que somente o herbicida glifosato ocasionou redução maior de 90% para o parâmetro ETo/RC. Os demais tratamentos proporcionaram aumento para esse parâmetro, sendo valor superior a 40%, observado para o tratamento glifosato+dicamba, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos avaliados ocasionaram redução severa para o parâmetro PI_{ABS} e PI_{TOTAL} . Sendo valores maior que 80% observado para o parâmetro PI_{ABS} , nos tratamentos glifosato, glifosato+dicamba e glifosato+dicamba+saflufenacil. Enquanto para PI_{TOTAL} , exceto os tratamentos glifosato+dicamba+carfentrazone e flumioxazina, os demais tratamentos apresentaram aumento superior a 90%, quando comparados com a testemunha. Houve aumento do parâmetro ABS/RC para os tratamentos avaliados, entretanto, valores superiores a 80% foi observado somente para glifosato, glifosato+dicamba e glifosato+dicamba+saflufenacil. A recuperação do metabolismo das plantas para os tratamentos que não ocasionaram morte das mesmas em ambas espécies aos 42 DAA, pode estar relacionada a capacidade das plantas em metabolizar os herbicidas. As plantas apresentam enzimas como a citocromo P450, glicosil-transferases (GT) e a glutationa-S-transferases (GST), que conseguem realizar a metabolização dos herbicidas, as quais conjugam as moléculas xenobióticas e agem no processo de detoxificação e melhoria das plantas (YU et al., 2014; DALAZEN et al., 2016).

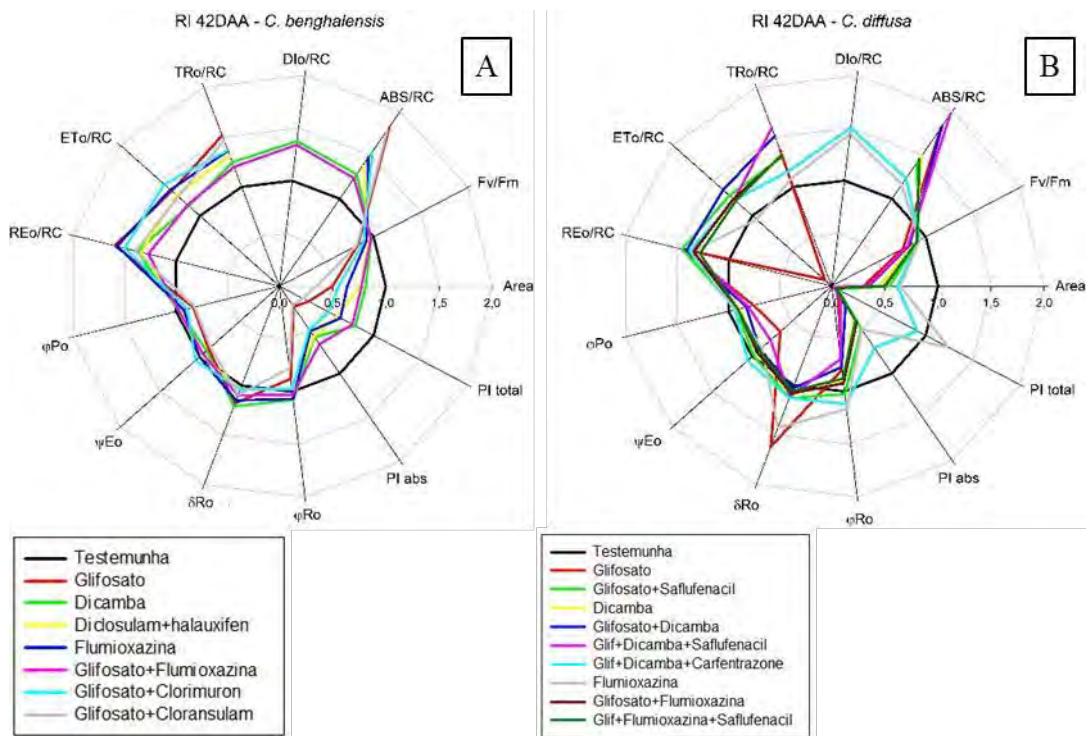


Figura 5: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RI aos 42DAA. As figuras A e B, correspondem aos tratamentos que não apresentaram morte das plantas na última avaliação (42 DAA) para as plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa* com 4 a 6 folhas, respectivamente. Seropédica-RJ, 2020.

Para *C. benghalensis* aos 7 DAA (Figura 6), observou-se controle efetivo das plantas nos tratamentos de misturas triplas (herbicidas sistêmicos + herbicidas de contato). Os tratamentos glifosato+2,4-D+carfentrazone, glifosato+triclopir+carfentrazone, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone, já causaram morte das plantas aos 7 DAA. A associação entre glifosato+carfentrazone, é considerada sinérgica para a espécie de *C. benghalensis* (CORREA & BORGES, 2000). Em um estudo realizado com *I. grandifolia*, planta daninha que também é tolerante ao glifosato, a mistura entre glifosato+carfentrazone, promoveu controle mais rapidamente, quando comparado com a mistura glifosato+clorimuron (MACIEL et al., 2011). Resultados semelhantes foram observados no presente estudo, onde o carfentrazone em mistura dupla com o glifosato ou tripla com o (glifosato + herbicidas auxílicos) ou (glifosato + inibidores da PROTOX), apresentaram controle mais rapidamente das plantas de *C. benghalensis*, quando comparadas com as misturas duplas ou triplas que continham saflufenacil e flumioxazina, sendo observado controle satisfatório desde 7 DAA. Desta forma, a associação desses produtos, é uma boa opção para o

controle de trapoeraba, visto que essa espécie é tolerante ao herbicida glifosato. O pior controle foi observado para glifosato (28,75%), o que corrobora com o fato da espécie ser tolerante a este herbicida, onde este aplicado isoladamente proporciona controle insatisfatório das plantas. Este fato, demonstra a necessidade da adição de outros herbicidas na dessecação para o controle dessa espécie (MONQUERO et al., 2001; NORSWORTHY e GREY, 2004; MACIEL et al., 2011), como foi observado no caso das misturas duplas e triplas nesta pesquisa.

Aos 21 DAA, controle inferior a 100% foi observado para os tratamentos glifosato, dicamba, flumioxazina, diclosulam+halauxifen, glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam (Figura 6). O herbicida dicamba quando aplicado isoladamente, não apresenta controle eficiente para *C. benghalensis*, sendo necessário realizar mistura com outros herbicidas, como o glifosato, proporcionando melhor controle (OSIPE et al., 2017), ou em mistura com o glifosato e herbicidas inibidores da PROTOX, como observado no presente estudo. Observou-se que quando aplicado isoladamente os herbicidas 2,4-D, triclopir e diclosulam+halauxifen, apresentam controle satisfatório para as plantas de *C. benghalensis*, entretanto, quando em mistura com o glifosato, há um incremento no controle. Sendo assim, a associação com o glifosato é melhor do que aplicar os herbicidas auxínicos isoladamente, devido ao maior espectro de controle da mistura, o que pode evitar o rebrote das plantas. Resultados parecidos foram observados em um estudo com a associação do herbicida glifosato com 2,4-D, a qual foi determinante para acelerar e melhorar o controle de plantas daninhas de difícil controle, como *C. benghalensis*, *Richardia brasiliensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea granifolia* e *Conyza* spp (TAKANO et al., 2013).

Na última avaliação de controle para as plantas de *C. benghalensis*, realizada 42 DAA (Figura 6), os únicos tratamentos que não apresentavam controle eficiente das plantas foram glifosato, dicamba, flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+clorimuron, glifosato+cloransulam e diclosulam+halauxifen. Entretanto, quando em mistura com o herbicida glifosato e inibidores da PROTOX, os herbicidas flumioxazina, dicamba e diclosulam+halauxifen, apresentaram controle efetivo as plantas.

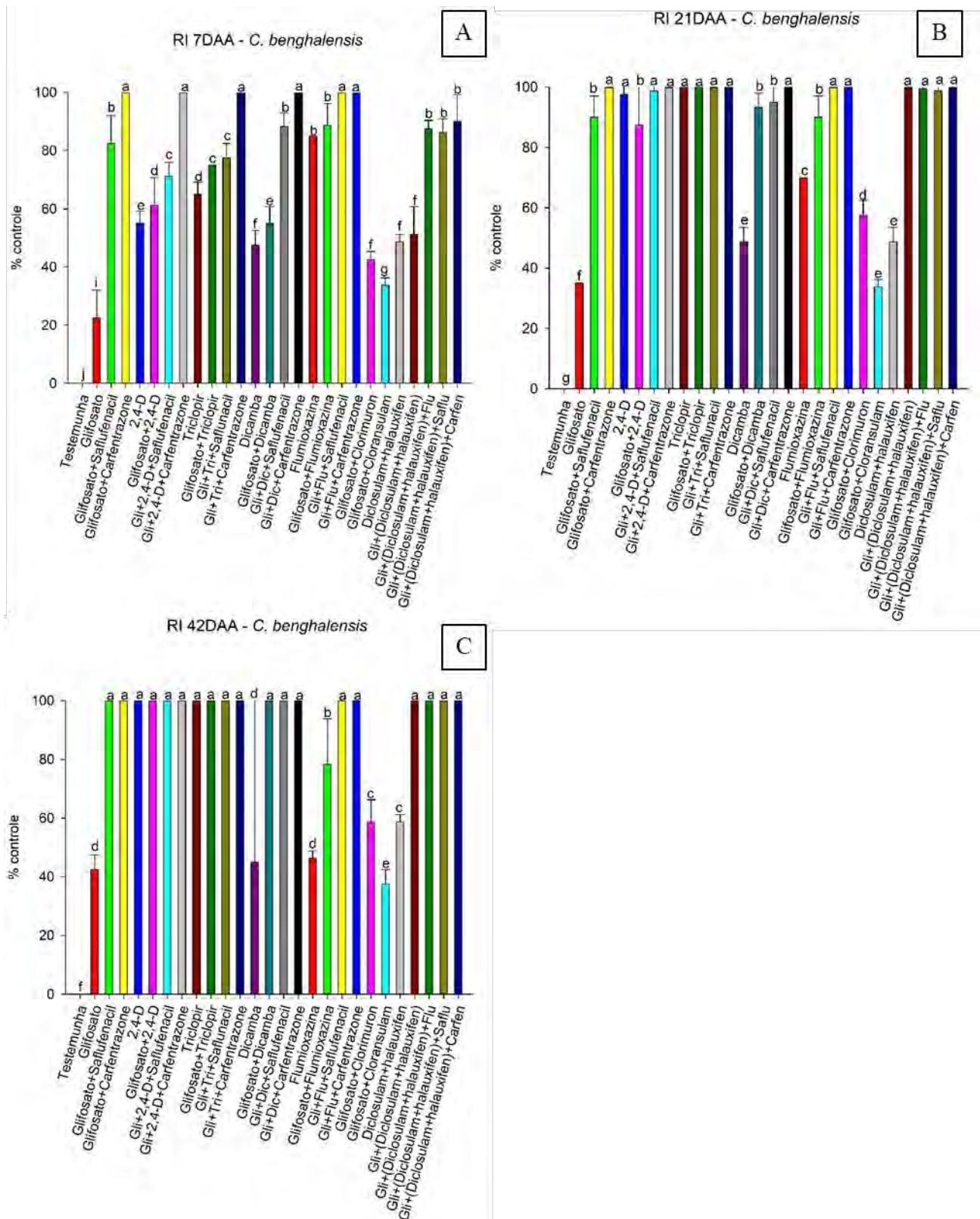


Figura 6: Médias obtidas para a análise porcentagem de controle aos 7, 21 e 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. benghalensis* de 4 a 6 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

O baixo controle da flumioxazina quando aplicado em isolado, pode ser justificado devido a esse herbicida ser de contato, não ocorrendo translocação do mesmo na planta, o qual possivelmente permitiria rebrote das mesmas. Dentre os herbicidas auxínicos avaliados, sendo eles 2,4-D, triclopir, diclosulam+halauxifen e dicamba, esse último, apresentou o pior controle para a *C. benghalensis*. O mesmo foi observado em um estudo utilizando as plantas daninhas *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis*, *Conyza spp.* e *Ipomoea nil* e os herbicidas glifosato, 2,4-D e dicamba, aplicados isoladamente e em mistura; onde as espécies testadas apresentaram diferença de suscetibilidade diferenciada ao dicamba e 2,4-D, sendo as diferenças mais evidentes para as plantas de *C. benghalensis* (OSIPE et al., 2017), como pode ser observado nesta pesquisa.

Para a espécie *C. diffusa* aos 7 DAA (Figura 7), ao contrário do que foi observado para *C. benghalensis* onde diferentes tratamentos proporcionaram 100% de controle das plantas, para *C. diffusa* a morte das plantas foi observada somente para os tratamentos glifosato+triclopir+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone, sendo observado controle superior a 80% para os tratamentos glifosato+carfentrazone, glifosato+2,4-D+carfentrazone, triclopir, glifosato+triclopir, glifosato+triclopir+carfentrazone, flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen) +flumioxazina, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone.

Observou-se que o herbicida triclopir, promoveu controle mais rapidamente quando comparado aos herbicidas 2,4-D, diclosulam+halauxifen e dicamba. O mesmo foi observado para as plantas de *C. benghalensis*, onde apesar do triclopir ter apresentado controle inferior a 80% aos 7 DAA, foi maior quando comparado aos demais herbicidas auxínicos. Observou-se controle inferior a 80% para os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, 2,4-D, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+saflufenacil, glifosato+triclopir+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam.

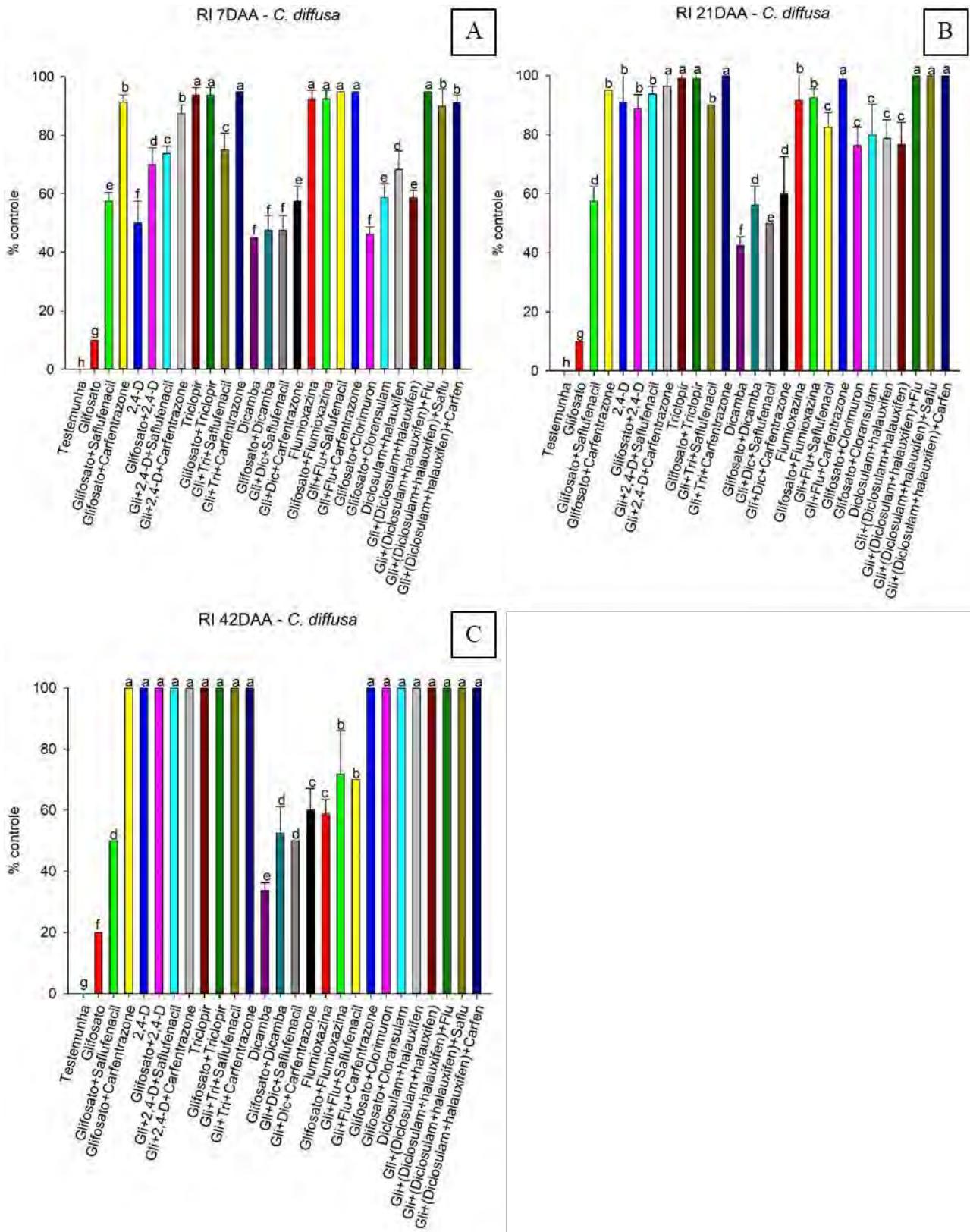


Figura 7: Médias obtidas para a análise porcentagem de controle aos 7, 21 e 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. diffusa* de 4 a 6 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Aos 21 DAA para *C. diffusa* (Figura 7), os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone e glifosato+clorimuron, resultaram em controle inferior a 80%. O herbicida dicamba resultou no menor controle entre os tratamentos avaliados, sendo que as misturas triplas desse herbicida com glifosato e herbicidas inibidores da PROTOX, também apresentavam baixo controle, ao contrário do foi observado para *C. benghalensis*, onde as misturas que continham o herbicida dicamba foram eficientes no controle das plantas.

