



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**Manejo antecipado de *Conyza spp.* através de atrazina +
mesotrione: Dessecação pré-semeadura, controle de novos fluxos
germinativos e *Carryover* em soja**

Pedro Antonio Vougado Salmazo



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**Manejo antecipado de *Conyza* spp. através de atrazina +
mesotrione: Dessecação pré-semeadura, controle de novos fluxos
germinativos e *Carryover* em soja**

Pedro Antonio Vougado Salmazo

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vinícius da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

DOURADOS- MS

2024



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S171m Salmazo, Pedro Antonio Vougado

Manejo antecipado de *Conyza* spp. através de atrazina + mesotrione: Dessecação pré-semeadura, controle de novos fluxos germinativos e Carryover em soja [recurso eletrônico] / Pedro Antonio Vougado Salmazo. -- 2024.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Paulo Vinicius da Silva.

TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Manejo Outonal. 2. Buva. 3. Pré-emergentes. 4. Sorção. I. Silva, Paulo Vinicius Da. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



**Manejo antecipado de *Conyza* spp. através de atrazina +
mesotrione: Dessecação pré-semeadura, controle de novos fluxos
germinativos e *Carryover* em soja**

Por

Pedro Antonio Vougado Salmazo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em: 15 de julho de 2024.

Documento assinado digitalmente
 PAULO VINICIUS DA SILVA
Data: 16/07/2024 11:21:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva
Orientador – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 ELAINE FACCO CELIN
Data: 17/07/2024 09:10:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Elaine Facco Celin
Membro da banca – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 ELIAS SILVA DE MEDEIROS
Data: 16/07/2024 11:45:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Elias da Silva Medeiros
Membro da banca – UFGD/FACET



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais pelo apoio incondicional, durante toda a minha trajetória.

Ao Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva , pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de professor.

A todos os professores e funcionários da FCA e FAECA por tornarem possível a execução do trabalho.

Ao GEPLAD – Grupo de Estudos de Plantas daninhas, por proporcionar toda a base de conhecimento na área, além de toda a turma que faz parte, que me ajudou diversas vezes durante todo o processo.

A FACET, mais especificamente ao professor Elias por ter colaborado com toda a estatísticas presente no trabalho.

A UFSCar, campus de Araras por ter fornecido o laboratório para análise de microscopia eletrônica.

A UEMS, mais especificamente a professora Claudia que rodou as amostras de HPLC em seu laboratório de química.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS	5
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA	5
3.2 CONYZA SPP. BIOLOGIA E IMPORTÂNCIA	7
3.3 ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE CONYZA SPP. NA DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA DE SOJA	10
3.4 ANÁLISE FOLIAR COMO ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA	11
3.5 IMPORTÂNCIA DOS PRÉ-EMERGENTES NA DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA DA SOJA E CARRYOVER	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Instalação e realização do Experimento	15
4.2 Monitoramento do teor de água do solo	18
4.3 Avaliação de microscopia eletrônica de varredura	20
4.4 Avaliação dos fluxos de controle	20
4.5 Coleta dos solos para análise de residual de herbicidas	21
4.6 Preparo das amostras para análise em cromatografia líquida de alta eficiência	21
4.7 Semeadura e colheita da cultura da soja	22
4.8 Carryover na soja	23
4.9 Avaliações por meio de programas estatísticos	23
5. RESULTADOS	25
6. DISCUSSÃO	38
7. CONCLUSÃO	42
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43



Salmazo, P. A. V. **Manejo antecipado de *Conyza* spp. através de atrazine + mesotrione: Dessecação pré-semeadura, controle de novos fluxos germinativos e Carryover em soja**, 2024. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Faculdade de ciências agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024.

RESUMO

A dessecação pré-semeadura de *Conyza* spp. é influenciada pelas condições climáticas, interferindo em sua estrutura foliar, residual de herbicidas pré-emergentes e na fitotoxicidade de soja. Logo, este trabalho objetivou avaliar a eficácia de controle de *Conyza* spp. através de (atrazina + mesotrione) + triclopyr em diferentes intervalos de tempo entre a aplicação e a semeadura de soja, os efeitos fitotóxicos nessa cultura e residual de atrazine. Para tal, foi realizado um experimento em campo, tendo-se as seguintes coordenadas geográficas: 22° 13' 52,4495" de latitude sul e 54° 59' 10,5372" de longitude oeste com infestação de *Conyza* spp., em delineamento experimental de blocos casualizados. A aplicação de (atrazina + mesotrione) + tryclopyr (500+50+1020 g.i.a ha⁻¹) foi realizada aos 60, 45, 30, 15 e 0 dias antes da semeadura da soja (DAS) e sequencial de amônio glufosinato (500 g.i.a ha⁻¹) após 15 dias. As condições climáticas e potencial matricial do solo foram monitorados. Foram realizadas avaliações visuais de *Conyza* spp., fluxo germinativo e microscopia eletrônica de varredura (MEV). O residual de atrazine foi avaliado por cromatógrafo líquido de alta performance (HPLC), aos 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação inicial (DAI) e no momento de semeadura da soja e fitointoxicação da soja. As análises estatísticas foram do tipo GAMLSS. O controle de *Conyza* spp., apresentou variação em função dos períodos de aplicação e altura, quanto menor foi o potencial mátrico do solo no momento e aplicação maior foi o tempo para o estabelecimento de porcentagens superiores a 80%. No MEV, a maior intensidade de danos às estruturas foliares foi observada na aplicação de 15 DAS. A concentração de atrazine no solo foi reduzindo gradativamente ao longo do tempo, para o período de 60 DAS se obteve 389 e 19,58 g.i.a ha⁻¹ de atrazine, aos 0 e 42 DAI, respectivamente. Se obteve 415,75; 372; 322,33; 284,58 e 121,25 g.i.a ha⁻¹ de atrazine, no momento da semeadura de soja. Conclui-se que as condições climáticas influenciam no residual dos herbicidas e na sua eficácia de controle.

Palavras chaves: Manejo Outonal; Sorção; Pré-emergentes; Buva.



ABSTRACT

Pre-sowing desiccation of *Conyza* spp. is influenced by climatic conditions, affecting its foliar structure, residual effects of pre-emergent herbicides, and soybean phytotoxicity. Therefore, this study aimed to evaluate the efficacy of *Conyza* spp. control using (atrazine + mesotrione) + triclopyr at different intervals between application and soybean sowing, the phytotoxic effects on this crop, and the residual atrazine. To this end, a field experiment was conducted with the following geographic coordinates: 22° 13' 52,4495" south latitude and 54° 59' 10,5372" west longitude with *Conyza* spp. infestation, in a randomized block design. The application of (atrazine + mesotrione) + triclopyr (500+50+1020 g a.i. ha⁻¹) was performed at 60, 45, 30, 15, and 0 days before soybean sowing (DBS) and sequential glufosinate ammonium (500 g a.i. ha⁻¹) after 15 days. Climatic conditions and soil matric potential were monitored. Visual assessments of *Conyza* spp., germination flow, and scanning electron microscopy (SEM) were performed. Atrazine residual was evaluated by high-performance liquid chromatography (HPLC) at 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 35, and 42 days after initial application (DAI) and at the time of soybean sowing and phytotoxicity. Statistical analyses were of the GAMLSS type. *Conyza* spp. control varied depending on application periods and height; the lower the soil matric potential at the time of application, the longer it took to establish percentages above 80%. In SEM, the greatest intensity of damage to foliar structures was observed in the application at 15 DBS. The concentration of atrazine in the soil gradually decreased over time; for the 60 DBS period, 389 and 19.58 g a.i. ha⁻¹ of atrazine were obtained at 0 and 42 DAI, respectively. At the time of soybean sowing, 415.75; 372; 322.33; 284.58; and 121.25 g a.i. ha⁻¹ of atrazine were obtained. It is concluded that climatic conditions influence the residual effects of herbicides and their control efficacy.

Keywords: Management in the fall; Sorption; Pre-emergent; Horseweed.



1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja apresenta importância econômica no Brasil com produção de área cultivada de 45,7 milhões de hectares na safra de 2023/2024, 3,8% superior ao semeado na safra passada. (CONAB 2024). Entretanto esta produtividade pode ser afetada por vários fatores, dentre eles a emergência de plantas daninhas na pré-semeadura da cultura e/ou em sua pós- emergência (BIFFE et al., 2018). Isso ocorre, pois as plantas daninhas apresentam alta agressividade e adaptação ao ambiente agrícola, com estruturas especializadas de reprodução, conferindo a essas espécies alta capacidade e diversidade reprodutiva (SILVA et al., 2022). Estas características biológicas resultam em um rápido desenvolvimento inicial, acarretando mato-competição com a cultura da soja em relação a espaço, nutrientes e água (BARBOSA et al., 2021).

Dentre as espécies de plantas daninhas, *Conyza* spp. se destaca na infestação de soja, com ciclo anual, porte herbáceo, com caule pouco ramificado e muito folhoso, folhas não dentadas e prolífera. Dependendo da espécie, as plantas de *Conyza* spp. podem chegar a produzir um valor superior a 120 mil sementes, com baixa ou nenhuma dormência (HAO et al., 2009; KASPARY et al., 2017). No sul do Mato Grosso do Sul entre os meses de junho a agosto são observadas temperaturas favoráveis para o desenvolvimento da *Conyza* spp. com médias de no máximo 20°C, se somado com a ausência de culturas no campo devido a baixas temperaturas e alertas de geadas (DA SILVA et al., 2023a), estes fatores contribuem para a ocorrência de diferentes fluxos de *Conyza* spp. ocasionando altas infestações com heterogeneidade de estágios fenológicos próximos a semeadura da soja (ALBRECHT et al., 2019; ALBRECHT et al., 2020).