Na avaliação de 42 DAA para *C. diffusa* (Figura 7), controle insatisfatório foi observado para os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, dicamba e suas respectivas misturas, flumioxazina, glifosato+flumioxazina e glifosato+flumioxazina+saflufenacil. Os demais tratamentos apresentaram 100% de controle. Assim como a espécie de *C. benghalensis*, a *C. diffusa* responde de maneira distinta aos herbicidas auxínicos avaliados, uma vez que somente o herbicida dicamba, não causou controle eficiente dessa espécie, enquanto 2,4-D, triclopir e diclosulam+halauxifen, proporcionaram 100% de controle.

Para a variável MSPA de *C. benghalensis* (Figura 8), todos os tratamentos que não resultaram em controle das plantas, não diferiram entre si significativamente. Para a variável CPA (Figura 8), os tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, apresentaram as maiores médias de CPA, quando comparados com a testemunha, não diferindo estatisticamente entre si. Não houve diferença estatística entre os tratamentos glifosato, dicamba e glifosato+flumioxazina. O mesmo foi observado para flumioxazina e diclosulam+halauxifen.

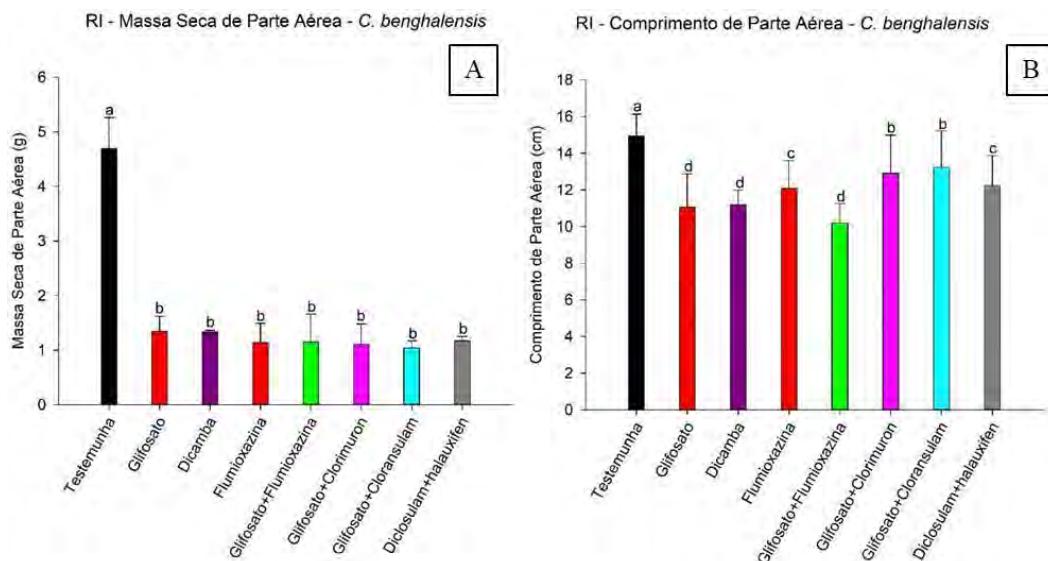


Figura 8: Médias obtidas para a análise MSPA (Figura 8 – A) e CPA (Figura 8 – B) aos 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. benghalensis*

de 4 a 6 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Para a variável MSPA de *C. diffusa* (Figura 9), os tratamentos que não ocasionaram morte das plantas, sendo eles, glifosato, glifosato+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone, flumioxazina, glifosato+flumioxazina e glifosato+flumioxazina+saflufenacil, diferiram estatisticamente da testemunha. O herbicida dicamba apresentou a segunda maior média para a variável MSPA. Os demais tratamentos que não ocasionaram morte das plantas, não diferiram significativamente entre si. Os tratamentos glifosato e dicamba, apresentaram os maiores valores de CPA, sendo iguais estatisticamente.

Os tratamentos glifosato+saflufenacil e glifosato+dicamba, não diferiram estatisticamente entre si. O mesmo foi observado para os tratamentos flumioxazina e glifosato+dicamba+saflufenacil. Não houve diferença estatística entre os tratamentos glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+flumioxazina e glifosato+flumioxazina+saflufenacil.

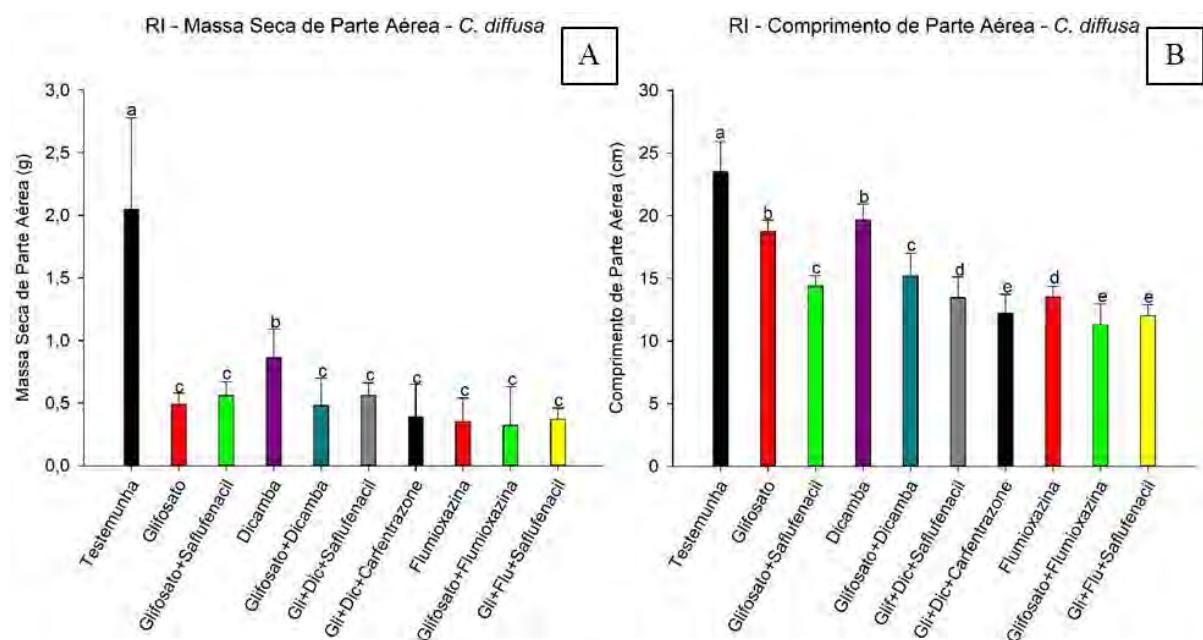


Figura 9: Médias obtidas para a análise de MSPA (Figura 9 – A) e CPA (Figura 9 – B) aos 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. diffusa* de 4 a 6 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Para as plantas de *C. benghalensis* de 4 a 6 folhas, observou-se através da análise de fluorescência transiente da clorofila *a*, na avaliação de 42 DAA, que as plantas que sobreviveram sendo elas dos tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba, diclosulam+halauxifen, flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, apresentavam recuperação dos danos ocasionados pelos herbicidas. O mesmo foi observado para as plantas de *C. diffusa* para os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, dicamba, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone, flumioxazina, glifosato+flumioxazina e glifosato+flumioxazina+saflufenacil. As duas espécies respondem de maneira distinta aos herbicidas auxínicos avaliados, sendo que o herbicida dicamba não promoveu controle efetivo para das duas espécies, diferente do que foi observado para os outros herbicidas auxínicos.

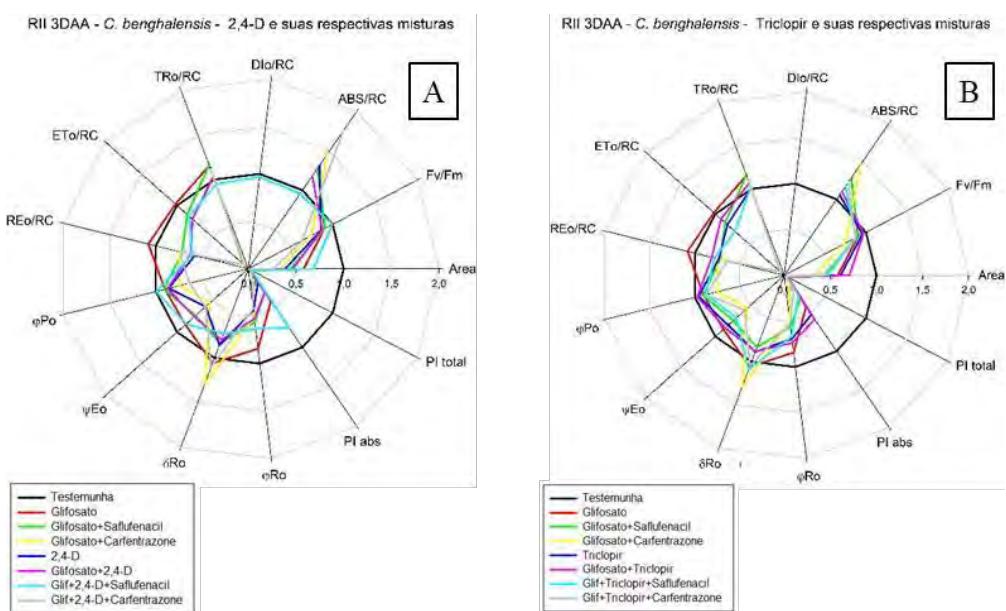
Além disso, observou-se que para a espécie *C. diffusa*, o herbicida dicamba quando em mistura tripla com o herbicida glifosato e inibidores da PROTOX, sendo eles saflufenacil e carfentrazone, piora a performance dos produtos presentes na calda, sendo melhor aplicar a mistura dupla entre glifosato+saflufenacil e glifosato+carfentrazone. O herbicida triclopir promove controle mais rapidamente quando comparados ao 2,4-D, diclosulam+halauxifen e dicamba, sendo isso observado para as duas espécies. Para os tratamentos que foram efetivos para ambas espécies, as plantas de *C. diffusa* morreram mais lentamente do que as de *C. benghalensis*.

- *C. benghalensis* e *C. diffusa* – 6 a 10 folhas

Para as plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas aos 3 DAA (Figura 10), verificou-se que os tratamentos avaliados apresentaram redução severa, superior a 90% para o parâmetro PI_{TOTAL}, quando comparados com a testemunha, com exceção do tratamento glifosato+clorimuron e (diclosulam+halauxifen). Para o parâmetro PI_{ABS}, reduções superiores a 80% foram ocasionada pelos tratamentos glifosato+carfentrazone, glifosato+2,4-D+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina e glifosato+flumioxazina +carfentrazone. Dessa forma, assim como observado para as plantas de *C. benghalensis* de 4 a 6 folhas aos 3 DAA, as plantas já estavam em situação de estresse, devido a aplicação dos herbicidas, interferindo assim no processo fotossintético das plantas. Os tratamentos avaliados (exceto

glifosato+dicamba) ocasionaram aumento para o parâmetro ABS/RC, sendo este superior a 100% para os tratamentos glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone. Os tratamentos glifosato+carfentrazone, 2,4-D, glifosato+dicamba, glifosato+flumioxazina, glifosato+(diclosulam+halauxifen) +saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+clorimuron e as misturas entre glifosato, carfentrazone e os herbicidas auxínicos isolados, com exceção do glifosato em isolado, promoveram aumento superior a 90% para o parâmetro ET₀/RC, quando comparados com a testemunha.

Os tratamentos avaliados ocasionaram aumento superior a 100% para o parâmetro D_{Io}/RC, exceto ao tratamentos glifosato+2,4-D+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Este parâmetro o qual refere-se a perda de parte da energia absorvida pelo FSII, por meio de calor, emissão de fluorescência ou ainda, transferência de energia para outros sistemas (STRASSER et al., 2000).



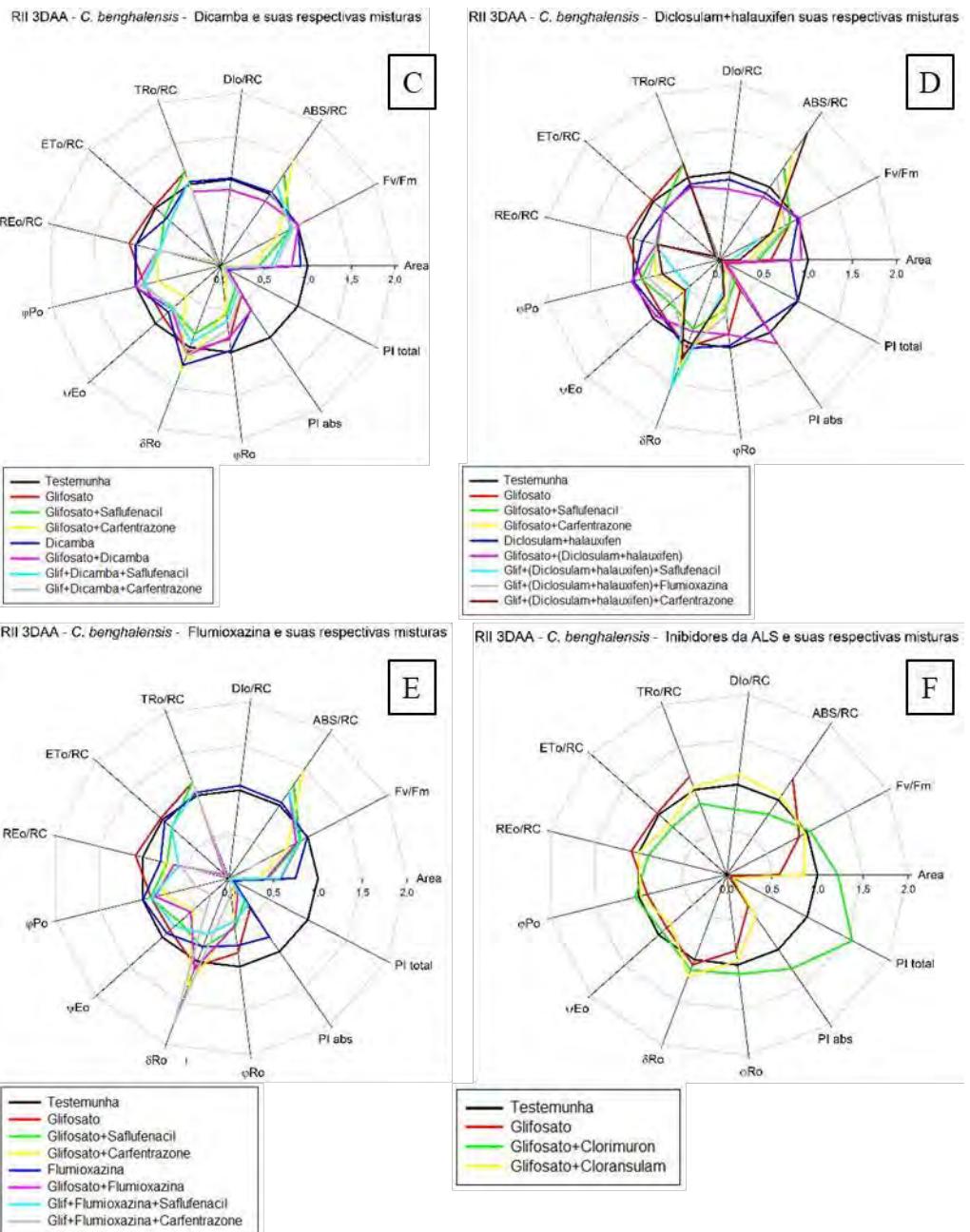


Figura 10: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 3 DAA para as plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, C, D e E são referentes ao herbicidas, 2,4-D, dicamba, triclopir, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicado isoladamente em mistura. Enquanto F, corresponde as misturas de glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Seropédica-RJ, 2020.

Assim como para RI, observou-se que as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas, apresentaram comportamento semelhantes em relação a fluorescência transiente da clorofila *a* aos 3 DAA (Figura 11). Todos os tratamentos avaliados apresentaram redução severa superior a 90% para PI_{TOTAL}, quando comparados com a testemunha. Observou-se semelhança entre as misturas duplas e triplas entre glifosato+herbicidas auxínicos e inibidores de PROTOX, as quais ocasionaram aumento superior a 90% para o parâmetro PI_{ABS}. Sendo observado aumento superior a 80% para esse parâmetro para os tratamentos aplicados isoladamente como 2,4-D, triclopir, diclosulam+halauxifen e flumioxazina, quando comparados com a testemunha. Houve aumento superior a 90% para o parâmetro ETo/RC, ocasionado pelos tratamentos glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, 2,4-D, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+saflufenacil, triclopir, glifosato+triclopir, glifosato+triclopir+carfentrazone, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone e herbicidas inibidores da PROTOX, flumioxazina e suas respectivas misturas. Houve aumento superior a 100% para o parâmetro DIo/RC, ocasionados para todos os tratamentos avaliados, quando comparados com a testemunha. Enquanto para ABS/RC, valores superiores a 90% foi observado para os tratamentos glifosato+2,4-D+saflufenacil, glifosato+triclopir, glifosato+triclopir+carfentrazone e glifosato+flumioxazina, quando comparados com a testemunha.

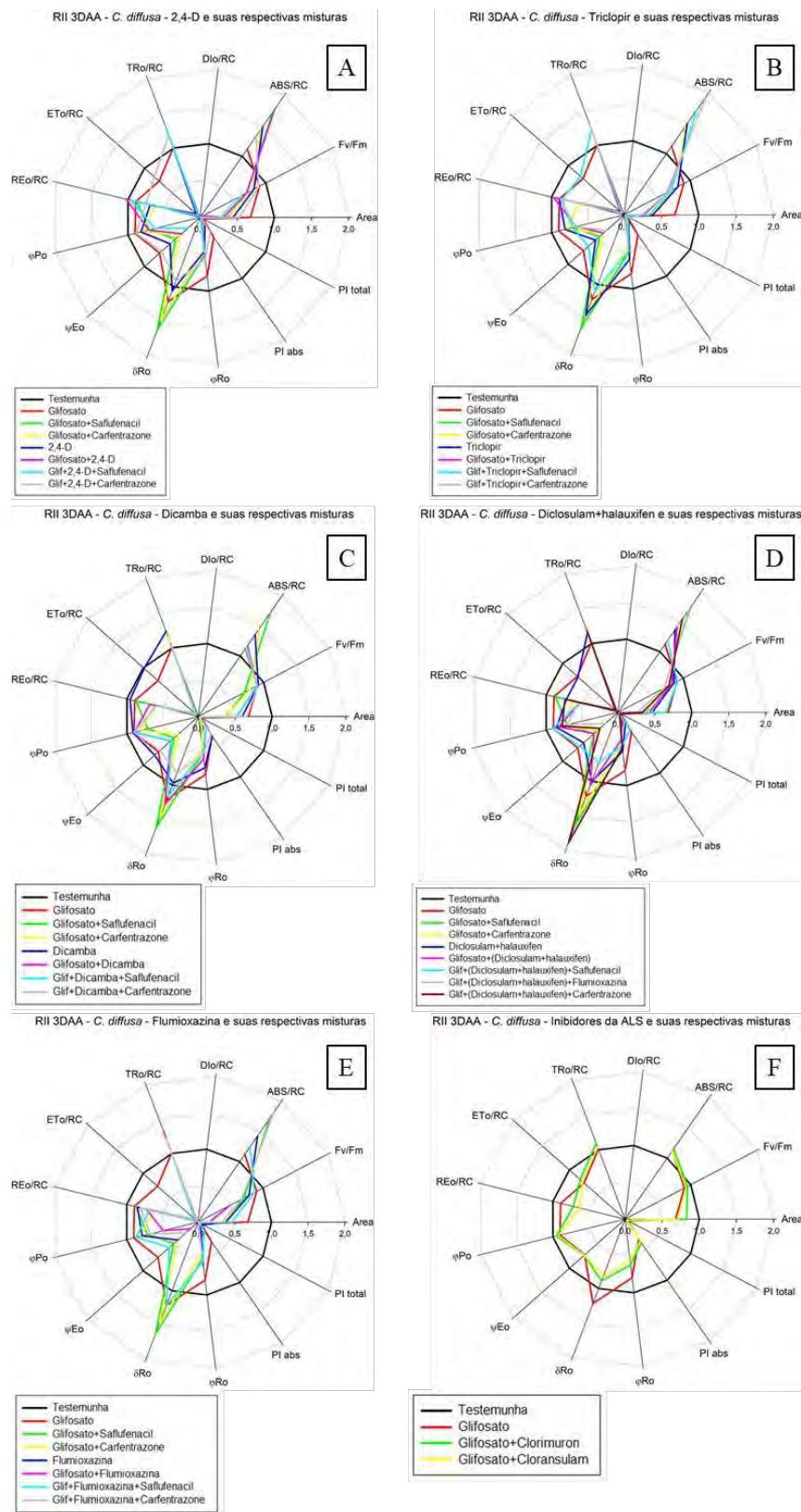
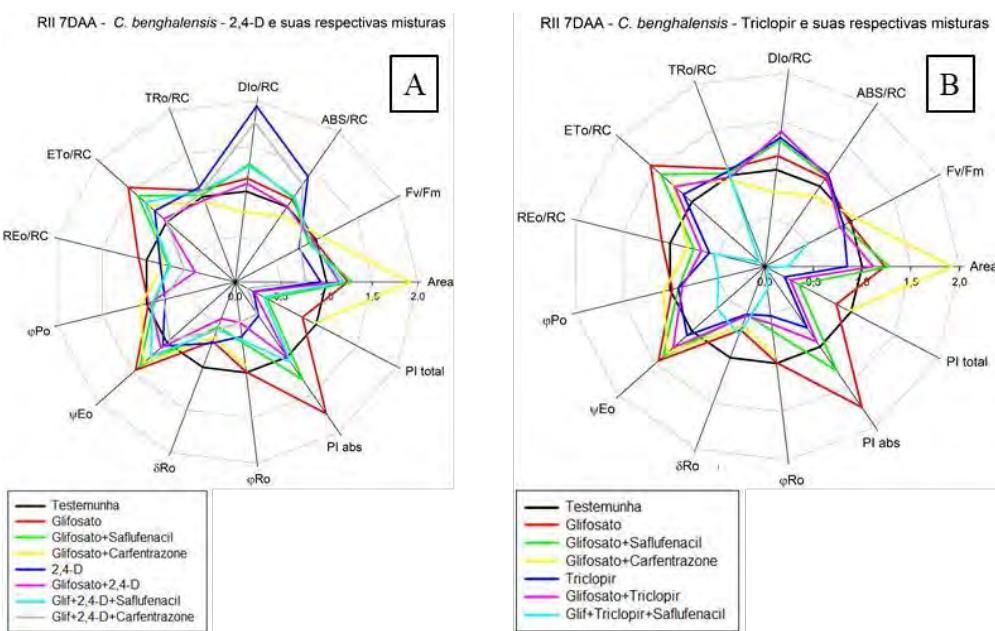
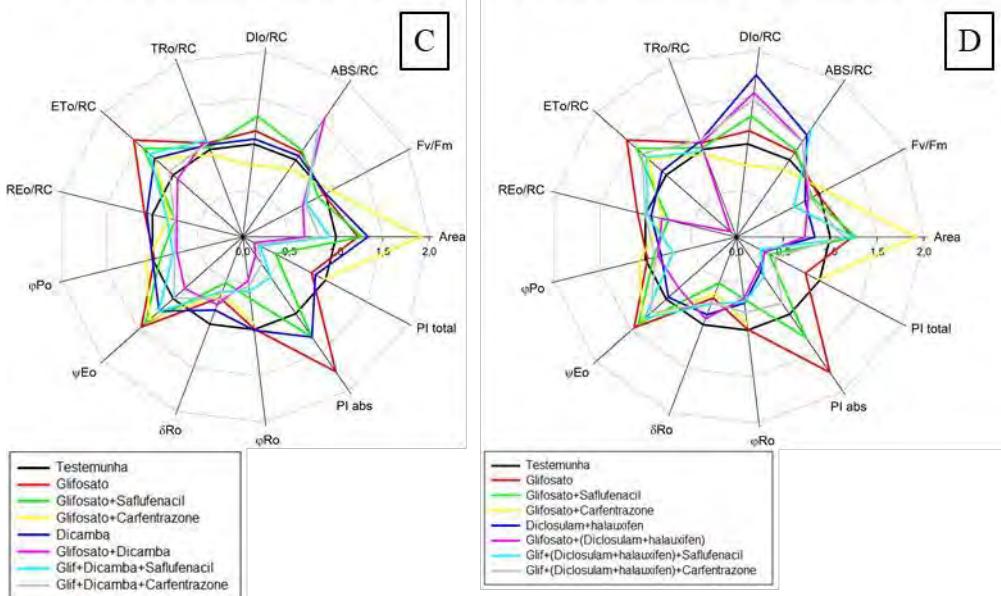


Figura 11: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 3 DAA para as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, C, D e E, correspondem aos tratamentos 2,4-D, triclopir, dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina, aplicados isoladamente e em mistura. Enquanto o gráfico F, corresponde aos tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, respectivamente. Seropédica-RJ, 2020.

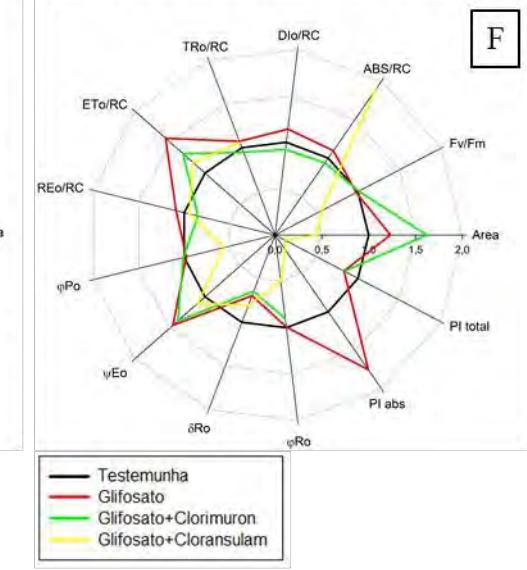
Aos 7 DAA para *C. benghalensis* (Figura 12), verificou-se que para o parâmetro PI_{TOTAL}, exceto o tratamento flumioxazina que apresentou aumento de 91% para esse parâmetro, os demais tratamentos apresentaram redução para o mesmo. Reduções severas superiores a 80%, observados para os tratamentos 2,4-D, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+carfentrazone, triclopir, glifosato+triclopir+saflufenacil, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone e glifosato+cloransulam, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos glifosato+carfentrazone, glifosato+triclopir+saflufenacil, flumioxazina e glifosato+clorimuron, causaram reduções severas de PI_{ABS}, sendo superiores a 90%, quando comparados com a testemunha. Enquanto que, os tratamentos glifosato, glifosato+dicamba e glifosato+cloransulam causaram aumento superior a 70% para este parâmetro. Com exceção dos tratamentos glifosato+carfentrazone, flumioxazina e glifosato+clorimuron, os demais tratamentos ocasionaram redução para o parâmetro DIO/RC, sendo observado aumento superior a 100% para os tratamentos 2,4-D, glifosato+triclopir+saflufenacil, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil e glifosato+cloransulam, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos glifosato+triclopir+saflufenacil e glifosato+(diclosulam+halauxifen) ocasionaram redução superior a 90% para o parâmetro ETo/RC, os demais tratamentos também apresentaram redução para esse parâmetro, quando comparados com a testemunha.



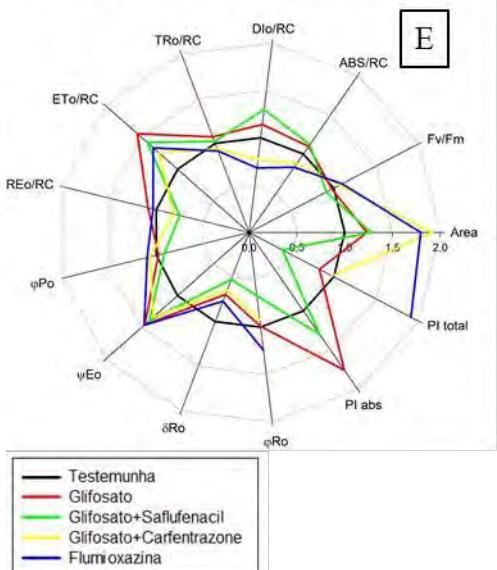
RII 7DAA - *C. benghalensis* - Dicamba e suas respectivas misturas



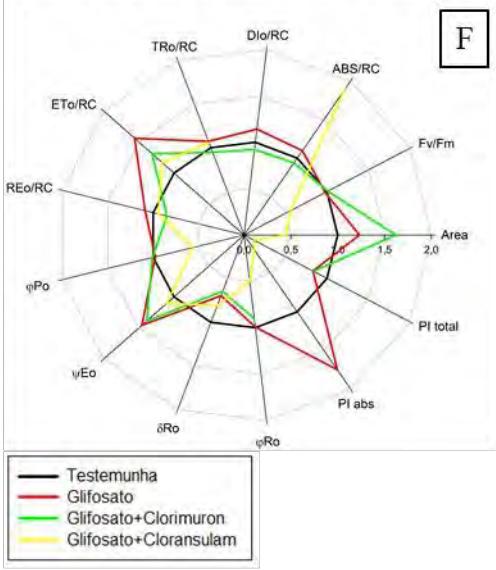
RII 7DAA - *C. benghalensis* - Diclosulam+halauxifen e suas respectivas misturas



RII 7DAA - *C. benghalensis* - Flumioxazina e suas respectivas misturas



RII 7DAA - *C. benghalensis* - Inibidores da ALS e suas respectivas misturas



*A ausência dos tratamentos glifosato+triclopir+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, ocorreu devido impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desse tratamento na avaliação de onde aos 7 DAA.

Figura 12: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 7 DAA para as plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, C, D e E são referentes ao herbicidas, 2,4-D, dicamba, triclopir, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicado isoladamente em mistura Enquanto F, corresponde as misturas de glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Seropédica-RJ, 2020.

Para *C. diffusa* aos 7 DAA (Figura 13), observou-se que os tratamentos 2,4-D, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+carfentrazone, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, ocasionaram redução maior que 90% para o parâmetro PI_{ABS}. Os demais tratamentos apresentaram redução deste parâmetro, sendo reduções severas superior a 80% observadas para os tratamentos glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+saflufenacil e glifosato+2,4-D+carfentrazone, dicamba e glifosato+flumioxazina+saflufenacil, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos glifosato+dicamba, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, ocasionaram redução superior a 90% para o parâmetro PI_{TOTAL}, quando comparados com a testemunha.

Observou-se que os tratamentos avaliados ocasionaram aumento superior a 100% para o parâmetro ETo/RC, com exceção dos tratamentos 2,4-D, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone e glifosato+clorimuron, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos avaliados ocasionaram aumento superior a 100% para o parâmetro DIo/RC, com exceção do tratamento glifosato+saflufenacil, quando comparados com a testemunha. Aumento superior a 100% também foi para o parâmetro ABS/RC, sendo observado para todos os tratamentos avaliados, quando comparados com a testemunha.