Assim, o residual de herbicidas pré-emergentes, posicionados no manejo antecipado possibilita o controle de fluxos germinativos de *Conyza* spp. , minimizando a ocorrência de novas infestações e permitindo a emergência da cultura da soja sem que haja mato-competição (RIZZARDI et al., 2016). No entanto, é importante posicionar esses herbicidas de maneira adequada, pois seu residual pode prejudicar o desenvolvimento de culturas sensíveis semeadas e/ou plantadas sequencialmente, causando o efeito de carryover, o qual é responsável por danos fitotóxicos oriundos da presença de herbicidas no solo, sendo esse comportamento uma



associação de características físico-químicas dos herbicidas e aspectos edafoclimáticos . (MENDES et al., 2022).

Nesse cenário é comum observar o posicionamento de produtos auxínicos, de três formas: (1) Registrados para pastagem, com comprovada eficácia para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas, a exemplo do fluroxypyr e tryclopypyr ; (2) Obsoletos que retornaram ao mercado a exemplo das novas formulações do dicamba e (3) novos produtos auxínicos a exemplo do halauxifen + diclosulam (Salmazo et al., 2024). Além do posicionamento de herbicidas registrados para a cultura do milho, a exemplo da atrazina + mesotrione (MATTE et al., 2018).

Esses produtos não apresentam seletividade para soja, por esse motivo são posicionados antes da semeadura da cultura, e demandam diferentes intervalos entre a sua aplicação e a semeadura evitando assim efeitos fitotóxicos adversos. Esse fenômeno recebe o nome de *plant back*, ou seja, o intervalo seguro entre a aplicação do herbicida e a semeadura da soja, para que não sejam observados efeitos fitotóxicos adversos (Salmazo et al., 2024). Em relação atrazina + mesotrione no posicionamento na dessecação pré-semeadura da soja, apresenta recomendação de intervalo de 30 dias entre a aplicação e a semeadura da soja (Agrofit, 2024). Isso acontece, pois embora atrazina + mesotrione seja posicionado na pós- emergência de *Conyza spp.*, ele apresenta residual no solo, o que pode ser benéfico ao sistema produtivo, quando pensamos no manejo antecipado, ou seja, no início dos fluxos germinativos de *Conyza spp.*, esse período pode ser de até 90 dias antes da semeadura da soja. No entanto, quando esses intervalos não são respeitados e/ou ocorrem de forma muito próxima a semeadura da soja e possível observar efeitos fitotóxicos severos na soja (AGROFIT 2024).

Nesse contexto as características físico-químicas dos herbicidas pré-emergentes, influenciam sua dinâmica no ambiente, como exemplo podemos destacar: (a) constante de equilíbrio de ionização do ácido (pKa); (b) coeficiente de partição octanol-água (Kow); (c) solubilidade em água (Sw) e (d) coeficiente de adsorção (Kd) e sua normatização ao teor de carbono orgânico no solo (koc) (BARROSO et al., 2021). Essas características devem ser associadas aos atributos do solo, como granulometria, pH, efeito tampão, mineralogia, teor de matéria orgânica e atividade microbiana, além das condições climáticas determinando a persistência do herbicida no solo (DA SILVA et al., 2023b). Esses conjuntos de fatores determinam a seletividade dos herbicidas na cultura da soja e o período residual do herbicida.



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Infelizmente, essas informações nem sempre estão claras e/ou associadas de forma correta, resultando em erros de posicionamento e perdas significativas de produtividade nos sistemas de cultivo, especialmente em culturas cultivadas em sucessão e/ou rotação (CONCENÇO et al., 2018).

Logo, a realização de estudos relativos ao manejo antecipado de *Conyza* spp., que correlacionem a eficácia de controle e o comportamento e residual de herbicidas pré-emergentes em sistemas de cultivo de soja se fazem necessários, visando minimizar possíveis danos econômicos e efeitos fitotóxicos na cultura da soja. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho será avaliar a eficácia de controle em pós-emergência e pré-emergência de *Conyza* spp., em diferentes intervalos de tempo entre a aplicação de (atrazina + mesotrione) + triclopyr, e a semeadura de soja, além do residual desse manejo no carryover dessa cultura.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho será avaliar a eficácia de controle em pós-emergência e pré-emergência de *Conyza* spp., em diferentes intervalos de tempo entre a aplicação de (atrazina + mesotrione) + triclopyr, e a semeadura de soja, além do residual desse manejo no carryover dessa cultura, através dos seguintes objetivos específicos:

- (a) Avaliar a eficácia de controle em pós-emergência e danos foliares em *Conyza* spp. na aplicação de (atrazina + mesotrione) + triclopyr em diferentes períodos de aplicação com e potenciais mátricos.
- (b) Avaliar a eficácia de atrazina no controle de fluxos de emergência de *Conyza* spp., em diferentes períodos e condições climáticas.
- (c) Avaliar a seletividade de soja no posicionamento de (atrazina + mesotrione) + triclopyr, em diferentes intervalos entre a aplicação e a semeadura da cultura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância da cultura da soja

A espécie *Glycine max* L., pertence à família Fabaceae apresenta estrutura morfológica caracterizada por sistema radicular pivotante, caule herbáceo hispido, folhas



trifolioladas e flores que se fecundam autogamicamente. O fruto dessa planta é um legume comumente conhecido como vagem (NEPOMUCENO et al, 2021). Segundo Tejo et al. (2019), o ciclo de cultivo dessa cultura pode ser dividido em duas principais fases, sendo a primeira vegetativa, que abrange desde a germinação e emergência até o início do florescimento, e a segunda reprodutiva, que se inicia com o florescimento e se estende até a maturação fisiológica dos grãos.

A cultura da soja atualmente apresenta grande impacto na economia nacional, com uma área de produção de 147,68 milhões de ha na safra de 2023/2024, representando acréscimo de 3,8% em relação à safra anterior, no entanto, as produtividades foram menores do que as da safra anterior em quase todo o país, devido às condições climáticas adversas durante o plantio e desenvolvimento da cultura, com períodos de falta e excesso de precipitações em momentos cruciais para o crescimento da cultura (CONAB 2024). Esse desempenho contribuiu para permanência do Brasil no ranking dos maiores produtores de soja do mundo há mais de 15 anos. O Brasil se destaca na exportação desse commodity, pois apenas 52.323,2 mil toneladas da produção total foram destinadas ao consumo interno, enquanto 92,5 milhões toneladas foram para exportação. (CONAB 2024).

O centro oeste do Brasil apresenta destaque na produção de soja no país. Dentre os estados desta região Mato Grosso do Sul, alcançou uma área de 4.213.612,22 hectares colhidas de soja com uma produtividade média de 48,84 sacos por ha, chegando a uma produção final de 12.347.569,25 toneladas na safra de 2023/2024 (FAMASUL 2024). Esses resultados foram viabilizados pela presença de chuvas em períodos decisivos do desenvolvimento fenológico da cultura principalmente nas cidades de Alcínópolis, São Gabriel do Oeste e Chapadão do sul as quais tiveram os maiores índices produtivos (FAMASUL 2024).

Para alcançar uma produção satisfatória na cultura da soja, é crucial atender a certas exigências, sendo que algumas delas estão ligadas às condições climáticas, as quais geralmente escapam ao controle direto do produtor. Isso inclui fatores como temperatura, fotoperíodo e disponibilidade de água. Por exemplo, a temperatura desempenha um papel fundamental, com a faixa ideal para o crescimento da soja situando-se entre 20°C e 30°C. Em temperaturas inferiores a 10°C, ocorre uma redução do crescimento vegetativo, ou mesmo a ausência dele, enquanto em temperaturas superiores a 40°C, a fase de floração é afetada e a capacidade de retenção de vagens é reduzida (EMBRAPA, 2020).



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Uma região destaque na produção de soja e o centro-oeste brasileiro, e consequentemente o estado do Mato Grosso Sul, onde em partes está localizado o bioma do cerrado, o qual apresenta solos altamente intemperizados, com maior acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, sendo fatores esses limitantes ao desenvolvimento de plantas (BARRETO, 2021). A evolução tecnológica em sistemas agrícolas minimizou estes problemas garantindo a produção de soja no cerrado. Dentre as práticas adotadas podemos citar a redução de Al^{+3} , através do aumento do pH do solo favorecendo a disponibilidade de nutrientes (TEXEIRA, 2022)

Por fim, realizar a semeadura de soja na janela adequada da região, isto é, no período em que se tem as melhores condições exigências climáticas disponíveis para o desenvolvimento da planta é de suma importância. No Mato grosso do Sul, a semeadura da soja ocorre a partir da segunda quinzena de setembro até final de dezembro, ou seja, posterior a colheita do milho (MAPA, 2023). Nesse período se observa temperaturas basais superiores e inferiores, adequadas a soja, no caso $35^{\circ} C$ e $13^{\circ} C$, respectivamente (CARAMORI et al., 2015). Já a exigência hídrica da soja, deve ser superior a 450 mm durante todo o ciclo distribuídas de forma homogênea. O déficit hídrico, caso ocorra, apresenta maiores danos no estágio vegetativo, resultando em redução de área foliar, plantas pequenas, entrenós curtos, murchamento de tecidos vegetais, fechamento dos folíolos, , enrolamento de folhas, fechamento dos estômatos e queda prematura de folhas. Os danos também podem ser observados no estágio reprodutivo com abortamento de flores e vagens além de enchimento de grãos deficitário (DONG et al., 2019).

3.2 *Conyza* spp. biologia e importância

O gênero *Conyza* spp., popularmente conhecido como buva, faz parte da família Asteraceae e compreende aproximadamente 50 espécies. Dentre essas, as mais frequentes são *C. bonariensis*, *C. Sumatrensis* e *C. Canadenses*, sendo que as duas primeiras espécies estão distribuídas em todo o Brasil, em campos cultivados e não cultivados (áreas não agrícolas), pastagens e culturas forrageiras. As espécies do gênero *Conyza* são caracterizadas por possuírem caules simples ou ramificados desde a base, folhas alternadas ou sésseis, com



margem variáveis, contendo capítulos geralmente pedunculados e dispostos isoladamente ou em inflorescências secundárias (ULZURRUN et al., 2020).

As plantas de *Conyza* spp. englobam espécies notavelmente polimórficas, ou seja, apresentam alta porcentagem de frequência alélica em sua população garantindo assim uma grande variação entre indivíduos, que por consequência torna a identificação delas um desafio (SINGH, 2018). A disseminação da *Conyza* spp., por múltiplos continentes evidencia sua notável adaptabilidade, uma característica diretamente ligada à riqueza genética dessas espécies. Além disso, essas plantas produzem sementes leves o que facilita sua propagação através do vento, tornando seu controle ainda mais difícil na área (CABI, 2018).

No ciclo da *Conyza* spp., se observa emergência e desenvolvimento inicial durante o outono/inverno com florescimento e encerramento fisiológico no verão, portanto é uma planta que necessita de baixas temperaturas para sua emergência, mas de altas para seu desenvolvimento vegetativo. Essa característica em áreas cultivadas com o sistema de sucessão soja/milho, resulta em fluxo de emergência de *Conyza* spp. a partir da colheita do milho safrinha até a semeadura da soja. Logo, o melhor momento para o controle é entre as sucessões das culturas (soja e milho) controlando fluxos de emergência, reduzindo a densidade de plantas e o estabelecimento de *Conyza* spp. na cultura da soja (ALBRECHT et al., 2019).

A germinação dessa planta daninha no Mato Grosso do Sul ocorre durante os meses com baixas temperaturas (menores que 20°C). Essas características climáticas, favorecem a emergência e estabelecimento de *Conyza* spp., em áreas agrícolas na pré-semeadura de soja, sendo que na safra 2021/2022, diversas regiões do sul do Mato Grosso do Sul, apresentaram alta presença dessa planta daninha com destaque para os municípios de Dourados e Maracaju (FAMASUL, 2022). Na safra 2022/2023 em Mato Grosso do Sul, o mês de outubro, responsável pela maior proporção de semeadura de soja no estado, apresentou alta precipitação acumulada, temperaturas mais amenas, e maior quantidade de períodos nublados. Essas características ambientais favoreceram o rebrote de *Conyza* spp. dentro da cultura da soja e consequentemente dificultaram o seu controle (CONAB, 2022).

Em cenário nacional, as espécies de *Conyza*, afetam cerca de 40,8% a 49% das áreas destinadas ao cultivo de soja. Isso equivale a uma extensão aproximada de 16.207.463 hectares. Nas regiões Sul e Sudeste do país, aproximadamente 81% das aplicações de herbicidas foram direcionadas para o controle de plantas *Conyza* spp.. Essa maior proporção de infestação e



necessidade de controle, está associada às condições climáticas e aos padrões de cultivo predominantes nessas regiões, favorecendo o desenvolvimento dessa espécie (LUCIO et al., 2019).

Visando se obter um controle de *Conyza* spp., com porcentagens superiores a 80%, um manejo se estabeleceu como recorrente, através de uma primeira aplicação da associação de 2,4 D + glifosato, com sequencial após 10-15 dias de algum produto de contato, a exemplo do paraquat, o qual após o seu banimento foi substituído pelo diquat (ANVISA, 2020). No entanto, no Brasil no ano de 2017, foi reportada resistência múltipla de biotipos de *Conyza sumatrensis*, a cinco diferentes mecanismos de ação: Auxinas sintéticas (2,4 D), EPSPs (A 5-enolpiruvilxiquimato-3-fosfato), Protox (protoporfirinogen oxidase), FSI (fotossistema I) e ALS (acetolactato sintase) (HEAP, 2023). Sendo que para auxinas sintéticas o mecanismo de resistência identificado foi a rápida necrose (SOUZA et al 2023). Esses biotipos resistentes ao 2,4 D se disseminaram por diferentes regiões do Brasil, de forma muito rápida, limitando o uso desse herbicida de forma eficiente no controle de *Conyza* spp. gerando perdas e custos, na busca por estratégias alternativas de controle (VIEIRA et al., 2018).

Albrecht e Albrecht (2021), realizando o mapeamento da resistência da *Conyza* spp. à herbicidas durante as safras 2017/18, 2018/19 e 2019/20, com coletas realizadas no Oeste do estado do Paraná e Sul do estado do Mato Grosso do Sul, identificaram 23 biótipos de *Conyza* spp. (4,9%) com resistência a glifosato, clorimurum, paraquate e 2,4-D; 73 biótipos (15,8%) com resistência a glifosato, clorimurum e paraquate e outros 59 (12,8%) com resistência a glifosato, clorimurum e 2,4-D. Por fim, 235 de biótipos (51%) apresentaram resistência ao glifosato e clorimurum e 196 (42,5%) apresentaram resistência somente a glifosato destacando a problemática da disseminação e evolução de diferentes combinações de resistência múltipla da *Conyza* spp. à herbicidas.

Bacin et al. (2019), reportam que a infestação de biotipos resistentes de *Conyza* spp. ao herbicida 2,4 D elevaram os custos de produção da cultura de soja, devido a necessidade de substituição na dessecação pré-semeadura por outros herbicidas auxínicos e inibidores da protox. Os autores ainda destacam, que a situação pode ser ainda mais crítica, quando coexistem a infestação de *Conyza* spp. e *D.insularis* nas áreas de produção com resistência múltipla, pois o custo pode ser elevado em até 165% do estimado para herbicidas na cultura da soja.



3.3 Estratégias de manejo de *Conyza* spp. na dessecação pré-semeadura de soja

A infestação de *Conyza* spp. interfere diretamente no desenvolvimento vegetativo da soja e consequentemente afeta a qualidade de seus grãos (deformações e perda de vigor). Albrecht et al. (2019), em áreas de soja infestadas com 0,16 a 0,62 plantas m^{-2} de *Conyza* spp., observou uma redução de produtividade equivalente a 12,54 e 13,72%, respectivamente.

Por essa agressividade e iminência de perda de produtividade se faz necessário o manejo de forma antecipada da *Conyza* spp., sendo os maiores esforços na dessecação pré-semeadura, sendo direcionadas de duas formas, a primeira em aplicação única de produtos isolados e/ou em associação para plantas com altura inferior a 10 cm de altura (GAZOLA et al., 2022) ou em plantas com altura superior a 10 cm, através de aplicações sequenciais, onde no primeiro posicionamento de herbicidas frequentemente se aplica um produto sistêmico e na segunda aplicação, após um intervalo que pode variar de 7–15 dias e efetuada uma aplicação de herbicida de contato/dessecante (SCHNEIDER et al., 2022; ALBRECHT et al., 2020; FERRAZ et al., 2020).

Essa dessecação pode ser realizada no popular “manejo outonal”, termo este que começou a ser utilizado em meados da década de 80 na região sul do país como uma derivação do manejo entressafra para denominar a aplicação de herbicidas em áreas de pousio após a safra de verão (JAMIL et al 2013). Normalmente esse controle ocorria durante a estação do outono nesta região, o que denominou essa modalidade como “outonal” (BOTTCHEER et al., 2022). Entretanto no estado do Mato Grosso do Sul a época de realizar a aplicação de herbicidas nas entressafras de maneira anterior a semeadura da soja ocorre na estação do inverno, fazendo-se então necessário a correção da nomenclatura de “manejo outonal” para “manejo antecipado” (GRIOLI, 2019; OLIVEIRA NETO et al., 2010).

O posicionamento frequente e recorrente da associação de 2,4 D + glifosato, resultou na pressão de seleção de múltiplos biotipos resistentes de *Conyza* spp., tornando ineficiente esse manejo (SOUZA et al. 2023). Essa resistência limitou as opções (já escassas) de herbicidas pós-emergentes na dessecação de *Conyza* spp. em pré-semeadura da cultura da soja, culminando na busca por novas estratégias de posicionamento (Albrecht et al., 2020). Em um primeiro momento, houve a aplicação de produtos auxínicos, de três formas: (1) Produtos registrados para pastagem, com comprovada eficácia para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas,



a exemplo do fluroxypyr e tryclopyr (DE QUEIROZ et al., 2020); (2) Produtos obsoletos que retornaram para o mercado a exemplo das novas formulações do dicamba (CANTU et al., 2021) e (3) Novos produtos como halauxifeno + diclosulan (KRENCHINSKI et al., 2019).