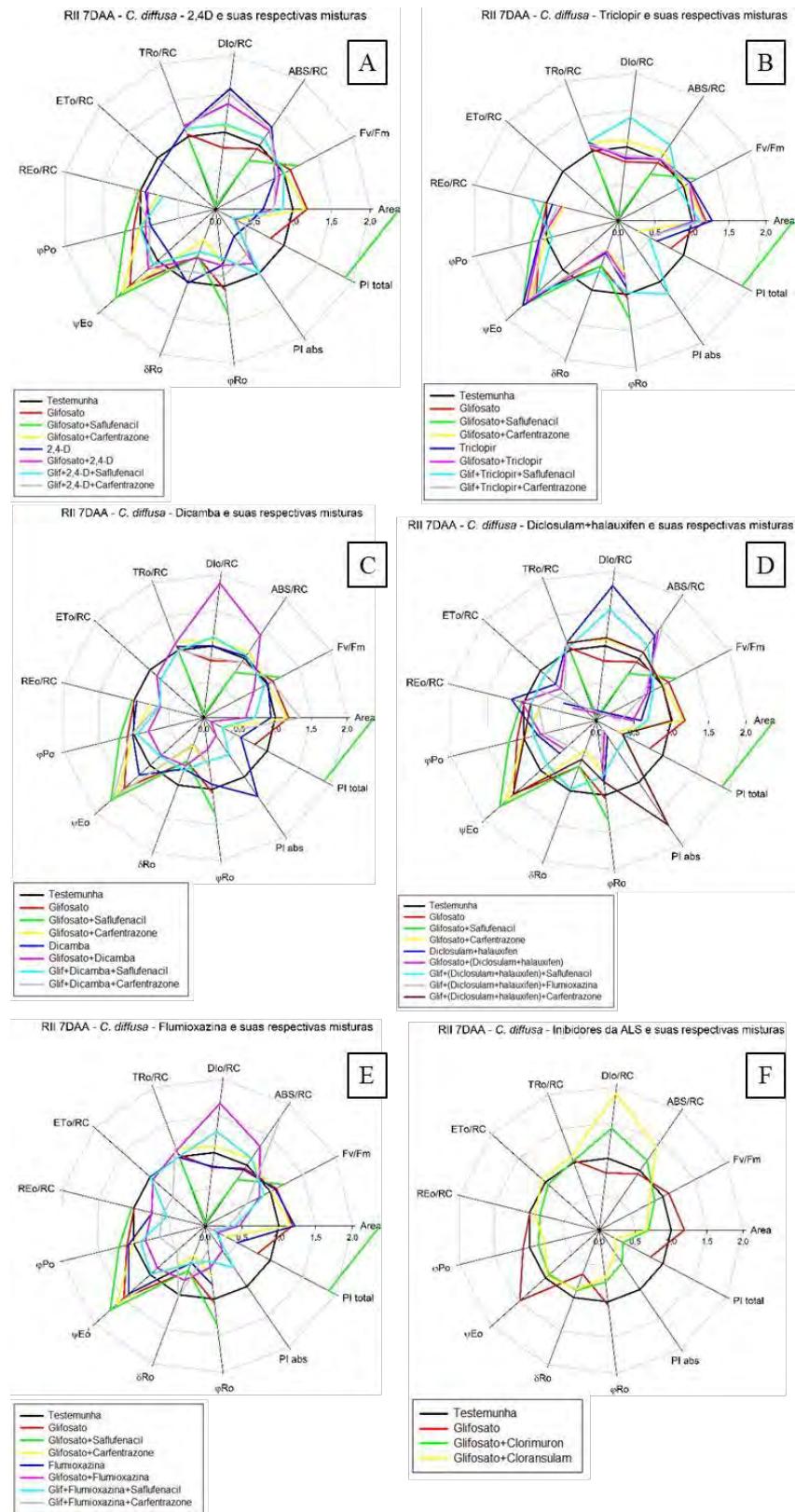
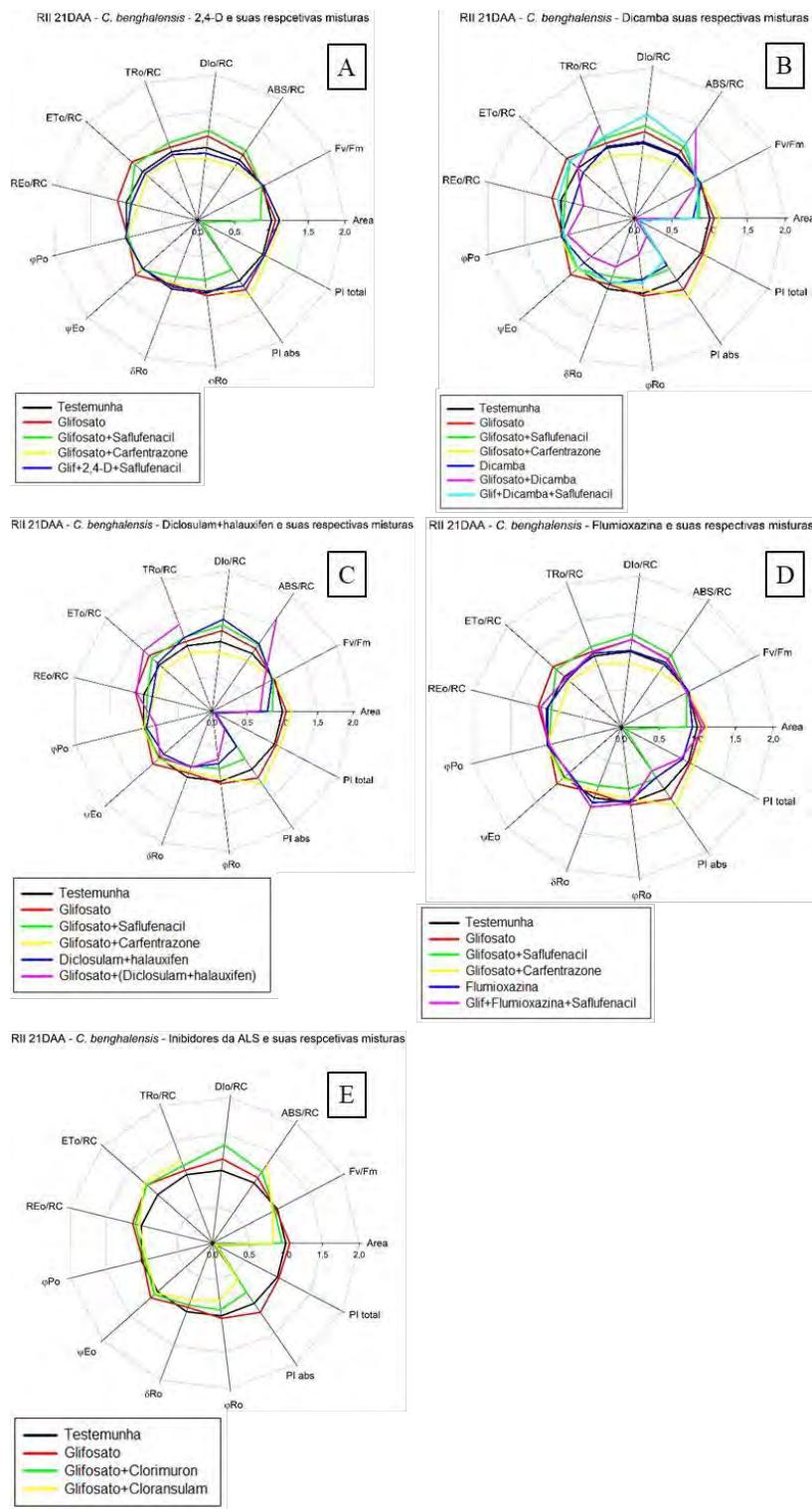


Figura 13: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 7 DAA para as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, C, D e E são referentes ao herbicidas, 2,4-D, triclopir, dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicado isoladamente e em mistura. Enquanto F, corresponde as misturas de glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Seropédica-RJ, 2020.

Para *C. benghalensis* aos 21 DAA (Figura 14), observou-se que comparada as avaliações anteriores, os tratamentos que não ocasionaram morte das plantas, apresentavam recuperação do metabolismo. Embora ainda sob ação do efeito dos herbicidas, foi possível observar aumento de PI_{ABS} e diminuição de PI_{TOTAL}. Embora tenham ocasionado pequena melhoria para o parâmetro PI_{TOTAL}, os tratamentos glifosato, glifosato+carfentrazone e glifosato+2,4-D-saflufenacil, ocasionaram aumento para esse parâmetro, o que não foi observado nas avaliações anterior. O tratamento glifosato+carfentrazone, ocasionou aumento de 25% para PI_{ABS}, quando comparado com a testemunha. Apesar desse aumento ser baixo, não havia sido observado nas avaliações anteriores. Os demais tratamentos ocasionaram diminuição para esse parâmetro. Sendo valores superiores a 70% ocasionados para os tratamentos glifosato+dicamba e glifosato+(diclosulam+halauxifen). Os tratamentos glifosato, glifosato+carfentrazone, glifosato+2,4-D+saflufenacil, foram os únicos a apresentarem aumento para o parâmetro PI_{TOTAL}, sendo muito semelhantes a testemunha. Os tratamentos glifosato+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, ocasionaram redução superior a 90% para esse parâmetro, quando comparados com a testemunha. Somente os tratamentos glifosato+dicamba e glifosato+(diclosulam+halauxifen), ocasionaram aumento superior a 40% e 60%, respectivamente, para o parâmetro ABS/RC, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos glifosato+(diclosulam+halauxifen) e glifosato+cloransulam, ocasionaram aumento superior de 100% para o parâmetro DIo/RC, quando comparados com a testemunha.

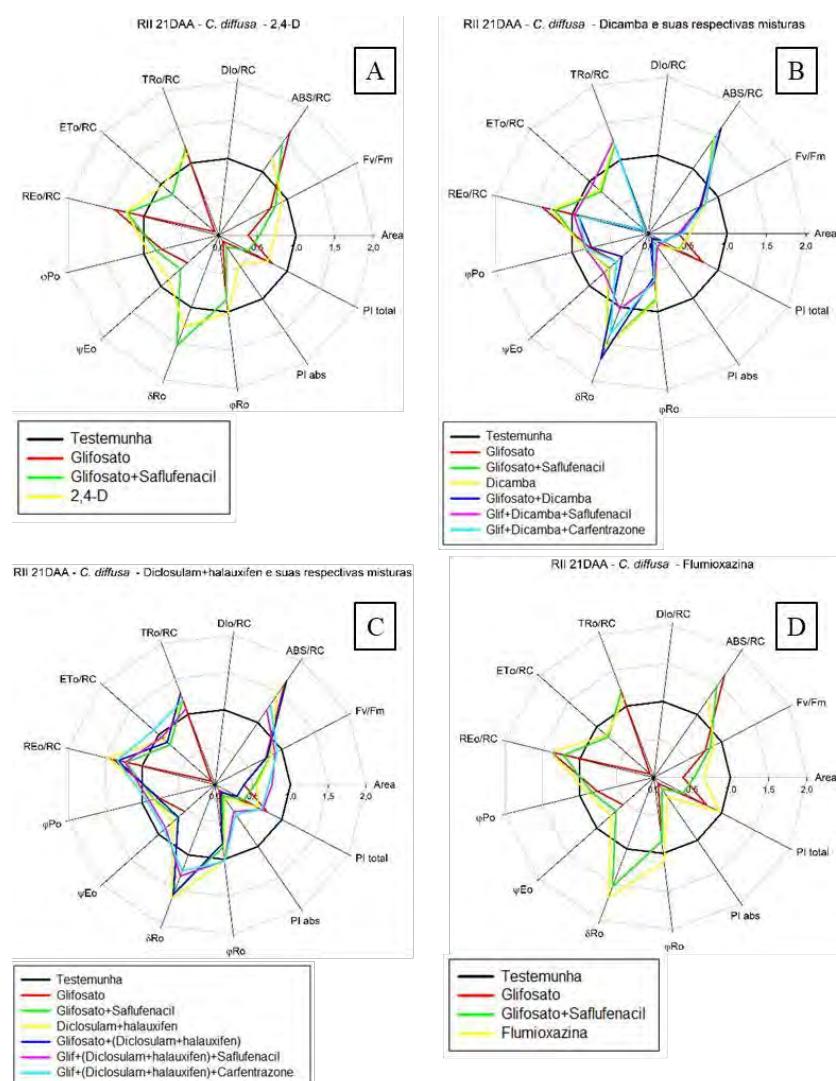


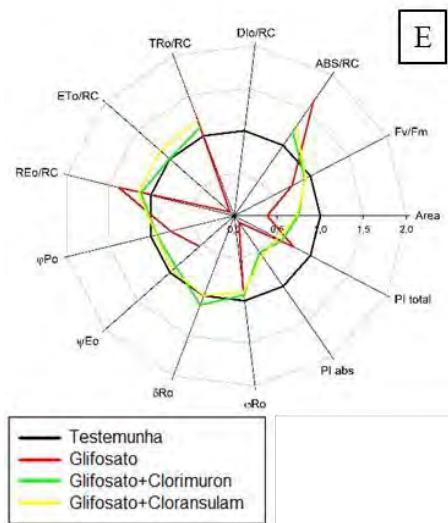
*A ausência dos tratamentos 2,4-D, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+carfentrazone, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+carfentrazone e a figura referente ao herbicida triclopir com suas respectivas misturas, ocorreu devido impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desse tratamento na avaliação de onde aos 21 DAA.

Figura 14: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 21 DAA para as plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, C e D correspondem aos herbicidas 2,4-D, dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina, aplicados isoladamente e em mistura. Enquanto E, é referente as misturas de glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Seropédica-RJ, 2020.

Para *C. diffusa* aos 21 DAA (Figura 15), observou-se que os tratamentos avaliados ocasionaram redução para os parâmetros PI_{ABS} e PI_{TOTAL}. Sendo que os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, dicamba, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+carfentrazone e glifosato+(diclosulam+halauxifen), ocasionaram redução superior a 80% para esse parâmetro, quando comparados com a testemunha. Para o parâmetro PI_{TOTAL}, reduções severas superiores a 70% foi ocasionada pelos tratamentos glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil e glifosato+dicamba+carfentrazone, quando comparados com a testemunha.

Os tratamentos avaliados ocasionaram redução para ABS/RC, entretanto, reduções superiores a 60% foram observadas somente para os tratamentos glifosato, glifosato+dicamba e glifosato+(diclosulam+halauxifen). Houve aumento de Dlo/RC maior que 100% ocasionado por todos os tratamentos avaliados, o mesmo foi observado para ETo/RC, contudo, somente os tratamentos glifosato, glifosato+dicamba e glifosato+dicamba+carfentrazone ocasionaram aumento superior a 100% para esse parâmetro, quando comparados com a testemunha.



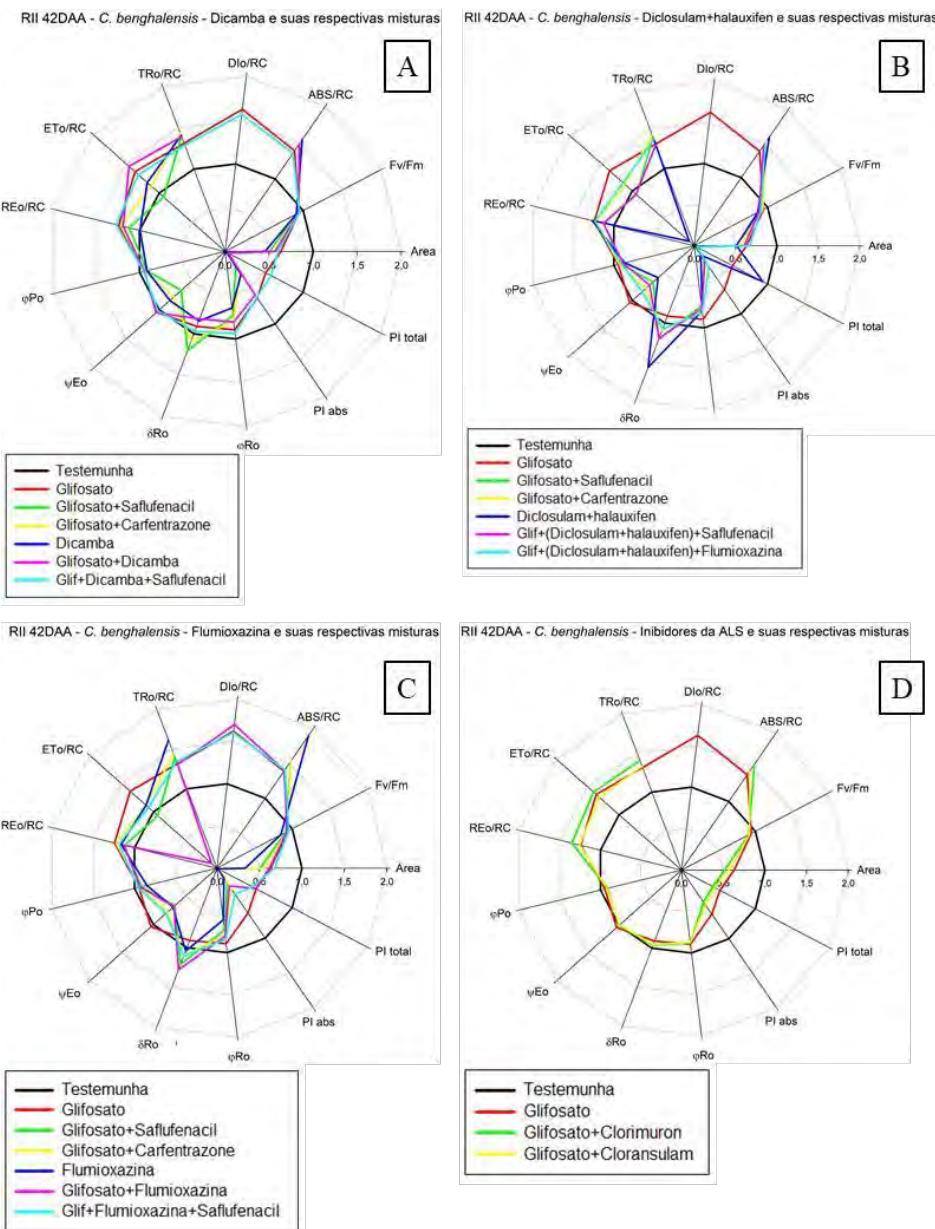


*A ausência dos tratamentos glifosato+carfentrazone, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+saflufenacil, glifosato+2,4-D+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone e a figura correspondente ao herbicida triclopir e suas respectivas misturas, ocorreu devido a impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desses tratamentos na avaliação de onde aos 21 DAA.

Figura 15: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 21 DAA para as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, C, D correspondem aos tratamentos 2,4-D, dicamba e diclosulam+halauxifen aplicados isoladamente e flumioxazina em isolado, respectivamente. Enquanto a figura E, corresponde aos tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam, respectivamente. Seropédica-RJ,2020.

Aos 42 DAA, para as plantas *C. benghalensis* (Figura 16), foi possível observar que mesmo apresentando danos devido aos herbicidas, os tratamentos que não ocasionaram morte das plantas, apresentavam recuperação. As diminuições observadas para o parâmetro PI_{ABS} , não apresentaram valores tão severos quanto observado nas avaliações anteriores. Os tratamentos ainda ocasionaram redução para PI_{ABS} , entretanto, valores superiores a 70% foram observados para os tratamentos glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, dicamba, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, flumioxazina, glifosato+flumioxazina, quando comparados com a testemunha. Houve redução superior a 90% para o parâmetro PI_{TOTAL} , observado para os tratamentos glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, dicamba, glifosato+dicamba, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina e flumioxazina, quando comparados com a testemunha. Para $\text{ET}_{\text{O}}/\text{RC}$, reduções acima de 40% foram ocasionadas pelos tratamentos glifosato+dicamba e glifosato+clorimuron, e acima de 90% para diclosulam+halauxifen e glifosato+flumioxazina, quando comparados com a testemunha. Observou-se aumento superior a 100% ocasionado pelos tratamentos

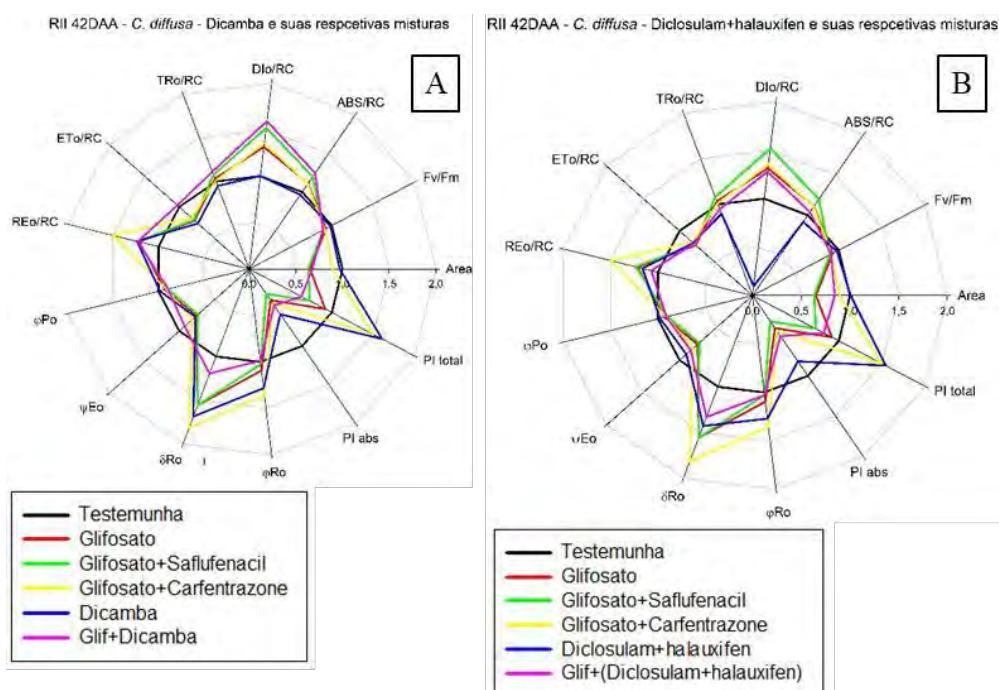
glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, dicamba, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, diclosulam+halauxifen, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, flumioxazina, glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam para o parâmetro D_{Io}/RC, quando comparados com a testemunha.

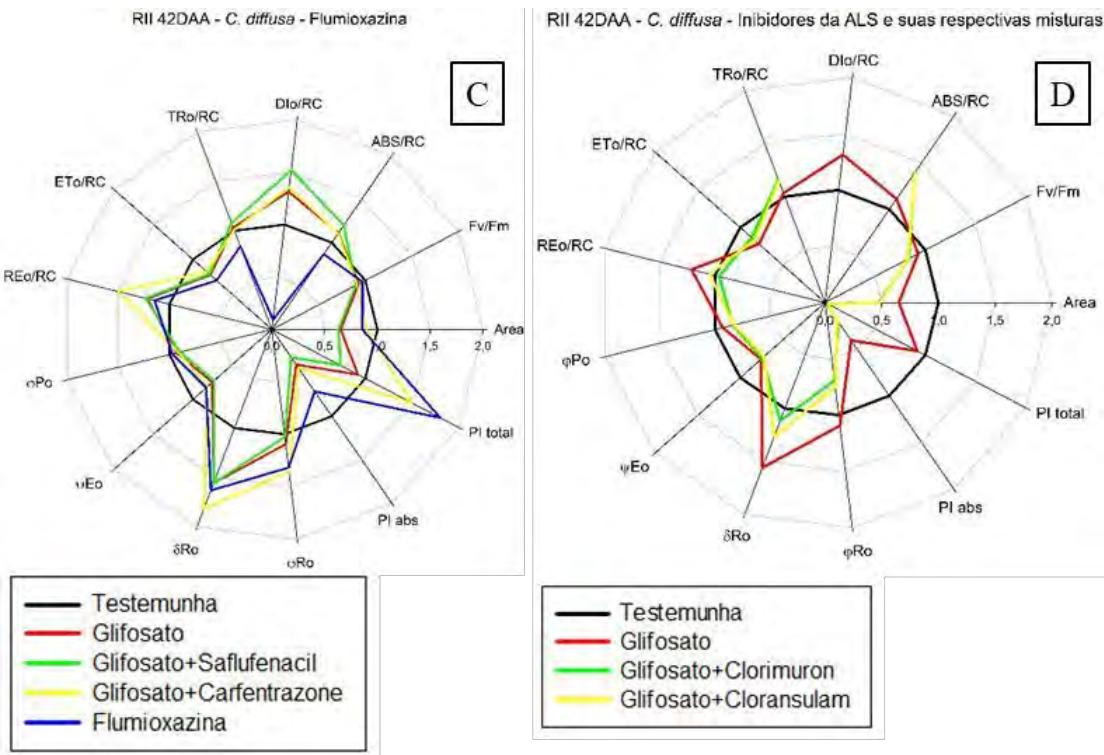


* A ausência das figuras 2,4-D e triclopir com suas respectivas misturas e dos tratamentos glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, ocorreu devido a impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desses tratamentos na avaliação de onde aos 42 DAA.

Figura 16: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 42 DAA para as plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, C, D são referentes aos tratamentos dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina, aplicados isoladamente e em mistura. Enquanto a figura E, é referente as misturas de glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Seropédica-RJ, 2020.

Para *C. diffusa* aos 42 DAA (Figura 17), também foi observado recuperação das plantas para os tratamentos que não ocasionaram 100% de controle. Os tratamentos ainda apresentavam redução para PI_{ABS} e PI_{TOTAL}. Para PI_{ABS}, reduções acima de 50% foram ocasionadas pelos tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, glifosato+dicamba e glifosato+(diclosulam+halauxifen), quando comparados com a testemunha. Observou-se reduções superiores a 50% para o parâmetro PI_{TOTAL}, ocasionado pelos tratamentos glifosato+carfentrazone, dicamba, diclosulam+halauxifen e acima de 80% somente para o tratamento flumioxazina, quando comparados com a testemunha. Os tratamentos glifosato e glifosato+dicamba ocasionaram aumento de 50% para o parâmetro DIo/RC, sendo observado aumento superior a 90% somente para os tratamentos flumioxazina e diclosulam+halauxifen, quando comparados com a testemunha.





*A ausência das figuras 2,4-D e triclopir com suas respectivas misturas e dos tratamentos glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, ocorreu devido a impossibilidade de realização da análise de fluorescência nas plantas desses tratamentos na avaliação de onde aos 42 DAA.

Figura 17: Fluorescência transiente da clorofila *a* para o experimento RII aos 42 DAA para as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas. As figuras A, B, e C, correspondem aos tratamentos dicamba, diclosulam+halauxifen e flumioxazina aplicados isoladamente e em mistura. Enquanto D, corresponde aos tratamentos glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Seropédica-RJ, 2020.

Para a variável controle das plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas aos 7 DAA (Figura 18), diferente do que foi observado para a mesma espécie de 4 a 6 folhas, nenhum dos tratamentos avaliados resultou em morte das plantas. O controle mais lento para essas plantas, foi ocasionado devido ao estádio fenológico mais desenvolvido das plantas, o que pode aumentar a tolerância de plantas daninhas a herbicidas, como foi observado no presente estudo. Entretanto, controle superior a 80% aos 7DAAfoi observado para os tratamentos glifosato+flumioxazina+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, o que pode ser considerado satisfatório. As menores porcentagens de controle foram observadas para os tratamentos glifosato (15%), glifosato+clorimuron (20%), glifosato+cloransulam (25%), dicamba (45%) e glifosato+dicamba (46,25%).

Aos 21 DAA (Figura 18), os tratamentos glifosato, dicamba, flumioxazina, glifosato+clorimuron, glifosato+cloransulam e diclosulam+halauxifen, apresentaram os controles mais baixos, quando comparados aos demais tratamentos. Os tratamentos glifosato+saflufenacil, glifosato+2,4-D+saflufenacil, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba +saflufenacil, apresentaram controle de 80%. Controle superior a 80% foi obtido para 2,4-D, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+carfentrazone, triclopir e suas respectivas misturas, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+(diclosulam +halauxifen), glifosato+(diclosulam +halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam +halauxifen)+flumioxazina e glifosato+(diclosulam +halauxifen)+carfentrazone. Somente o tratamento glifosato+flumioxazina+carfentrazone, ocasionou morte das plantas aos 21DAA. Assim como foi observado para o experimento de 4 a 6 folhas, as misturas triplas controlaram mais rapidamente as plantas de *C. benghalensis*, quando comparadas com as misturas duplas. Embora sejam do mesmo mecanismo de ação, observou-se que o triclopir promove maior controle e com mais rapidez quando comparado aos herbicidas 2,4-D, dicamba e diclosulam+halauxifen. Os herbicidas auxínicos são a principal alternativa para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas tolerantes ao glifosato (WALKER et al., 2012) durante a dessecação.

Na avaliação de 42 DAA (Figura 18), os tratamentos 2,4-D e triclopir com suas respectivas misturas, glifosato+dicamba+carfentrazone e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, apresentaram 100% de controle. As menores porcentagens de controle foram observadas para os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, dicamba, flumioxazina, glifosato+clorimuron, glifosato+cloransulam e (diclosulam+halauxifen). Observou-se que a mistura entre glifosato+saflufenacil e glifosato+carfentrazone, não proporcionaram controle eficiente das plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas, o que não foi observado para o estádio com menor número de folhas. Entretanto, observou-se que a mistura tripla de glifosato, herbicidas auxínicos e inibidores da PROTOX, o controle é eficiente. Assim, quando as plantas de trapoeraba apresentarem maior número de folhas, é necessário realizar a adição de um terceiro herbicida para promover controle eficiente.

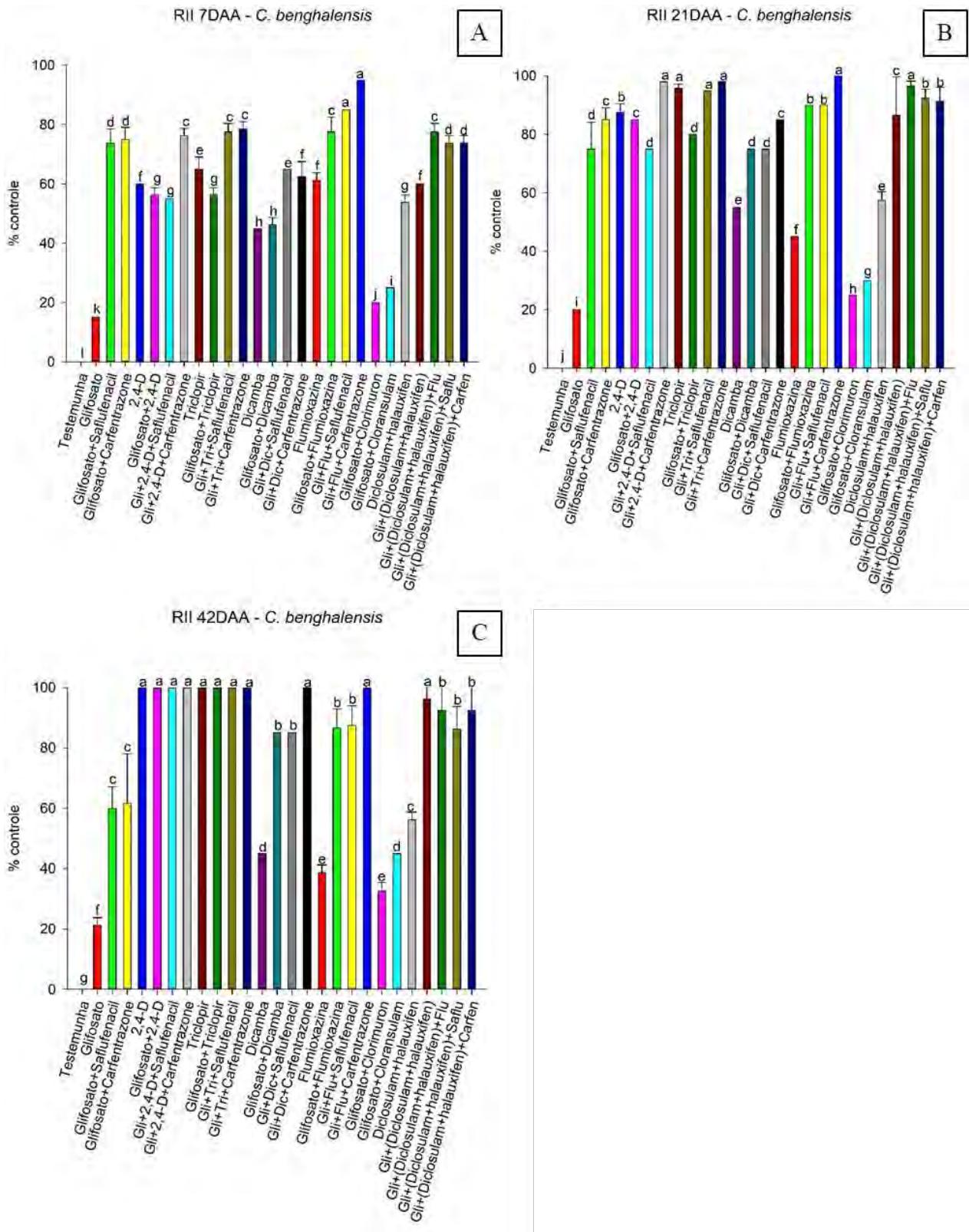


Figura 18: Médias obtidas para a avaliação de porcentagem de controle aos 7, 21 e 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Para as plantas de *C. diffusa* aos 7 DAA (Figura 19), as menores porcentagens de controle foram observadas para os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, 2,4-D, glifosato+2,4-D+carfentrazone, dicamba, glifosato+dicamba, flumioxazina, glifosato+clorimuron e glifosato+cloransulam. Os tratamentos glifosato+triclopir, glifosato+triclopir+carfentrazone, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, promoveram controle superior a 80%. Observou-se controle inferior a 80% para os tratamentos glifosato+carfentrazone, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+saflufenacil, triclopir, glifosato+2,4-D, glifosato+2,4-D+saflufenacil, triclopir, glifosato+triclopir+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone. Nenhum dos tratamentos avaliados ocasionaram morte das plantas aos 7 DAA, diferente do que foi observado para essa espécie com 4 a 6 folhas, onde os tratamentos glifosato+triclopir+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone, já apresentavam 100% de controle na primeira avaliação.

Aos 21 DAA (Figura 19), os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil e dicamba, apresentavam as menores porcentagens de controle. Sendo que os tratamentos 2,4-D e triclopir com suas respectivas misturas, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen), glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone, ocasionaram controle superior a 80%. Nenhum tratamento avaliado promoveu 100% de controle nesta avaliação. O tratamento dicamba apresentou o menor controle entre os herbicidas auxínicos avaliados, sendo o mesmo inferior quando comparados com a plantas de *C. diffusa* de 4 a 6 folhas.

Entretanto, diferente do que foi observado para as plantas de primeiro estágio, a mistura dupla entre glifosato+ dicamba ou em misturas triplas que entre glifosato e herbicidas inibidores da PROTOX, foram eficientes para o controle dessa espécie. Embora os dados dos experimentos EI e EII não sejam apresentados nesse estudo, observou-se que a eficácia no controle pelas misturas que continham o dicamba, não foi eficiente para *C. diffusa*. Dessa forma, as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas, apresentaram comportamento distinto do que vinha sendo observado na condução dos experimentos, sendo considerada discrepante.

Para as plantas de *C. diffusa* aos 42 DAA (Figura 19), os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, dicamba, flumioxazina e diclosulam+halauxifen, apresentaram os menores controles, quando comparados aos demais tratamentos. Controle superior a 80% foi ocasionado pelos tratamentos, glifosato+carfentrazone, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil, glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+flumioxazina, glifosato+clorimuron, glifosato+cloransulam, glifosato+(diclosulam+halauxifen). A morte das plantas foram observadas para os tratamentos 2,4-D e triclopir com suas respectivas misturas, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+flumioxazina+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone. O herbicida dicamba apresentou o menor controle entre todos os herbicidas avaliados. Assim como foi observado para RI, as misturas triplas foram eficientes no controle de *C. diffusa*, sendo possíveis opções de manejo em dessecação. Diferente do que foi observado para *C. benghalensis* de 6 a 10 folhas, a mistura entre glifosato+carfentrazone, foi eficiente no controle de *C. diffusa*. Entretanto, a mistura glifosato+saflufenacil não foi eficiente para ambas espécies no maior estágio avaliado.