Além dos produtos auxínicos, também se observou o posicionamento de herbicidas registrados para a cultura do milho, a exemplo da atrazina + mesotrione, e mais recentemente o tembotrione + atrazina (GIRALDELI et al., 2019). Também tem se testado a mudança de posicionamento de produtos na cultura da soja, alterando aplicações de clorimuron e clorasulan recorrentemente efetuadas na pós-emergência da soja para dessecação pré-semeadura. E se analisado as diferentes associações de 2,4 D e/ou outros produtos no controle de *Conyza* spp. a exemplo de glufosinato de amônio, carfentrazone e saflufenacil. Este esforço por novos posicionamentos de produtos tem como objetivo prolongar os seus efeitos de controle, dificultando o aparecimento de novos biotipos resistente de *Conyza* spp. (PEREZ et al., 2022; CESCO et al., 2019).

3.4 Análise foliar como estratégia de avaliação da eficácia de dessecação pré-semeadura

Muitas vezes o controle de *Conyza* spp., após a colheita do milho, ocorre de forma muito próxima a semeadura da soja, fato que pode resultar em rebrota vegetativa da planta daninha na pós-emergência dessa cultura (DA SILVA et al., 2023a). Esse comportamento pode resultar em inúmeros efeitos negativos ao sistema produtivo, pois são escassas as opções de herbicidas posicionados na pós-emergência da soja que sejam efetivos no controle de *Conyza* spp.. Essas opções se tornam ainda mais limitadas, quando a aplicação ocorre em avançados estágios fenológicos dessa espécie, a exemplo de plantas com altura superior a 10 cm (DA SILVA et al., 2023b).

Por conseguinte, a análise da superfície foliar das plantas de *Conyza* spp. na presença e ausência de herbicidas pode elucidar os resultados inerentes ao controle dessas plantas daninhas (PEDROSO et al., 2021). Isso ocorre, pois, a morfologia foliar afeta diretamente a quantidade de herbicida interceptado e retido pela folhagem das plantas daninhas, afetando a absorção (CANTU et al., 2021). O estágio de desenvolvimento vegetativo de *Conyza* spp. também afeta a eficácia do controle químico dessa planta daninha, devido a mudanças na partição de fotoassimilados, alterando a translocação dos herbicidas (BACIN et al., 2023).



Dessa forma, a caracterização foliar pode indicar a maior ou menor suscetibilidade de uma espécie a um determinado herbicida, pois as folhas são o principal órgão envolvidos nesse processo (ALVES et al., 2014). As características anatômicas das folhas, como a presença e quantidade de tricomas e estômatos, espessura e composição da camada de cutícula e a presença e natureza das ceras, determinam a facilidade com que os herbicidas serão absorvidos (INACIO; ALVES et al., 2014; BACIN et al., 2023). Assim, o conhecimento dessas características foliares são fundamentais para o sucesso de aplicações de herbicidas no controle de *Conyza* spp.. Alves et al. (2014), observaram alta densidade tricomática, e grande espessura da cutícula na fase adaxial associado a baixa densidade estomática, representando as principais barreiras à penetração dos herbicidas.

Entretanto é importante correlacionar os efeitos morfológicos da aplicação de herbicidas pós-emergentes com os danos observados na superfície foliar das plantas de *Conyza* spp., não apenas em observações visuais subjetivas, mais sim quantitativas, a exemplo da metodologia proposta por Da Silva et al.(2024), na qual os autores quantificaram a intensidade dos danos ocasionados as estruturas morfológicas da anatomia foliar, a exemplo de tricomas, com a aplicação de diferentes herbicidas frequentemente posicionados na dessecação pré-semeadura de soja.

3.5 Importância dos pré-emergentes na dessecação pré semeadura da soja e carryover

No manejo antecipado de *Conyza* spp., é necessário realizar o seu controle em pós-emergência, mas também associar herbicidas pré-emergentes, viabilizando o controle de fluxos germinativos, redução da densidade de infestação e obtendo plantas em menor estágio fenológico próxima a semeadura da soja (GONÇALVES et al., 2018).

Desta forma herbicidas pré-emergentes são produtos capazes de promover o controle de plantas daninhas antes da sua emergência, através do seu residual, resultando em permanência ativa no solo por algum período de tempo após sua aplicação, controlando fluxos de emergência (OSTERHOLT et al., 2019). No entanto, alguns aspectos influenciam na dinâmica desses produtos no ambiente, a exemplo: doses utilizadas; características físico-químicas e condições ambientais. A associação desses atributos afetam a absorção, translocação ou metabolismo dos herbicidas, determinando o seu comportamento no solo, eficiência de



controle de plantas daninhas e potencial de fitointoxicação em culturas agrícolas (AVILA et al., 2021).

A persistência de pré-emergentes, e definida como a capacidade de permanência e de preservação da integridade da molécula no ambiente, o qual é direcionado pelas características físico-químicas dos herbicidas (MEHDIZADEH et al., 2021). Nesse contexto, o posicionamento de herbicidas no solo, pode resultar em carryover, caso haja atividade residual, entre a aplicação e a semeadura de uma nova cultura de forma subsequente. Esse comportamento é associado a presença de resíduos com atividade biológica em concentração suficiente para provocar injúrias em uma cultura sensível semeada em sucessão e/ou rotação (FRANCISCHINI et al., 2020).

Logo o planejamento de sistemas de cultivos, pensando em sucessão de culturas, deve ser criterioso direcionando o residual dos herbicidas apenas até o “fechamento” da cultura (GALON et al., 2022). A umidade do solo é chave para persistência de pré-emergentes, evitando o seu carryover, pois contribui para maior atividade microbiana e consequentemente degradação dos herbicidas e processos de hidrólise química. Dessa forma, a quantidade, frequência e a intensidade das chuvas são importantes e impactam diretamente na maior ou menor atividade residual no solo (RASOOL et al., 2022; CARVALHO et al., 2018).

Por conseguinte, a degradação de herbicidas pré-emergentes, possibilita a transformação e quebra das moléculas, esse processo pode ocorrer de forma biótica ou abiótica, tornando os compostos, na maioria dos casos, em substâncias menos tóxicas que as moléculas originais (KUMAR et al., 2021). Dentre as formas de degradação, a microbiológica se destaca como a principal para herbicidas, sendo realizada pelos microrganismos do solo, através de dois principais processos: i) o metabolismo, em que o agrotóxico serve como fonte de energia e ii) o co-metabolismo, onde os microrganismos se desenvolvem em função de outro substrato, produzindo enzimas que podem modificar a molécula dos agrotóxicos (SINGH, 2018). Outro fator importante na persistência são as características físico-químicas da molécula do herbicida, como a constante de equilíbrio de ionização do ácido-base (pKa), o coeficiente de participação octanol-água (Kow), a solubilidade em água (Sw) e a pressão de vapor (PV) (GONÇALVES et al., 2018).



Uma opção de manejo antecipado na cultura da soja é a atrazina + mesotrione, pois associa herbicidas com diferentes mecanismos de ação, fotossistema II e inibidor da biossíntese de carotenoides respectivamente (AGROFIT 2024). Sendo que, a absorção de atrazina pelas plantas daninhas se dá através das folhas, podendo também ser absorvida pelas raízes. Sua translocação é via xilema, sendo facilitada em dias de alta luminosidade após a aplicação (CARVALHO et al., 2023). A inibição da fotossíntese ocorre devido a molécula do herbicida bloquear o transporte de elétrons da plastoquinona QA para Qb, que se encontram nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos (OLIVEIRA Jr et al., 2021). Esses processos levam a formação de oxigênio tripleto e de radicais livres, que resultam em rompimento de membranas devido a oxidação de proteínas e lipídeos, levando a desidratação das células e consequentemente em clorose e necrose foliar (KAUER et al., 2019).

Já o herbicida mesotrione atua através da inibição da enzima HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase), capaz de converter p-hidroximetilpiruvato à homogentisato (CHAHAL et al., 2019). Com a inibição da HPPD, não ocorrerá a síntese de plastoquinona, cofator da enzima fitoeno dessaturase (PDS), responsável pela síntese de carotenoides, resultando em sintomas de branqueamento nas folhas que emergem após a aplicação (GOVERNA et al., 2022).

Já se sabe dos excelentes resultados da atrazina + mesotrione no controle de *Conyza* spp., na cultura do milho sendo uma opção tanto para pré quanto pós-emergência, uma vez que, não apresenta efeitos fitotóxicos quando aplicado nas condições de recomendação adequadas (apresenta seletividade). No entanto para soja, este cenário não é o mesmo, pois os herbicidas presentes nessa associação causam danos quando posicionados em pós-emergência ou em intervalos muito curtos entre a aplicação e a semeadura da cultura, devido ao seu residual. Entretanto, isto vem a ser contornado posicionando atrazina + mesotrione pelo menos 30 dias antes da semeadura da soja, sendo registrada na dessecação pré-semeadura nesta cultura, e tornando-se uma opção para o controle de *Conyza* spp., pois proporciona a rotação de princípios ativos, evitando-se assim a pressão de seleção de biotipos resistentes (MATTE et al., 2018).