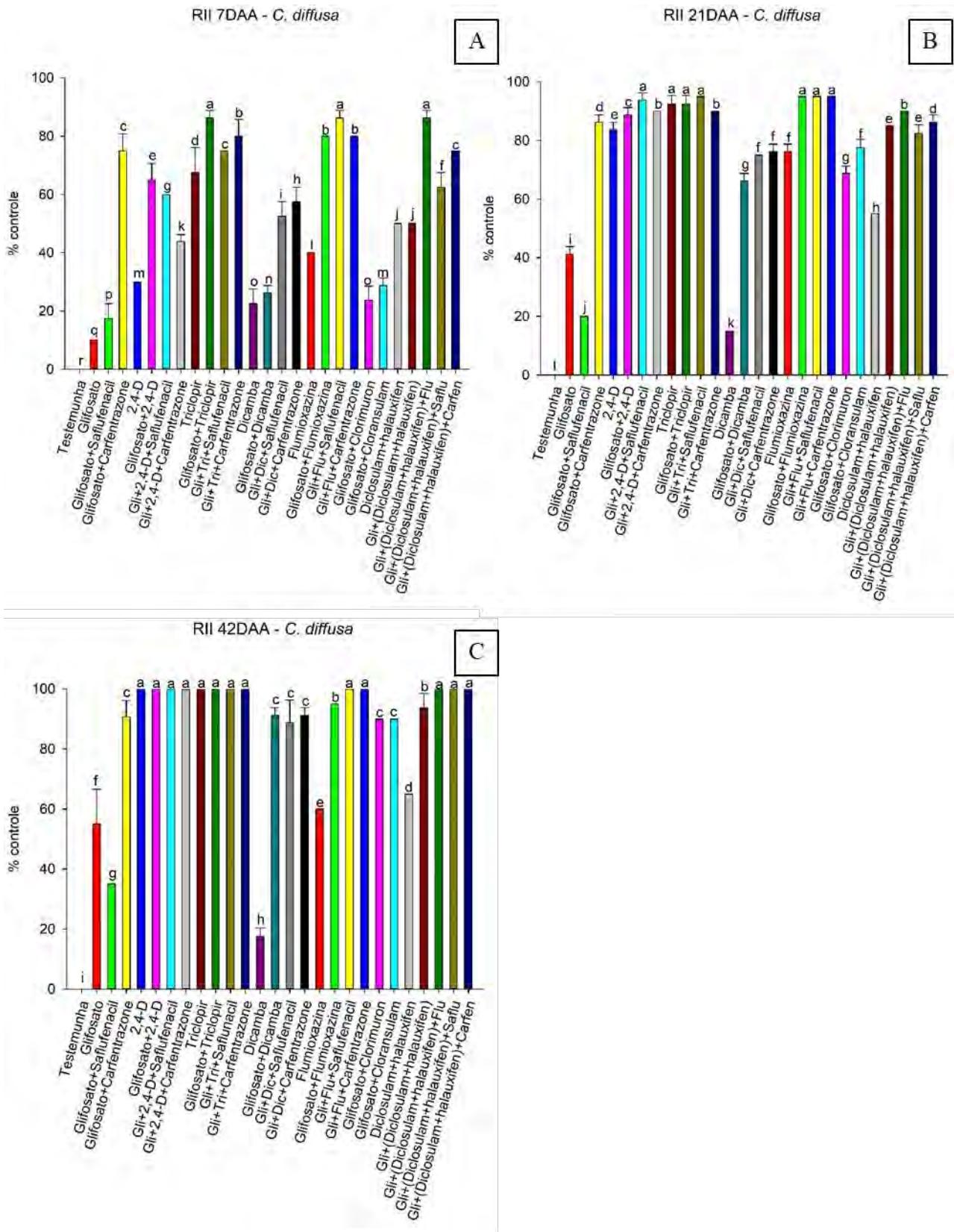


Figura 19: Médias obtidas para a avaliação de porcentagem de controle aos 7, 21 e 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Para a variável MSPA para as plantas de *C. benghalensis* (Figura 20), os tratamentos que não causaram morte das plantas, diferiram significativamente entre si. Os maiores valores e MSPA foram observados para os tratamentos dicamba, flumioxazina, glifosato+clorimuron e diclosulam+halauxifen. Não houve diferença estatística entre os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil, glifosato+(diclosulam+halauxifen)+saflufenacil e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+carfentrazone. O mesmo foi observado para os tratamentos glifosato+dicamba, glifosato+dicamba+saflufenacil e glifosato+cloransulam. Os tratamentos glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+(diclosulam+halauxifen) e glifosato+(diclosulam+halauxifen)+flumioxazina, não diferiram estatisticamente entre si. Para a variável CPA, somente o tratamento glifosato+dicamba+carfentrazone, diferiu dos demais tratamentos avaliados.

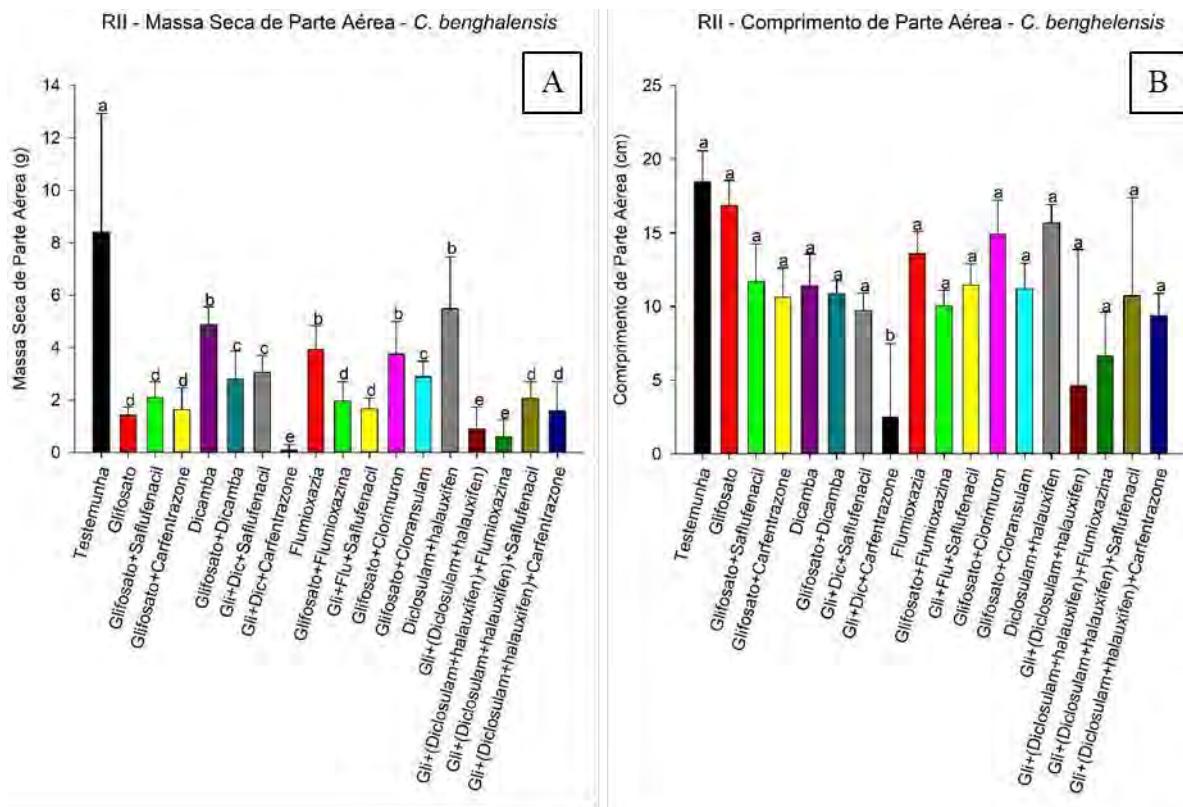


Figura 20: Médias obtidas para a análise MSPA (Figura 20 – A) e CPA (Figura 20 – B) aos 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. benghalensis* de 4 a 6 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Para MSPA das plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas (Figura 21), não houve diferença estatística entre os tratamentos testemunha, dicamba e flumioxazina. Os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, glifosato+carfentrazone, glifosato+dicamba, glifosato+dicamba +saflufenacil, glifosato+cloransulam e diclosulam+halauxifen, foram iguais estatisticamente. O mesmo foi observado para os tratamentos glifosato+dicamba+carfentrazone, glifosato+flumioxazina e glifosato+clorimuron. Para a variável CPA, não houve diferença estatística entre a testemunha e o herbicida dicamba. Os demais tratamentos que não apresentaram morte das plantas, foram iguais estatisticamente.

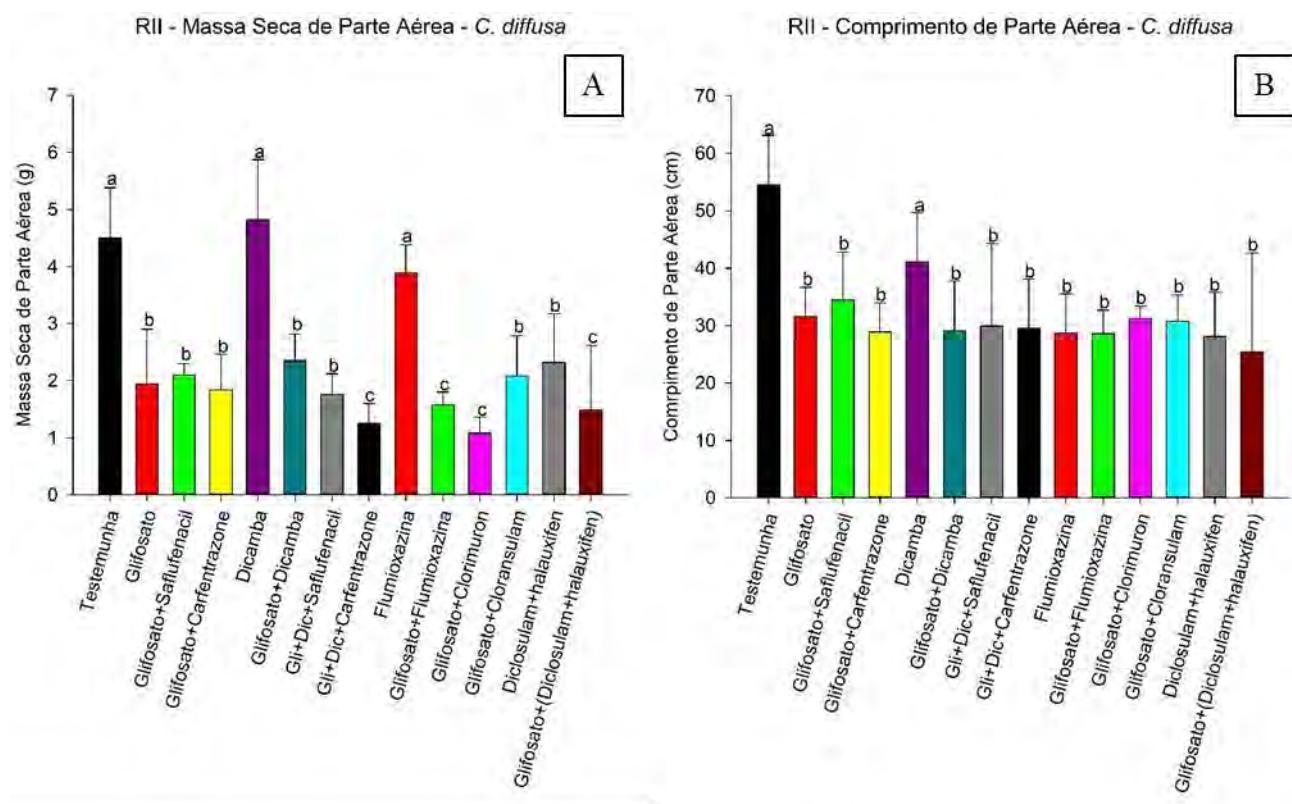


Figura 21: Médias obtidas para a análise MSPA (Figura 21 – A) e CPA (Figura 21 – B) aos 42 DAA dos tratamentos aplicados isoladamente e em mistura para as plantas de *C. diffusa* de 6 a 10 folhas, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Assim como para as plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa* de 4 a 6 folhas, as misturas triplas foram eficientes no controle dessas espécies em estádio mais avançado de desenvolvimento (entre 6 a 10 folhas). Entre os herbicidas auxínicos avaliados, o triclopir promove controle mais rápido e eficiente para ambas espécies. O herbicida dicamba aplicado isoladamente não foi eficiente para o controle das duas espécies no estádio mais avançado. A mistura entre glifosato+carfentrazone promoveu controle eficiente somente para a espécie *C. diffusa*, não sendo efetiva para *C. benghalensis*. As plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa* de 6 a 10 folhas, morreram mais lentamente quando comparadas com as plantas de 4 a 6 folhas, sendo isso esperado, uma vez que quanto maior estágio fenológico, maior a tolerância de plantas daninhas, como foi observado no presente estudo.

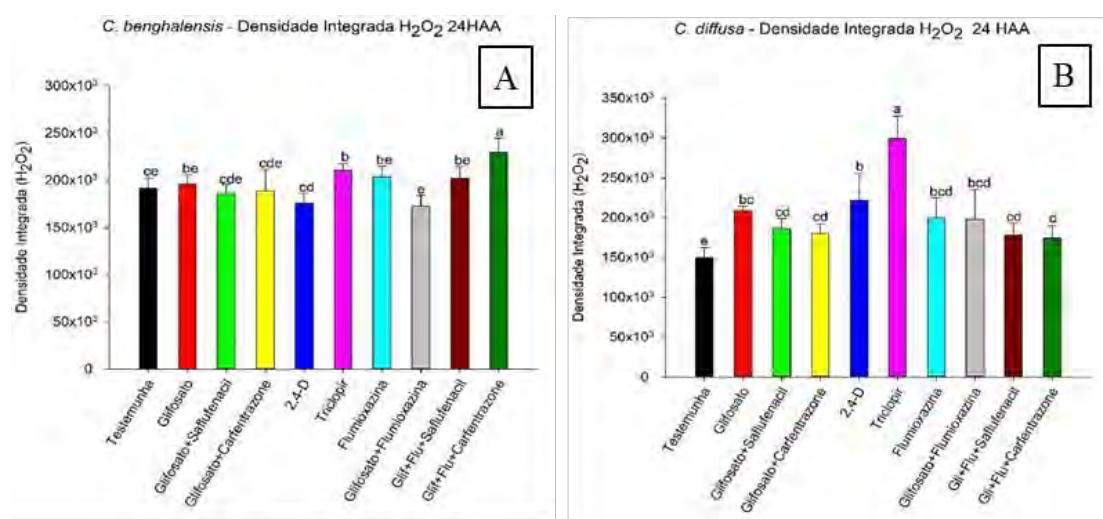
4.1.2. ANÁLISE DE PEROXIDAÇÃO EM DISCOS FOLIARES

Para as plantas de *C. benghalensis* as 24 horas após a aplicação (Figura 26), observou-se que os tratamentos glifosato+flumioxazina+carfentrazone apresentou o maior valor de densidade integrada para H₂O₂. As misturas que continham o herbicida glifosato+herbicidas inibidores da PROTOX, apresentaram menores valores de densidade de H₂O₂, quando comparadas com a aplicação isolada de herbicidas inibidores da PROTOX. Sendo isso observado para as misturas de glifosato+saflufenacil e glifosato+carfentrazone, que apresentaram redução de densidade integrada de H₂O₂ quando comparadas com o tratamento flumioxazina. Observou-se que entre as misturas glifosato+flumioxazina+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, a que continha carfentrazone, ocasionou maior valor de densidade integrada de H₂O₂. Embora sejam do mesmo mecanismo de ação, sendo inibidores da PROTOX, os quais atuam induzindo acúmulo de porfirinas e consequente peroxidação dos lipídeos de membranas (MOREIRA et al., 2010), o herbicida carfentrazone possivelmente ocasiona maior produção de EROs, do que o saflufenacil. Como foi observado para o controle das duas espécies em pós-emergência, quando em mistura tripla com (glifosato + herbicidas auxínicos + carfentrazone) ou (glifosato + herbicidas inibidores da PROTOX + carfentrazone), controla as plantas mais rapidamente do que as misturas triplas que contém o saflufenacil. Para os dois herbicidas auxínicos avaliados, observou-se que o herbicida triclopir promoveu maior valor de densidade integrada de H₂O₂ quando em comparação ao 2,4-D. Sendo condizente com o que foi observado para o controle desse tratamento para as duas espécies estudadas, o qual

quando aplicado isoladamente ou em mistura dupla com glifosato e inibidores da PROTOX, promove controle eficaz e em menor tempo do que o 2,4-D.

Para as plantas de *C. diffusa* 24 HAA (Figura 22), os resultados foram semelhantes aos observados para as plantas de *C. benghalensis*, sendo que o tratamento triclopir promoveu maior densidade integrada de H_2O_2 . Ao se realizar a utilização de herbicidas auxínicos, após a absorção desses herbicidas, os altos níveis de auxina induzem a biossíntese do ácido abscísico (ABA), dessa maneira, o ABA combinado na presença de luz provoca acúmulo de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ocasionando danos oxidativos que contribuem para a morte da planta (COBB e READE, 2011). Embora o herbicida 2,4-D também tenha apresentado altos valores de H_2O_2 , não houve diferença estatística com os tratamentos glifosato, glifosato+saflufenacil, flumioxazina e glifosato+flumioxazina. As misturas duplas glifosato+saflufenacil e glifosato+carfentrazone, e as triplas entre glifosato+flumioxazina+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, apresentaram as mesmas características observadas para *C. benghalensis*. Quando em mistura, o herbicida glifosato possivelmente auxilia na diminuição da produção de EROS.

Para as plantas de *C. benghalensis* 48 HAA (Figura 26), os tratamentos que apresentavam maior densidade integrada de H_2O_2 foram os tratamentos glifosato, glifosato+carfentrazone, triclopir, glifosato+flumioxazina, glifosato+flumioxazina+saflufenacil e glifosato+flumioxazina+carfentrazone, não diferindo entre si. Para as plantas de *C. diffusa* 48 HAA (Figura 26), os tratamentos glifosato+carfentrazone, triclopir e glifosato+flumioxazina+saflufenacil apresentaram os maiores valores de densidade integrada de H_2O_2 .