Entretanto nas últimas safras se observou maior restrição hídrica na época de semeadura da soja no estado do Mato Grosso do Sul, resultando em atraso na semeadura da soja e do milho, estabelecendo intervalos mais curtos entre o posicionamento de herbicidas na dessecação e a semeadura da soja, necessitando de especial atenção em relação ao residual



dessas aplicações, evitando assim efeitos fitotóxicos adversos na cultura (Palharini et al., 2022; Monteiro et al., 2024). Salmazo et al. (2024) reportam que na safra 2022/2023 no estado do Mato Grosso do Sul, a janela de semeadura da soja iniciou em 15 de setembro de 2022, no entanto, devido a atrasos na colheita do milho, muitas áreas tiveram um intervalo mais curto entre o posicionamento do herbicida na dessecação e a semeadura da soja. Dessa forma, em situações onde se observa restrição hídrica após a aplicação de herbicidas na dessecação pré-semeadura de soja, pode ocorrer prolongamento do residual de herbicidas, resultando em efeitos fitotóxicos na cultura da soja.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Instalação e realização do Experimento

O experimento foi conduzido em três locais, sendo o primeiro em laboratório onde foi realizado o preparo das amostras e análise através da high-performance liquid chromatography (HPLC), localizado no laboratório de química analítica e experimental da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – UEMS no município de Dourados no Mato Grosso do Sul. O segundo local foi na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, localizado no município de Dourados no estado do Mato Grosso do Sul, tendo-se as seguintes coordenadas geográficas: 21° 57' de latitude sul e 46° 51' de longitude oeste. Por fim, houve a utilização do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos CCA/UFSCar, o qual realizaram a análise dos danos foliares.

O tipo de classificação climática de Köppen característico é Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos) e temperatura média anual de 22,7 °C (FIETZ et al., 2017). Também se realizou uma análise de solo na área experimental de forma prévia à instalação do experimento, suas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1. O experimento foi conduzido no ano de 2023/2024, entre os meses de agosto até março.



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Tabela 1. Análise do solo, características físicas e químicas do local do experimento.

Análise química e física do solo									
Ca	Mg	H+Al	SB	T	Al	K	P	V	pH
cmol/dm³								%	SMP
4,56	2,08	7,08	6,74	13,82	0,12	18	40,73	48,8	5,77
pH CaCl₂		pH H₂O		P		K		Al	H+Al
Leitura									
5,08		5,78		0,303		18		0,1	1,96

Fonte: Laboratório TECSOLO.

O experimento de campo foi realizado em área com infestação natural de *Conyza* spp. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas de parcelas 3 x 5 metros, totalizando uma área de 15m². As aplicações dos tratamentos foram realizadas em intervalos quinzenais antes da semeadura da soja, se iniciando aos 60, 45, 30, 15 e 0 dias antes da semeadura da cultura da soja – DAS. O experimento foi realizado em uma área homogênea, dessa forma a cada momento (60,45,30,15 e 0 DAS), foi realizada a classificação das plantas de *Conyza* spp.de acordo com a escala de BBCH (HESS et al., 1997) e altura.

O experimento contou dessa forma com 5 tratamentos, além de duas testemunhas sem aplicação de herbicidas, uma capinada e outra sem capina, totalizando assim cinco tratamentos além das duas testemunhas. Não foi adicionada uma testemunha a cada período, pois a área de infestação estava homogênea, dessa forma, em cada período as plantas apresentaram evolução em relação ao desenvolvimento vegetativo assim como a testemunha sem aplicação de herbicidas, ou seja, em cada novo intervalo de aplicação, apresentaram um novo estágio fenológico (uma vez que não houve aplicação anterior de herbicidas), por isso a necessidade de verificação de estagio fenológico da *Conyza* spp. em cada novo momento de aplicação. As condições ambientais da aplicação para umidade relativa, temperatura e velocidade do vento eram, 76%, 26°C e 2,9 Km-1 respectivamente.

De forma prévia a instalação do experimento, foi realizado um levantamento fitossociológico. Esse levantamento foi realizado através do uso de um quadrado vazado com área conhecida de 1m², o qual foi arremessado de forma aleatória dentro da área selecionada para o experimento, nesses lançamentos foram realizadas a identificação e quantificação de *Conyza* spp. Antes da primeira aplicação de herbicida foi realizada uma coleta do solo visando uma análise física e química. Além disso foram marcadas duas plantadas de *Conyza* spp., em



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

cada parcela antes da aplicação dos tratamentos, essas plantas foram selecionadas conforme sua altura sendo elas: 0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm; 15-20 cm; maior que 20 cm. As avaliações de controle eram realizadas através da visualização dessas.

Os tratamentos foram compostos pela aplicação de atrazina + mesotrione (500 + 50 g.i.a ha⁻¹) em associação com triclopyr (1020 g.i.a ha⁻¹), transcorridos o período de 10 dias após essa aplicação inicial foi realizada uma aplicação sequencial de amônio glufosinato (500 g.i.a ha⁻¹). Esse posicionamento foi realizado nos diferentes períodos de pré-semeadura da soja (Aos 60, 45, 30, 15 e 0 dias antes da semeadura), conforme descritos na tabela 2.

Para a aplicação dos tratamentos de herbicidas, foi utilizado um pulverizador pressurizado por CO₂, equipado com barra de seis pontas modelo TTI 110.02, espaçadas de 0,50 m, posicionados a 0,5 m de altura em relação à superfície das plantas com um volume de calda de 150 L ha⁻¹ e pressão de trabalho de 2 kgf/cm². No momento da aplicação dos tratamentos foram aferidas as condições de umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento através de um termo higrô-anemômetro digital. As aplicações foram realizadas de forma prévia a semeadura da soja aos 60, 45, 30, 15 e 0 dias antes da semeadura da soja.

Após a aplicação dos tratamentos foram realizadas avaliações de controle visual de pós-emergência de *Conyza* spp. aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos- DAT, essa avaliação foi pautada em escala visual da ALAM (1974), a qual utiliza uma escala percentual de 0 (zero) a 100%, onde 0 (zero) representa ausência de controle e 100% representam morte das plantas.

Tabela 2. Aplicação de atrazina + mesotrione associado com triclopyr em manejo antecipado na pré-semeadura da soja.

Tratamentos	Herbicidas	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	Dias antes semeadura (DAS)
T1	(Atrazina + mesotrione) + triclopyr	(500 + 50) + (1020)	60
T2	(Atrazina + mesotrione) + triclopyr	(500 + 50) + (1020)	45
T3	(Atrazina + mesotrione) + triclopyr	(500 + 50) + (1020)	30
T4	(Atrazina + mesotrione) + triclopyr	(500 + 50) + (1020)	15
T5	(Atrazina + mesotrione) + triclopyr	(500 + 50) + (1020)	0
T6	Testemunha sem capina	--	--
T7	Testemunha capinada	--	--



4.2 Monitoramento das condições climáticas da área experimental

Também realizou verificações diárias da pluviosidade nas áreas de execução do experimento. Para tal utilizou-se a base de dados da estação agrometeorológica da Embrapa, interligada ao guia clima, sediada na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da UFGD. Os dados coletados foram relativos à temperatura máxima e mínima, pluviosidade e umidade relativa do ar no período de condução. Após a coleta desses resultados foi realizado um gráfico com essas informações. Os valores semanais das chuvas acumuladas e das temperaturas médias da máxima e da mínima no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os dados foram coletados na estação pluviométrica da Embrapa-UFGD (<https://clima.cpao.embrapa.br/>). Observado na figura 1.

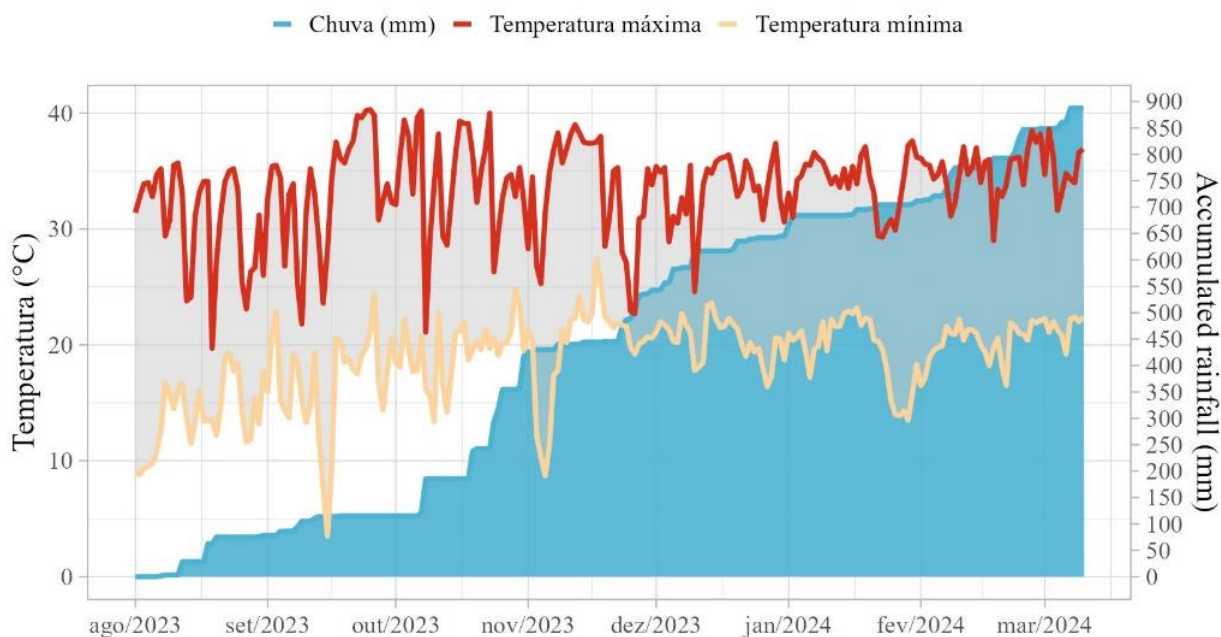


Figura 1. Série histórica diária das chuvas acumuladas e das temperaturas mínima e máxima no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, para o período de 01 de agosto de 2023 a 15 de março de 2024.

4.2 Monitoramento do teor de água do solo

Durante a condução do experimento foi realizado o monitoramento do potencial matricial do solo. O método utilizado foi o do tensiômetro munido de vacuômetro metálico desenvolvido por Gardner em 1922 (Camargo et al., 1982). O tensiômetro é um equipamento que consiste em uma capsula porosa de cerâmica, conectada a um manômetro de mercúrio,



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

através de um tubo plástico. A capsula porosa é permeável à água e aos solutos na solução do solo, sendo, entretanto, impermeável a gases e à matriz do solo, até determinado nível de tensão, desta maneira é empregado para medir a tensão com que a água está retida pelas partículas do solo (Conhecido por potencial matricial). Dispondo-se da relação entre o conteúdo de água no solo e a tensão em que ela se encontra pode-se estabelecer, indiretamente, o teor de água no solo a partir das leituras desse aparelho.

A instalação desse equipamento ocorreu no momento da primeira aplicação, ou seja, 60 dias antes da semeadura da soja, em local representativo em posição que ele não fosse danificado, e sua capsula porosa foi posicionada a 0,20 m de profundidade. Para a instalação foi realizada uma abertura no mesmo diâmetro do tensiômetro com auxílio de um trado em solo úmido e a cápsula foi colocada na profundidade exata da instalação, após essa etapa o solo foi levemente comprimido. Na figura 2 é representado o gráfico mostrando a correlação inversamente proporcional entre acúmulo de umidade no solo (precipitação acumulada) com o potencial métrico do solo (kPa), com os dados coletados dias após o início do experimento (DAIE).

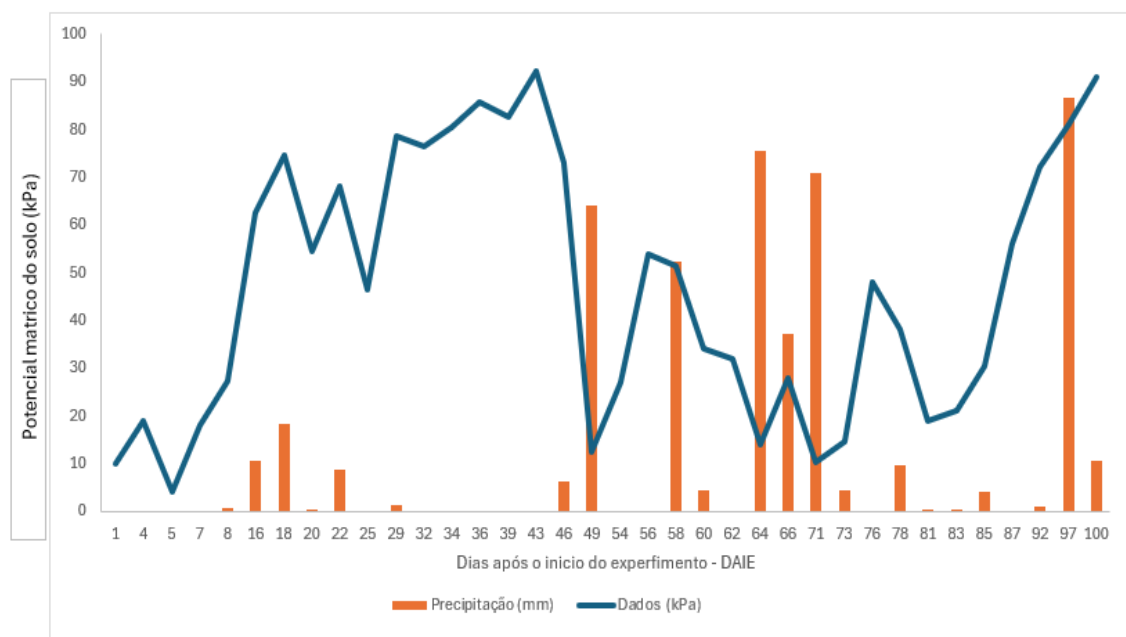


Figura 2: Gráfico potencial métrico do solo 100 dias após início do experimento.



4.3 Avaliação de microscopia eletrônica de varredura

Sempre após 24 horas das aplicações iniciais dos tratamentos (que ocorreram aos 60, 45, 30, 15 e 0 DAS da soja), foi realizada a coleta em campo de fragmentos foliares de *Conyza* spp. para a análise de microscopia eletrônica de varredura. O preparo e avaliação das amostras seguiu a metodologia criada por Tanaka e Kitajima (2009), a qual consiste na retirada de dois segmentos de aproximadamente 50mm² da região mediana das folhas jovens e totalmente expandidas de *Conyza* spp. para análise da superfície adaxial e abaxial. Estes segmentos vegetais foram fixados utilizando o Fixador Karnovsky modificado (glutaraldeído 2,5%, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05M, pH 7,2, CaCl₂ 0,001 M).

As amostras então foram colocadas em tubos eppendorff de 1,5 mL e mantidas nessa solução em uma geladeira até o momento da análise. O volume do fixador foi cerca de 10 vezes o das amostras. Após o período de geladeira as amostras foram submetidas a soluções de concentrações crescentes de acetona (30, 50, 70, 90 e 100%), permanecendo cerca de 10 minutos em cada uma, sendo que esse processo se repetiu três vezes na solução de 100%. Em seguida as amostras foram colocadas em gaiolas individuais devidamente identificadas e levadas para o aparelho CPD 030 da Balzers, onde passaram pelo processo de secagem ao ponto crítico, que consiste em uma câmara hermeticamente fechada que permite a entrada de CO₂, que se liquefaz, ficando a amostra nele mergulhada. Esta câmara é aquecida até 40 °C, quando então o gás é lentamente eliminado e as amostras ficam secas. Por fim as amostras secas foram montadas em stubs e levadas para o metalizador MED 010 da Balzers onde foram recobertas com uma fina camada de ouro com espessura de 0,05 µm, para se evitar a reidratação (BOZZOLA; RUSSEL, 1992). Após todas estas etapas as amostras foram levadas para observação em microscópio eletrônico de varredura JEOL, sendo que foram digitalizadas as melhores imagens.

4.4 Avaliação dos fluxos de controle

Também foram realizadas avaliações de fluxos de emergência de *Conyza* spp., aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos iniciais (DAI). Essas avaliações foram constituídas da contagem de plântulas de *Conyza* spp. emergidas após a aplicação dos tratamentos iniciais, sendo essa contagem realizada por meio do uso de um quadrado de 1 m² lançado uma vez em cada parcela de forma aleatória. Com esse valor foi realizado o cálculo da



densidade de plantas de *Conyza* spp. para cada tratamento, que se constitui do número de indivíduos por unidade de superfície (plantas de *Conyza* spp. /m²).

4.5 Coleta dos solos para análise de residual de herbicidas

Para cada momento de aplicação dos tratamentos de herbicida, ou seja, aos 60 (agosto), 45 (agosto), 30 (setembro), 15 (setembro) e 0 (outubro) dias antes da semeadura da soja - DAS, foram realizadas coletas de solo para análise residual aos 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação inicial (DAI) dos tratamentos, ou seja, após a aplicação de (atrazina + mesotrione) + triclopyr (Contando dos 60, 45, 30, 15 e 0 DAS). Essas coletas de solo foram realizadas com o auxílio de uma sonda, em uma profundidade de 10 cm do perfil do solo, em cada unidade experimental, sendo que foram três coletas de amostras de solo simples para se constituir uma análise de solo composta. Além desses períodos, no momento da semeadura da soja foram coletadas amostras de solo (como descrito anteriormente) para análise residual de herbicida no momento da semeadura da soja. Essas avaliações teve como objetivo analisar a degradação do herbicida ao longo do tempo, em função da umidade do solo e condições climáticas, bem como a quantidade de herbicida residual no momento da semeadura da soja.

4.6 Preparo das amostras para análise em cromatografia líquida de alta eficiência

A análise do residual de herbicida, oriunda das amostras de solo, descritas no item “4.7 *Coleta dos solos para análise de residual de herbicidas*” foram relativas apenas ao herbicida residual atrazina. O preparo das amostras foi a mesma desenvolvida por Carbonari (2009), adaptada por Da Silva et al.(2023c). Essas análises foram relativas à cromatografia por HPLC. As amostras de solo foram homogeneizadas e armazenadas em sacos plásticos e mantidas congeladas em freezer (-20 °C) até o momento da extração e quantificação do herbicida atrazina. Para a extração dos herbicidas, uma alíquota de 7 g de cada amostra de solo, foram acondicionadas em cartuchos plásticos com volume total de 10 mL, contendo um pellet poroso para retenção de partículas de solo, acoplado a um compartimento para coleta da solução. Cada amostra foi saturada com 3 mL de água deionizada. Após a saturação, os solos permaneceram em repouso por 24 horas sob refrigeração (8 ± 3 °C).



Posteriormente, as amostras foram centrifugadas em centrífuga Hettich Zentrifugen com 3270 g a 25°C por 10 minutos. Em seguida, foi coletada toda a solução presente no coletor. Essa solução foi filtrada em seringas plásticas de 3,0 mL equipadas com filtro Millipore e posteriormente transferida para frascos de 2,0 mL, os quais foram lacrados e armazenados em freezer a -20 °C até o momento da quantificação do herbicida por cromatografia líquida de alta eficiência (Carbonari, 2009).