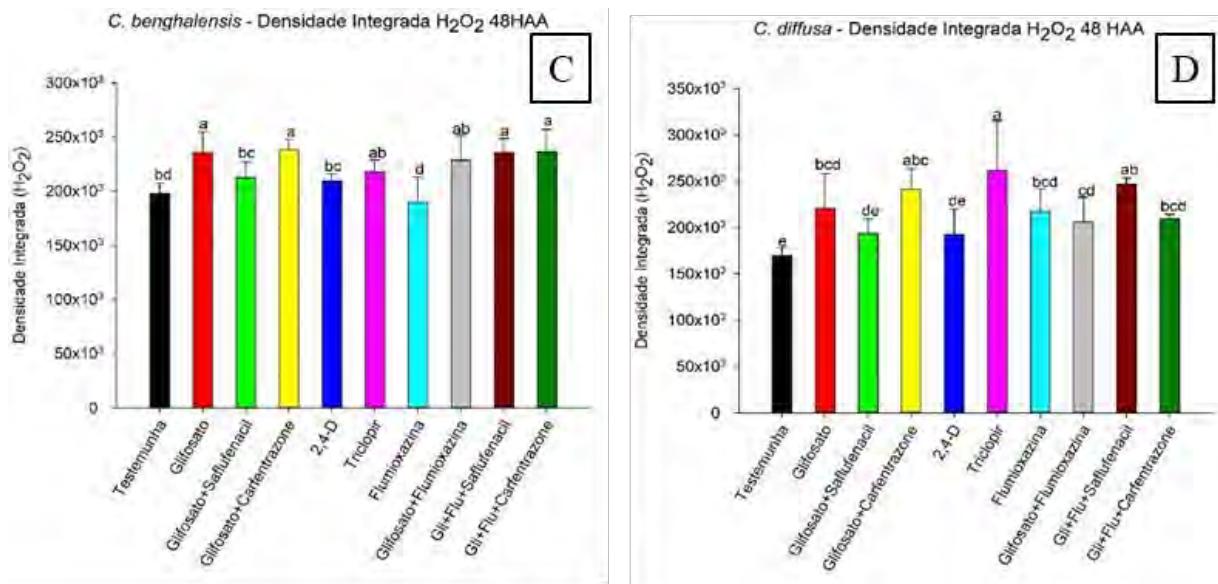


Figura 22: Médias obtidas para a análise de densidade integrada de H₂O₂, sendo que as figuras (A e B) correspondem a avaliação de 24 HAA, enquanto (C e D), correspondem a avaliação de 48 HAA para as plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa*, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Sendo assim, foi possível observar que o triclopir, apresenta comportamento distinto ao 2,4-D, sendo que o controle mais rápido e eficaz desse produto pode estar relacionado a maior produção de H₂O₂, como foi observada neste estudo. O mesmo comportamento foi observado para o carfentrazone, que quando em mistura dupla com glifosato+flumioxazina ocasionou maior densidade integrada de H₂O₂ quando comparada com a mistura glifosato+flumioxazina+saflufenacil. O tratamento glifosato+flumioxazina apresenta menor densidade de H₂O₂ quando comparada com o tratamento flumioxazina em isolado. Sendo a possível diminuição densidade integrada de H₂O₂, ocasionada pelo glifosato.

4.1.3. EXPERIMENTO DE PRÉ-EMERGENTES

Os experimentos de pré-emergentes sendo eles EIV e RIV, apresentaram o mesmo resultado, dessa maneira, será apresentado somente os dados obtidos para o experimento RIV.

a) Experimento de pré-emergentes (RIV)

Para a variável controle aos 14 DAE (Figura 23), observou-se que a testemunha apresentava 44 plântulas emergidas. Os tratamentos imazetapir e diclosulam, apresentaram a

maior número de plântulas emergidas, sendo 43 e 32 plântulas, respectivamente. Entretanto, as mesmas apresentavam sintomas severos relacionados ao mecanismo de ação dos herbicidas, não tendo demonstrado desenvolvimento. A maior quantidade de plântulas emergidas nesses tratamentos, era esperada, uma vez que os mesmos são herbicidas inibidores da ALS, sistêmicos e não impedem a germinação das sementes, mas as raízes e caule das plântulas são severamente afetados devido a inibição da mitose, sendo os principais sintomas desses herbicidas nas plântulas são clorose seguida de necrose (LEITE, 1998).

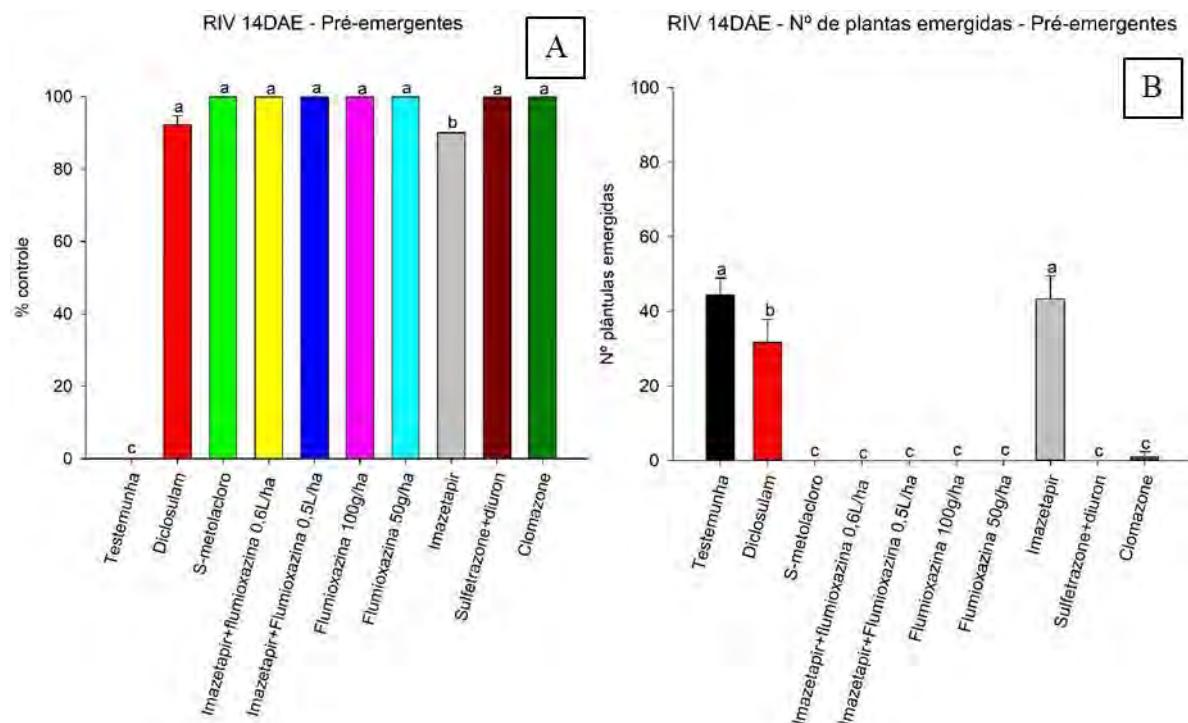


Figura 23: Médias obtidas para avaliação de porcentagem de controle (A) e número de plântulas emergidas (B) referente ao experimento de pré-emergentes RIV para a espécie *C. benghalensis* aos 14 DAE, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Aos 42 DAE (Figura 24), o tratamento imazetapir apresentava o maior número de plântulas emergidas. Sendo observada morte de algumas plântulas do tratamento diclosulam. Entretanto, mesmo com a presença de plântulas para ambos tratamentos, os mesmos ocasionaram 100% de controle, pois não houve desenvolvimento das mesmas. Os demais tratamentos também apresentaram 100% de controle, não sendo observado emergência de plântulas desde a avaliação de 14 DAE.

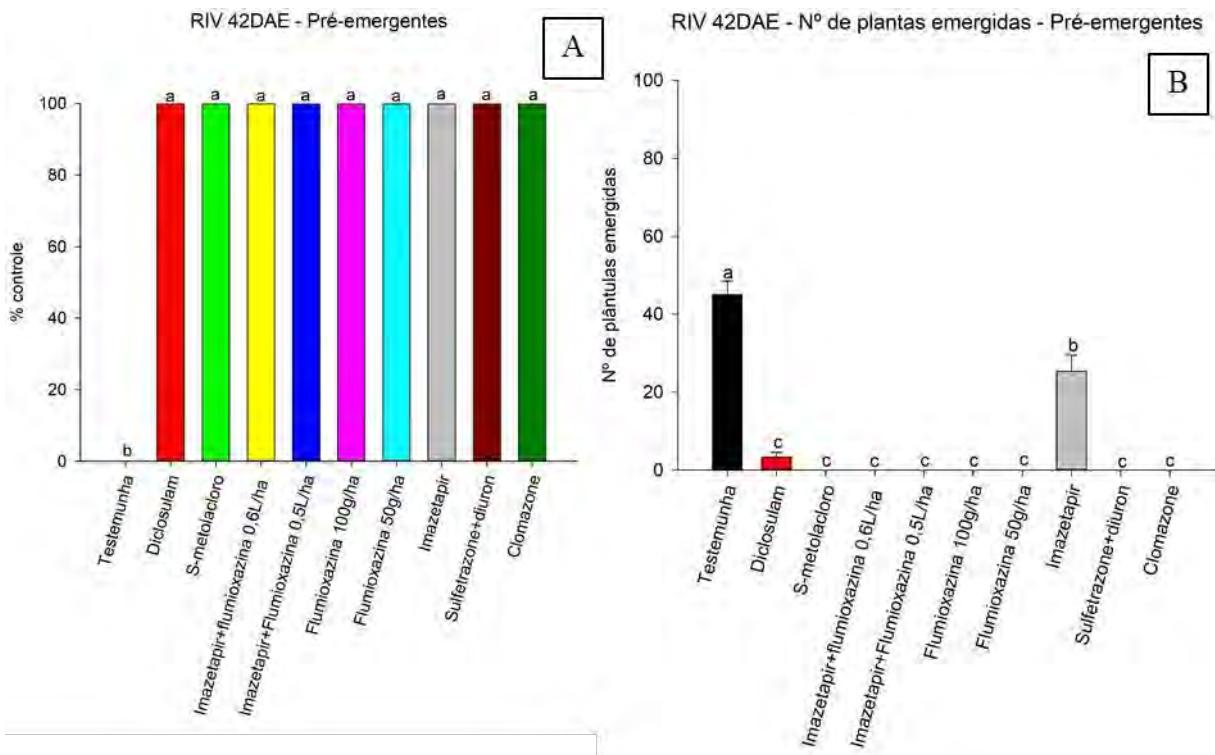


Figura 24: Médias obtidas para avaliação de porcentagem de controle (A) e número de plântulas emergidas (B) referente ao experimento de pré-emergentes RIV para a espécie *C. benghalensis* aos 42 DAE, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Os herbicidas pré-emergentes avaliados, foram eficientes no controle de *C. benghalensis*. Os herbicidas diclosulam e imazetapir, apresentaram maior quantidade de plântulas emergidas, entretanto, por serem produtos que não impedem a germinação de sementes, foi possível observar controle eficiente para ambos herbicidas aos 42 DAE.

b) Efeito Residual de pré-emergentes

No experimento de residual dos herbicidas pré-emergentes, observou-se que aos 14 DAE (Figura 25), os tratamentos que apresentavam maior número de plântulas emergidas, foram diclosulam, flumioxazina+imazetapir ($0,6\text{L ha}^{-1}$) e flumioxazina+imazetapir ($0,5\text{L ha}^{-1}$). Os tratamentos anteriormente citados, não diferiram estatisticamente da testemunha. Os tratamentos flumioxazina (100g ha^{-1}) e flumioxazina (50g ha^{-1}), apresentavam plântulas bem desenvolvidas, com ausência de sintomas do herbicida. Somente os tratamentos sulfentrazone+diuron e clomazone, não apresentaram emergência de plântulas desde a primeira avaliação.

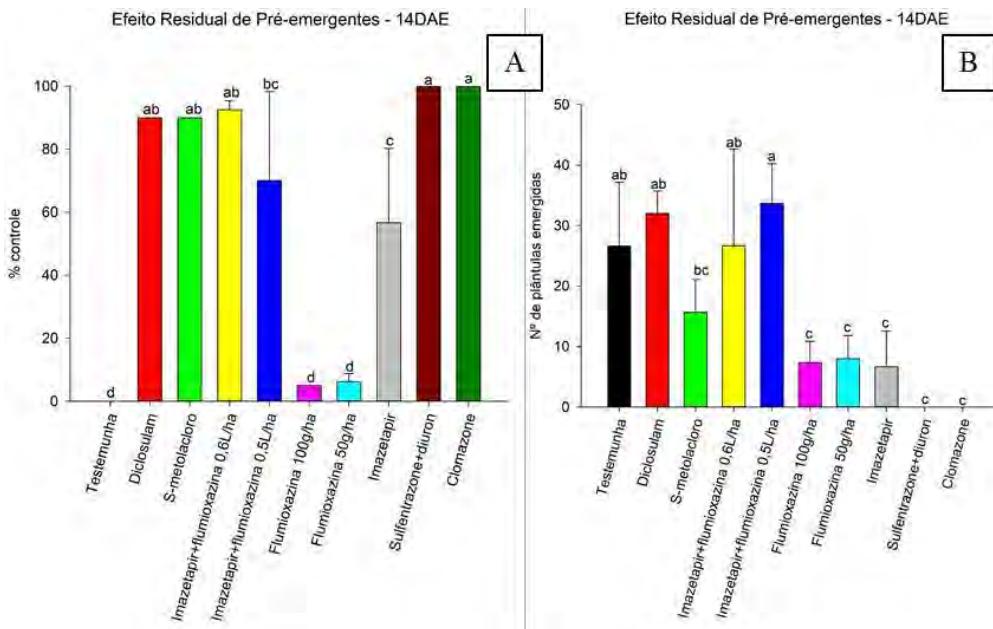


Figura 25: Médias obtidas para avaliação de porcentagem de controle (A) e número de plântulas emergidas (B) referente ao ensaio de efeito residual de pré-emergentes para a espécie *C. benghalensis* aos 14 DAE, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.

Aos 42 DAE (Figura 26 e 27), observou-se que os tratamentos diclosulam e flumioxazina+imazetapir ($0,5\text{L ha}^{-1}$) apresentavam uma maior quantidade de plântulas emergidas, não diferindo estatisticamente da testemunha. Entretanto, as plântulas presentes no tratamento diclosulam apresentavam em sua maioria sintomas do herbicida, o que resultou em um controle elevado. O tratamento flumioxazina+imazetapir ($0,5\text{L ha}^{-1}$), ocasionou baixo controle (35%), apresentava plantas em crescimento, embora as mesmas apresentassem danos ocasionados pela ação do herbicida, possivelmente as mesmas conseguiriam se desenvolver, devido ao controle insatisfatório desse herbicida. Os tratamentos flumioxazina (50 ha^{-1}) e flumioxazina (100 g ha^{-1}) apresentavam plantas completamente desenvolvidas, estando mais desenvolvidas do que a testemunha. Esse aumento no crescimento das plantas é denominado de hormese (CALABRESE & BALDWIN, 2002).

No caso do herbicida flumioxazina, a presença desse herbicida no solo pode levar a planta a ativar seu sistema de defesa e acelerar seu metabolismo, na tentativa de diminuir o efeito causado pelo herbicida. Sendo assim é possível observar estímulos nas plantas, como características de crescimento, acúmulo de biomassa, altura, comprimento e área foliar (SILVA et al., 2009; WAGNER et al., 2003; SILVA et al., 2012). Verificou-se que quando aplicado na maior dose recomendada em bula ($0,6\text{L ha}^{-1}$), o herbicida imazetapir+flumioxazina apresenta

controle residual eficiente para *C. benghalensis*. No entanto, quando aplicado na dose de 0,5L ha⁻¹, apresenta controle de 40%, permitindo com que as plântulas possam desenvolver e posteriormente, competir com a cultura de interesse.

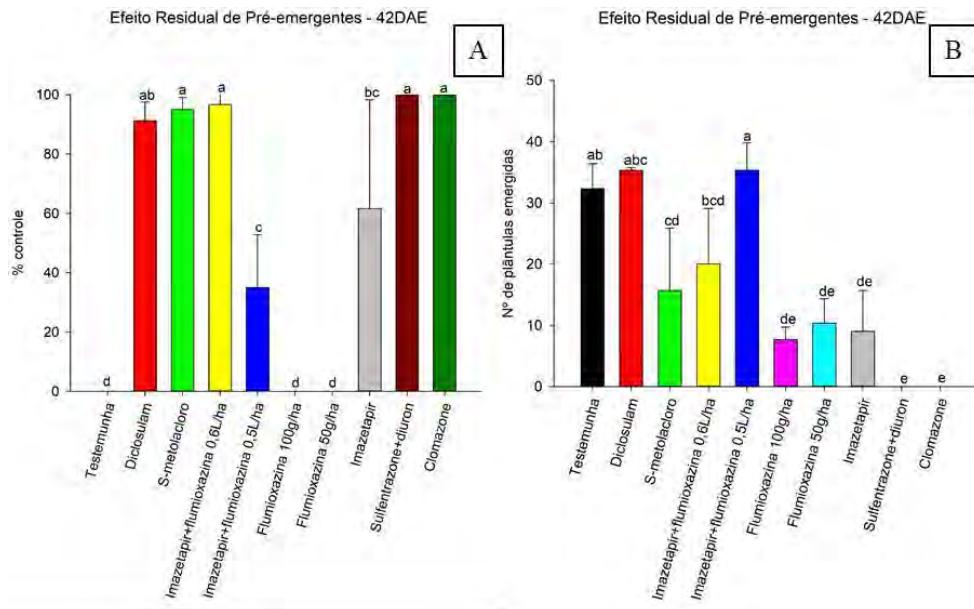


Figura 26: Médias obtidas para avaliação de porcentagem de controle (A) e número de plântulas emergidas (B) referente ao ensaio de efeito residual de pré-emergentes para a espécie *C. benghalensis* aos 42 DAE, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Seropédica-RJ, 2020.



Figura 27: Efeito residual de herbicidas pré-emergentes aos 42 DAE (dias após a emergência) para a espécie *C. benghalensis*. Seropédica-RJ, 2020.