Na quantificação do herbicida atrazina presente na solução coletada, a metodologia utilizada foi a mesma desenvolvida por Silva et al.(2015), dessa forma as mostras foram analisadas em um cromatógrafo líquido de alta performance (HPLC) em um modelo Varian 920-LC operado com um detector de matriz de diodos (DAD; $\mu=220\text{nm}$). Os analitos foram separados usando uma coluna de fase reversa Polaris (C18) (25 cm x 4,6mm x 5 μm) e coluna de proteção (2,5cm x 4,6mm x 5 μm), que foi mantido em estufa (40°C), e eluído com um sistema de solvente isocrático (taxa de fluxo: 1mL min⁻¹) contendo metanol (60%), água ultrapura (30%) e acetonitrilo (10%), (v/v/v). A equação de regressão linear, coeficiente de correlação, coeficiente de determinação, limite de detecção e limite de quantificação do método foram determinados a partir das áreas de pico e concentrações padrão dos herbicidas (MEIER;ZÜND, 1993).

4.7 Semeadura e colheita da cultura da soja

Transcorridos os espaços de tempo de 60, 45, 30, 15 e 0 DAS, foi realizada a semeadura da cultura da soja, as sementes foram tratadas com fungicida e inseticida, piraclostrobina (5 g i.a.ha⁻¹) + tiofanato metílico (45 g i.a. ha⁻¹) + fipronil (50 g i.a. ha⁻¹) para 100 kg de sementes de soja. A soja utilizada foi com tecnologia ENLIST variedade FURIA a qual foi semeada no experimento de forma mecanizada por meio de uma semeadora mecânica com vinte e seis linhas espaçadas a 0,45 metros, com 12 sementes por metro linear, resultando uma população (stand) final de aproximadamente 266 mil plantas por hectare. A adubação de semeadura foi a base de adubo formulado conforme a análise de solo. Durante a condução da área agrícola foi realizado o monitoramento objetivando o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, visando manter a sanidade vegetal da cultura. Dessa forma foi utilizado o inseticida AVATAR (400ml/ha) e BOLD (900ml/ha) a fim de combater/prevenir o ataque de lagartas e percevejos, respectivamente. As aplicações foram feitas quinzenalmente durante um período e



depois somente quando necessário. Como fungicida foi utilizado o APROACH PRIMA (300ml/ha) de forma preventiva a ferrugem e oídios.

Ao atingir o estágio R7.3 a soja foi dessecada através da aplicação do herbicida diquat (400 g.ia. ha⁻¹) e colhida de forma manual selecionando as duas linhas do meio de cada parcela e posteriormente foi trilhada com auxílio de uma trilhadeira a diesel (SB MAQUINÁRIOS) obtendo os dados de peso de grãos para calcular a produtividade de cada tratamento.

4.8 Carryover na soja

Após a emergência da soja, foram realizadas avaliações de fitointoxicação aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAE, utilizando-se escala percentual de 0 (zero) a 100%, onde 0 (zero) representa ausência de sintomas e 100% representa morte de todas as plantas, nas avaliações de fitotoxicidade foi utilizada a escala de notas de fitotoxicidade, proposta pela European Weed Research Council, a qual correlaciona à porcentagem de danos visuais com a caracterização do sintoma de fitotoxicidade, onde 0% está relacionado com a ausência de dano e 80-100% significa destruição total das plantas (morte da planta) (EWRC, 2023).

4.9 Avaliações por meio de programas estatísticos

Em relação a análise estatística foi realizada a análise de Deviance, na qual foram utilizados Modelos Aditivos Generalizados para Localização, Escala e Forma (GAMLSS). A distribuição Beta foi empregada na análise da variável de controle de *Conyza* spp., seguida da função de ligação *logit* para os parâmetros de localização (relacionado à média) e de escala (relacionado à dispersão dos dados). Para a variável residual de herbicidas foi realizada análise de Deviance, na qual foram utilizados Modelos Aditivos Generalizados para Localização, Escala e Forma (GAMLSS).com Distribuição Normal e função de ligação log para o parâmetro de localização, sendo que o fator bloco foi considerado de efeito aleatório. Para a variável seletividade (%), foi realizada a análise de Deviance, na qual foram utilizados Modelos Aditivos Generalizados para Localização, Escala e Forma (GAMLSS) com Distribuição Beta Inflacionada de 0's, o fator Bloco considerado de efeito aleatório e função de ligação *logit* para o parâmetro de localização.



Para a variável número médio de plantas por m^2 foi feita o escalonamento para a quantidade de plantas por hectare, sendo então ajustada a distribuição Binomial Negativa com função de ligação log para ambos os parâmetros dessa distribuição, porém, para apresentação gráfica dos resultados dessa variável foi considerada a escala original, plantas por m^2 . No parâmetro de locação, os fatores Bloco, Tratamento, DAT e a interação Tratamento versus DAT foram considerados como efeito fixo. Além disso, a parcela, formada pela combinação de Blocos com Tratamento, foi inserida como efeito aleatório.

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a adequação da distribuição Normal aos resíduos do modelo. O teste F da análise de Deviance foi utilizado para verificar a significância dos fatores inserido como efeito fixo. Para comparação entre os níveis de Tratamento foi aplicado o teste de Tukey. O modelo logístico foi utilizado para ajuste das variáveis repostas em função dos DAA. Em todos os testes, foi adotado o nível de 5% de significância.

Os dados obtidos por Microscopia Eletrônica de Varredura foram submetidos a uma análise inicial por meio de representação gráfica em um sistema de coordenadas cartesianas. O estimador Kernel foi aplicado para avaliar a homogeneidade espacial dos pontos identificados nas imagens. Além disso, a Função K de Ripley foi utilizada para verificar se esses pontos poderiam estar distribuídos de maneira completamente aleatória, sendo consideradas 500 simulações de Monte Carlo para estabelecer as respectivas bandas de confiança (Baddeley et al., 2014). Todas as avaliações estatísticas foram conduzidas por meio do software R (R Core Team, 2023). Para realizar a análise de Deviance, o pacote gamlss foi empregado (Stasinopoulos et al., 2017). A análise de processo pontual, por sua vez, foi executada utilizando o pacote spatstat (Baddeley et al., 2013). Para a representação visual dos resultados, recorremos à utilização do ggplot2 (Wickham, 2016).



5. RESULTADOS

5.1 Controle

Para a variável, controle dias após aplicação (DAA), altura (H), intervalo (I) e a interação altura x intervalo, foram significativos a 5% pelo teste F da análise de Deviance. O teste de normalidade Shapiro-Wilk apresentou um valor p de 0,631 para controle aos 7 DAA, 0,889 para controle aos 21 DAA e 0,282 para controle 28 DAA, representando um p maior do que 0,05 indicando que a distribuição Normal modela adequadamente os resíduos produzidos pela regressão GAMLSS. A exceção foi o controle aos 14 DAA com valor p de 0,025 sendo menor que 0,05 indicando distribuição anormal. Em relação ao coeficiente de variação, para controle aos 7 DAA, 21 DAA e 28 DAA se observa valores de 14,91%, 15,25% e 13,26%, respectivamente, resultando em baixa variabilidade em virtude da maior homogeneidade da infestação. Já o controle aos 14 DAA obteve valor de 20,01% esse alto valor se justifica devido a condições de estresse hídrico que as plantas de *Conyza spp.*, se encontravam no dia da aplicação do tratamento (Tabela 3). As variáveis de controle aos 35 DAA e 42 DAA tiveram valores de 100% e/ou muito próximo a essa porcentagem, resultando em ausência de variabilidade, logo sem diferença estatística significativa.

Tabela 3- Resultados do Teste F da análise de Deviance seguidos do Coeficiente de Variação (CV) e do valor p do teste de Normalidade (p-SW), quando avaliado o percentual de Controle.

Variável	Estatística F (**, significativo a 5%)			CV(%)	p-SW
	Altura (H)	Intervalo (I)	H x I		
Controle (7 DAA)	26,837**	127,938**	1,929**	14,91%	0,631
Controle (14 DAA)	8,534**	40,554**	2,004**	20,01%	0,025
Controle (21 DAA)	10,268**	21,873**	2,731**	15,26%	0,889
Controle (28 DAA)	14,276**	19,296**	6,713**	13,26%	0,282

**, significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance; SH, valor p do teste de Normalidade Shapiro-Wilk; CV, coeficiente de variação

Na figura 3, são apresentados os dados de controle de *Conyza spp.*, em diferentes alturas para cada um dos intervalos entre a aplicação de (atrazina + mesotrione) + tryclopyr e a semeadura da soja. Para o período de avaliação de 7 DAA (Figura 3a), para o intervalo 0 DAS se observou que as plantas com altura de 0-5 e 5-10 cm, se destacaram com as maiores



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

porcentagens de controle, superiores a 60%, e com diferença estatística em relação as plantas com altura de 15 – 20 cm e 20-25 cm, as quais resultaram em controle inferior a 50%, e não diferiram entre si em relação a análise estatística. Para 15 DAS, não houve diferença significativa entre as diferentes alturas de *Conyza* spp., sendo que o controle foi inferior a 30% independentemente da altura.