5. CONCLUSÃO

O herbicida glifosato não apresenta controle eficiente sobre as espécies *C. benghalensis* e *C. diffusa*, confirmando a tolerância destas a esse herbicida.

As misturas triplas entre o herbicida glifosato, herbicidas auxínicos (2,4-D, triclopir ou (halauxifen+diclosulam)) e carfentrazone se destacam no controle das duas espécies estudadas.

O herbicida flumioxazina quando aplicado isoladamente, não controla de forma eficiente plantas de *C. benghalensis* e *C. diffusa*, entretanto é uma boa alternativa em substituição as auxinas na mistura tripla, dependendo da comunidade infestante na área de cultivo.

O herbicida dicamba quando aplicado isoladamente não promove controle eficiente para ambas espécies, entretanto quando em mistura tripla com glifosato e herbicidas inibidores da PROTOX, promove controle somente para as plantas de *C. diffusa*.

As misturas entre glifosato e inibidores da ALS (clorimuron e cloransulam), foram efetivas somente para a *C. diffusa*, nos dois estádios fenológicos avaliados. O controle das espécies *C. benghalensis* e *C. diffusa* em pós-emergência, deve ser realizado de 4 a 6 folhas, onde este é mais rápido e eficiente.

A utilização de herbicidas pré-emergentes é eficaz no controle de *C. benghalensis*, podendo ser utilizados os tratamentos diclosulam, s-metolacloro, flumioxazina, imazetapir, imazetapir+flumioxazina, sulfentrazone+diuron e clomazone. Entretanto, os tratamentos flumioxazina (50g ha^{-1}), flumioxazina (100g ha^{-1}), imazetapir (1L ha^{-1}) e imazetapir+flumioxazina ($0,5\text{L ha}^{-1}$), aos 42 dias após emergência, não apresentando efeito residual suficiente para o controle de *C. benghalensis*.

6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETO, M. C.; DE CARVALHO, L. B.; ANSOLIN, H. H.; DE ANDRADE, T. C. G. R.; SCHMIT, R. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de corda-de-viola. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 1, p. 8-15, 2016.

BACHEGA, L.P.S; CARVALHO, L.B; BIANCO, S; CECILIO FILHO, A.B. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.31, p.63-70, 2013.

BLAINSKI, É.; MACIEL, C.; ZOBIOLE, L.; RUBIN, R.; SILVA, A.; KARPINSKI, R.; HELVIG, E. Eficiência do cloransulam-metílico no controle em pós-emergência de *Conyza bonariensis* na cultura da soja RR®. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v. 14, n. 3, p. 235-242, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agrofit – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, 2013.

BRESSANIN, F.; JAYME NETO, N.; MARTINS, J.; MARTINS, J. ALVES, P. Controle de biótipos resistentes de *Conyza bonariensis* com glyphosate + clorimuron-etílico em função do estádio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 1, p. 68-72, 2014.

BREUSEGEM, F.V., VRANOVÁ, E., DAT, J.F. & INZÉ, D. The role of active oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**. v.161, p.405-414. 2001.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Defining Hormesis. **Human and Experimental Toxicology**, London, v. 21, n. 2, p. 91-97, 2002.

CARVALHO, G. S.; LEAL, J. F. L.; SOUZA, A. S. ; OLIVEIRA JUNIOR, F. F. ; LANGARO, A. C.; PINHO, C. F. use of the cytochrome P450 enzymes inhibitor on the control of *Digitaria insularis*. **Ciência e Agrotecnologia (online)**, v. 45, p. 1-9, 2021.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO R. F.; BORGATO E. A.; GOLÇASVES NETTO, A.; MELO, M. S. C. Resistência das plantas daninhas a herbicida: termos e definições importantes. In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. (Coord.). Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 4.ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2016. p. 11-31.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo de herbicidas para a cultura da soja. In: CÂMARA, G.M. de S. Soja: **Tecnologia de Produção**, Piracicaba, p.121-138, 1998.

CHRISTOFFOLETTI, P. J. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 3.ed. Londrina: **Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas**, 2008.

CONCENÇO, G.; LOPES, N.F.; ANDRES, A.; MORAES, D.M.; SANTOS, M.Q.; RIEFFEL FILHO, J.A.; e VILELLA, J.V. Controle de plantas daninhas em arroz irrigado em função de doses de herbicida pré-emergentes e início da irrigação. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.2, p.303-309, 2006.

CORRÊA, L. E. A.; BORGES, A. Glyphosate + carfentrazone: controle de ervas problemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu. Resumos... Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 463.

DALAZEN, G., MARKUS, C., KASPARY, T. E., PISONI, A., GALLON, M., DE QUEIROZ, A. R. S., JÚNIOR, A. M. Occurrence and importance of herbicide resistance caused by degradation enhancement for weed management1. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 26-38, 2016.

DEUBER, R. Ciência das plantas daninhas: fundamentos. FUNEP, Jaboticabal, v.1, p.431, 1992.

DOS SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; DOS ANJOS, L. H. C.; DE OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ... & CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EULLAFFROY, P; FRANKART, C; AZIZ, A; COUDERCHET, M; BLAISE, B. Energy fluxes and driving forces for photosynthesis in Lemna minor exposed to herbicides. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 90, p.172–178, 2009.

FEDTKE, C.; DUKE, S.O. Herbicides. **Plant toxicology**. New York, EUA: Marcel Dekker, p. 247-330, 2005.

FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Mecanismos de ação de Herbicidas (palestra). In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2005, Salvador-BA. **Anais do V Congresso Brasileiro de Algodão**, Salvador, 2005.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. **Research methods in weed science**. 3.ed. Clemson: p. 29-45, 1986.

GILL, S.S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.48, p.909-930, 2010.

GRATÃO, P.L.; POLLE, A.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Making the life of heavy metal stressed plants a little easier. **Functional Plant Biology**, v. 32, p. 481-494, 2005.

HESS, F. D.; FALK, R. H. Herbicide deposition on leaf surfaces. **Weed Science**, v. 38, n. 3, p. 280-288, 1990.

KAGI, F. Y. Mistura em tanque: problemática legal e suas implicações na prática (registro, recomendação, aplicação) VI SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Anais... Londrina: FEPAF, 2013.

KILINC O.; REYNAUD S.; PEREZ L.; TISSUT M.; RAVANEL P. Physiological and biochemical modes of action of the diphenylether aclonifen; **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.93, p.65-71, 2009.

KISSMANN, K.G. Plantas infestantes e nocivas. São Paulo: BASF, 2.ed., Tomo 1, 824 p, 1997.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. Plantas inferiores - monocotiledôneas. São Paulo: BASF Brasileira, T.1, p.96-109, 1991-1992.

KLESCHICK, W.A., COSTALES, M.J., DUNBAR, J.E., MEIKLE, R.W., MONTE, W.T., PEARSON, N.R., SNIDER, S.W., VINOGRADOFF, A.P. New Herbicidal Derivatives of 1,2,4-Triazolo [1,5-a] pyrimidine. **Pest Management Science**, v. 29, n. 3, p.341-355, 1990.

LANGARO, A.C.; AGOSTINETTO, D.; OLIVEIRA, C.; SILVA, J.D, G.; BRUNO, M.S. Alterações Bioquímicas e Fisiológicas em Plantas de Arroz Devido à Aplicação de Herbicidas. **Planta daninha**, vol.34, n.2, p.277-290, 2016.

LEAL, J. F. L.; SILVA, V. F. V.; SOUZA, A. S.; LANGARO, A. C.; SAMPAIO, M. P.; PEREIRA, C. V. L.; PINHO, C. F. . Leaching potential of the herbicide mixture 2,4-D + picloram. **Científica (Jaboticabal. online)**, v. 48, p. 133-138, 2020.

LEITE, C. R. F.; ALMEIDA, J. C. V.; PRETE, C. E. Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agronômicos dos herbicidas inibidores da enzima ALS (AHAS). Londrina: Edição do autor, 1998. 68 p.

LEITE, CÉLIO ROBERTO FERREIRA. Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agronômicos dos herbicidas inibidores da enzima ALS (AHS). Londrina, 1998.

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

MARCHI, G.; CARVALHO, E. S. M.; GRACIOLLI, T. G. **Herbicidas**: mecanismos de ação e uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2008. III Titulo, IV Série.

MESNAGE, R., DEFARGE, N., DE VENDÔMOIS, J. S., SERALINI, G. E. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. **Food and Chemical Toxicology**, v. 84, p. 133-153, 2015.

MILLER, G., SHULAEV, V. & MITTLER, R. Reactive oxygen signaling and abiotic stress. **Plant Physiology**. v.133, p. 481–489, 2008.

MILLER, G.; SUZUKI, N.; CIFTCI-YILMAZ, S.; MITTLER, R. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. **Plant, Cell & Environment**, v. 33, p. 453-467, 2011.

MISHRA, L.C. Effect of environmental pollution on the morphology and leaf epidermis of *Commelina benghalensis*. **Environmental Pollution**. (Series A), v.28, p.281-284. 1982.

MONQUERO, P. A.; BINHA, D. P.; SILVA, P. V.; AMARAL, L. R. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, 2008.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; DE PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, p.445-451, 2004.

MOREIRA, M. S.; MELO, M. S. C. de; CARVALHO, S. J. P. de; CHISTOFFOLETI, P. J. Crescimento diferencial de biótipos de *Conyza* spp. resistente e suscetível ao herbicida glyphosate. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 591-598, 2010.

NORDBERG, J.; ARNÉR, E.S.J. Reactive oxygen species, antioxidants and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 31, n.11, p. 1287-1312, 2001.

OLIVEIRA JR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas – In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. p. 141-148, 2011. OLIVEIRA Jr, R.S.; CONSTANTINI J.; INOUE M.H. Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. **Omnipax**, Curitiba, PR, 2011.

OSIPE, J.B.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; TAKANO, H.K.; BIFFE, D.F. Espectro de Controle de Plantas Daninhas com os Herbicidas 2,4-D e Dicamba Associados ou Não ao Glyphosate. **Planta daninha [online]**. vol.35, Epub Sep 04, 2017.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. IPEF. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, v. v.4, p. 1-24, 1987.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Read®. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n. 2, p. 365-373, 2007.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS D. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina spp.*) utilizando a análise multivariada. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 671-678, 2007a.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D.; MACIEL, C. D. G. Efeito de herbicidas sobre quatro espécies de trapoeraba. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 359-364, 2007ab.

SANTOS, I. C.; MEIRA, R.M.S.A.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, L.D.T.; e MIRANDA, G.V. Caracteres anatômicos de duas espécies de trapoeraba e a eficiência do glyphosate. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.1-8, 2002.

SANTOS, I. C.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; MIRANDA, G.V.; e PINHEIRO, R.A.N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.

SANTOS, I.C.; FERREIRA, F.A.; MEIRA, R.M.S.A.; SANTOS, L.D.T. Comparação de caracteres anatômicos entre folhas de duas espécies de *Commelina* invasoras de cafezais em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. Resumos... Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.13.

SCHANSKER, G; SRIVASTAVA, A; GOVINDJEE; STRASSER, R. Characterization of the 820 nm transmission signal paralleling the chlorophyll a fluorescence rise (OJIP) in pea leaves. **Functional Plant Biology**, Dordrecht, v. 30, p. 785-796, 2003.

SENSEMAN, S.A. Herbicide handbook. Lawrence: **Weed Science Society of America**, 2007. 458p.

SILVA, D.V.; SANTOS, J.B.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FRANÇA, A.C.; SEDIYAMA, T. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 901-910; 2012.

SOUZA, C. C. B.; BORELLA, J.; LEAL, J. F. L.; TORNISIELO, V. L.; PIMPINATO, R. F.; MONQUERO, P. A.; PINHO, C.F. Limited diclosulam herbicide uptake and translocation-induced tolerance in *Crotalaria juncea*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 104, p. 114-120, 2020.

SRIVASTAVA, P. Roles of heat-shock proteins in innate and adaptive immunity. **Nat Rev Immunol**, v. 2, n. 3, p. 185-94.

STRASSER, B. J.; STRASSER, R. J. Measuring fast fluorescence transients to address environmental question: The JIP test. In: MATHIS, P. (Ed.), Photosynthesis: From Light to Biosphere. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, vol. V, p. 977–980, 1995.

TAKANO H. K. et al. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.12, p.1-3, 2013.

THILL, D. Growth regulator herbicides. In: WELLER, S. C. et al. (Eds.) *Herbicide action course*. West Lafayette: Purdue University, p. 267-291, 2003.

TSIMILLI-MICHAEL, M. AND STRASSER, R. J. In vivo assessment of plants' vitality: applications in detecting and evaluating the impact of Mycorrhization on host plants. In: *Mycorrhiza*. A. Varma (ed), p. 679-703, 2008.

TSIMILLI-MICHAEL, M.; STRASSER, R.J. In vivo assessment of plants vitality: applications in detecting and evaluating the impact of Mycorrhization on host plants. In: VARMA, A. (Ed.). *Mycorrhiza*. Uttar Pradesh, India: Springer, 2008. p.679-703.

TUFFI SANTOS, L.D.; MEIRA, R.M.S.A.; SANTOS, I.C.; e FERREIRA, F.A. Efeito do glyphosate sobre a morfoanatomia das folhas e do caule de *C. diffusa* e *C. benghalensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 101–107, 2004.

WILSON, A. K. Commelinaceae - a review of the distribution, biology and control of the important weeds belonging to this family. **Trop. Pest Manag.**, v. 27, p. 405-418, 1981.

YODER, R.N.; M A HUSKIN.; L M KENNARD.; J M ZABIK. Aerobic metabolism of diclosulam on U.S. and South American soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.4335-4340, 2000.

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Impact of glyphosate and *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis;with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, p. 825-831, 2004.

7.0. APÊNDICE

7.1. Tabela de incompatibilidade físico-química dos tratamentos avaliados no experimento de replicata de pós-emergentes.

Tabela 12: Avaliação dos parâmetros homogeneidade da calda, sedimentação, formação de espuma e separação de fase e óleo nos tempos de 0, 2, 6 e 24 horas de repouso (rep) e na redispersão (red) pelo ensaio estático e avaliação após 2 horas de agitação (agit) e repouso de 10 minutos (rep) pelo ensaio dinâmico. Seropédica-RJ, 2020.

Parâmetros	Trat.	0 h		2 h		6 h		24 h		Dinâmico	
		rep	red	rep	red	rep	red	rep	red	0h	2h
	Glifosato	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2,4D	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gli+2,4D	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gli+2,4D+Safl	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
	Gli+2,4D+Carf.	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Homogeneidade	Triclopir	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Tri	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-
	Gli+Tri+Saflu.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Gli+Tri+Carf.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dicamba	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gli+Dicamba	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gli+Dic+Saflu	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
	Gli+Dic+Carfen	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-
	Paxeo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Gli+Paxeo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Sedimentação	Gli+Pax+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Gli+Pax+Carf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Gli+Pax+Flu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Flumioxazina	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
	Gli+Flu	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-
	Gli+Flu+Saflu	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
	Gli+Flu+Carf	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-
	Gli+Clorimuron	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+
	Gli+Cloransulm	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
	Gli+Saflufenacil	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
	Gli+Carfen.	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Glifosato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Gli+2,4D+Saflu	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+2,4D+Carf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Triclopir	-	+	-	+	-	+	-	+	+	
	Gli+Tri	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+Tri+Saflu.	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+Tri+Carf.	-	+	-	+	-	+	+	+	+	
	Dicamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dicamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dic+Saflu	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	Gli+Dic+Carfen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Paxeo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Gli+Paxeo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Gli+Pax+Saflu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Gli+Pax+Carf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Gli+Pax+Flu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Flumioxazina	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+Flu.	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+Flu+Saflu	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+Flu+Carf	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Clorimuron	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+Cloran.	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
	Gli+Saflufenacil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Carfen.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Glifosato	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	2,4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D+Saflu	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+2,4D+Carf.	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
Formação de espuma	Triclopir	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Tri	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Tri+Saflu.	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Tri+Carf.	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
	Dicamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dicamba	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Dic+Saflu	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Dic+Carfen	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Paxeo	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Paxeo	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Pax+Saflu	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Pax+Carf.	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Pax+Flu	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
	Flumioxazina	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Flu	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Flu+Saflu	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	Gli+Flu+Carf	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-

	Gli+Clorimuron	+	+	+	+	+	-	+	-	-
	Gli+Cloran	+	-	+	-	+	-	+	-	-
	Gli+Saflufenacil	+	+	+	-	+	-	+	-	-
	Gli+Carfen	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Glifosato	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D+Carf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Triclopir	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Tri	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Tri+Saflu.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Tri+Carf.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Dicamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dicamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dic+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dic+Carfen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Paxeo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Paxeo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Pax+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Pax+Carf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Pax+Flu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Flumioxazina	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Gli+Flu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Flu+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Flu+Carf	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Clorimuron	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Cloran.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Saflufenacil	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Carfen.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Separação de fase	Glifosato	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+2,4D+Carf.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Triclopir	-	-	+	+	+	+	+	-	+
	Gli+Tri	-	-	-	+	+	+	+	-	+
	Gli+Tri+Saflu.	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	Gli+Tri+Carf.	-	-	+	+	+	-	+	-	+
	Dicamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dicamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dic+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Dic+Carfen	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	Paxeo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gli+Paxeo	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gli+Pax+Saflu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gli+Pax+Carf.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Gli+Pax+Flu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flumioxazina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gli+Flu.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Gli+Flu+Saflu	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Gli+Flu+Carf	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Gli+Clorimuron	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
Gli+Cloran.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gli+Saflufenacil	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
Gli+Carfen.	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+