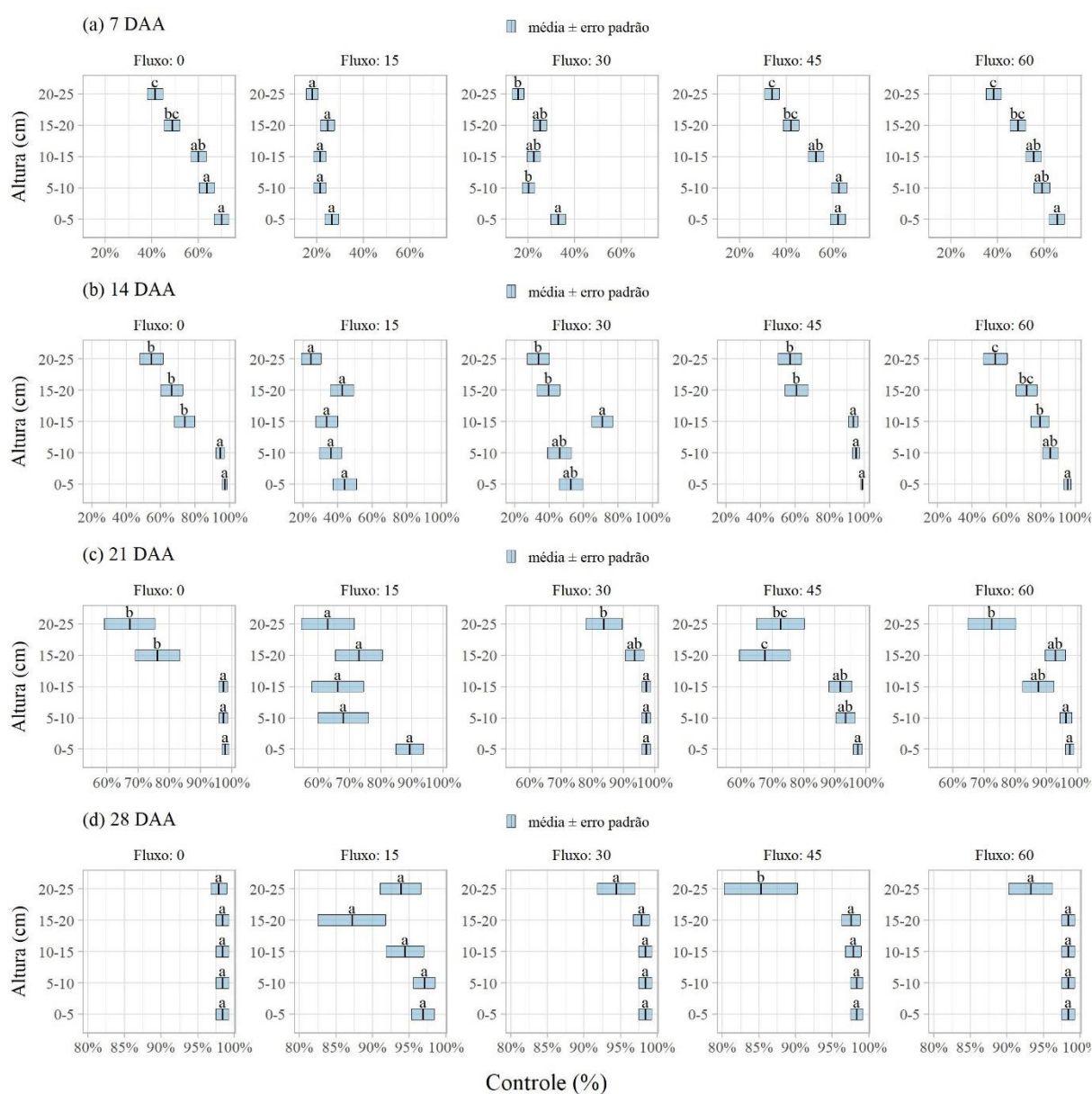


Figura 3 – Resultado da comparação entre as faixas de altura pelo teste quando avaliado Controle (%).



Aos 30 DAS se observou que as plantas com altura de 0-5 cm tiveram maior porcentagem de controle, acima dos 30% com diferença estatística quando comparado com a altura de 20-25 cm, com porcentagens inferior a 20 %, entretanto as duas não obtiveram diferença quando comparadas com a altura de 15-20 cm (Figura 3a). No intervalo de 45 DAS se se observou porcentagens superiores a 60% para as alturas de 0-5 cm e 5-10 cm, as quais não apresentaram diferença estatística entre si, o mesmo comportamento foi observado entre as alturas de 15-20 cm e 20-25 cm, entretanto com valores inferiores a 60%, destaca-se que a altura de 20-25 cm apresentou porcentagem inferior a 40%, as alturas de 0-5 e 5 -10 cm se diferiram estatisticamente das alturas de 15-20 e 20-25 cm, sendo que as duas primeiras alturas (menor porte), apresentaram maior porcentagem de controle. No período de 60 DAS, a maior porcentagem de controle, foi observada para altura de 0-5 cm, superior a 60%, com diferença estatística apenas em relação as alturas de 15-20 cm e 20-25 cm, as quais culminaram em porcentagens próximas a 50% e 40%, respectivamente, e não diferiram entre si em relação a estatística. .

Na figura 3b são apresentados os resultados para o período de avaliação aos 14 DAA, no intervalo 0 DAS se observou que as plantas com altura de 0-5 e 5-10 cm, apresentaram as maiores porcentagens de controle, superiores a 90%, e com diferença estatística em relação as alturas de 15 – 20 cm e 20-25 cm, as quais resultaram em controle inferior a 80%, e não diferiram entre si em relação a análise estatística. Para 15 DAS, não houve diferença significativa entre as diferentes alturas de *Conyza spp.*, com controle inferior a 50% independentemente da altura. Aos 30 da altura de 10-15 cm resultou em controle superior a 70%, apresentando diferença estatística quando comparado as alturas de 15-20 cm e 20-25 cm ambas com valores menores que 50%. No intervalo de 45 DAS, as maiores porcentagens de controle foram obtidas para as alturas de 0-5 cm e 5-10 cm, sendo essas superiores a 90%, diferindo estatisticamente, somente quando comparados as alturas de 15-20 cm e 20-25 cm, as quais resultaram nas menores porcentagens, inferiores a 70% de controle. Já aos 60 DAS, o na altura de 0-5 cm o controle foi superior a 90%, mostrando diferença estatística em relação as alturas de 15-20 cm e 20-25 cm, com porcentagens inferiores a 80%, na altura de 5-10 cm o controle foi próximo a 80%, com diferença estatística somente para a altura de 20- 25 cm.



Na figura 3c, se observa os valores da avaliação de controle aos 21 DAA, no intervalo de 0 DAS se observou valores superiores a 90% para as alturas de 0-5 cm e 5-10 cm, com diferença estatística em relação as alturas de 15-20 cm e 20-25 cm, as quais apresentaram valores inferiores a 90%. Aos 15 DAS a altura de 0-5 cm apresentou porcentagem superior a 90%, entretanto sem diferença estatística, quando comparado com as demais faixas de altura, que apresentaram valores próximos a 80% de controle. No intervalo de 30 DAS nas alturas de 0-5 e 5-10 cm obteve-se porcentagens próximas a 100%, não apresentando diferença estatística entre si, e diferiram em relação a altura de 20-25 cm, a qual resultou na menor porcentagem de controle, sendo inferior a 90%. Aos 45 DAS a altura de 0-5 cm o controle foi próximo a 100% de controle, sem diferença estatística quando comparado com valores superiores a 90% obtido nas faixas de 5-10 cm e 10-15 cm, a menor porcentagem foi na altura de 15-20 cm com valor inferior a 80%, sendo que essa altura não diferiu estatisticamente da altura de 20-25 cm, mais diferiu-se das demais faixas. Aos 60 DAS as alturas de 0-5 cm e 5-10 cm, resultaram em porcentagens de controle próximas a 100%, não diferindo estatisticamente a altura de 15-20 cm com valor superior a 90%, o menor controle ficou na faixa de altura de 20-25 cm com porcentagem próxima a 80%.

Na figura 3d, são apresentados os valores do período de avaliação de 28 DAA, no intervalo de 0 DAS todas as porcentagens de controle foram superiores a 95% independentemente da faixa de altura da planta. Aos 15 DAS não ocorreu diferença estatística em relação ao controle, com valores superiores a 80%, sendo que as faixas de 0-5 cm e 5-10 cm apresentaram porcentagens superiores a 95%. No intervalo de 30 DAS, independentemente das faixas de altura, as porcentagens foram superiores a 95%, sem diferença estatística entre si. No 45 DAS, as faixas de 0-5, 5-10 e 15-20 cm, as porcentagens de controle foram superiores a 95%, já na faixa de altura de 20-25 cm com porcentagem próxima a 90 % de controle. Por último no intervalo de 60 DAS não se observou diferença estatística com porcentagens de superiores a 95%, independentemente da altura.

Na figura 4a, são apresentados os dados de controle em função de cada um dos dias que antecederam a semeadura da soja (DAS) para período de 7 DAA, se observa uma similaridade de controle entre os períodos de 0, 45 e 60 DAS, sendo que esses apresentaram as maiores porcentagens de controle, quando comparados aos períodos de 15 e 30 DAS, os quais apresentaram similaridade de controle, com porcentagem máxima de 30%. Para os períodos de



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

0, 45 e 60 DAS, quanto menor a altura das plantas de *Conyza spp.*, maior foi a porcentagem de controle. Ainda sobre o período de 7 DAA, o mesmo padrão não foi observado para 15 DAS, onde as porcentagens de controle foram muito próximas, independentemente das alturas das plantas de *Conyza spp.* Para 30 DAS, apenas a altura de 0-5 cm apresentou porcentagem expressivamente maior que as demais, as quais foram muito próximas.

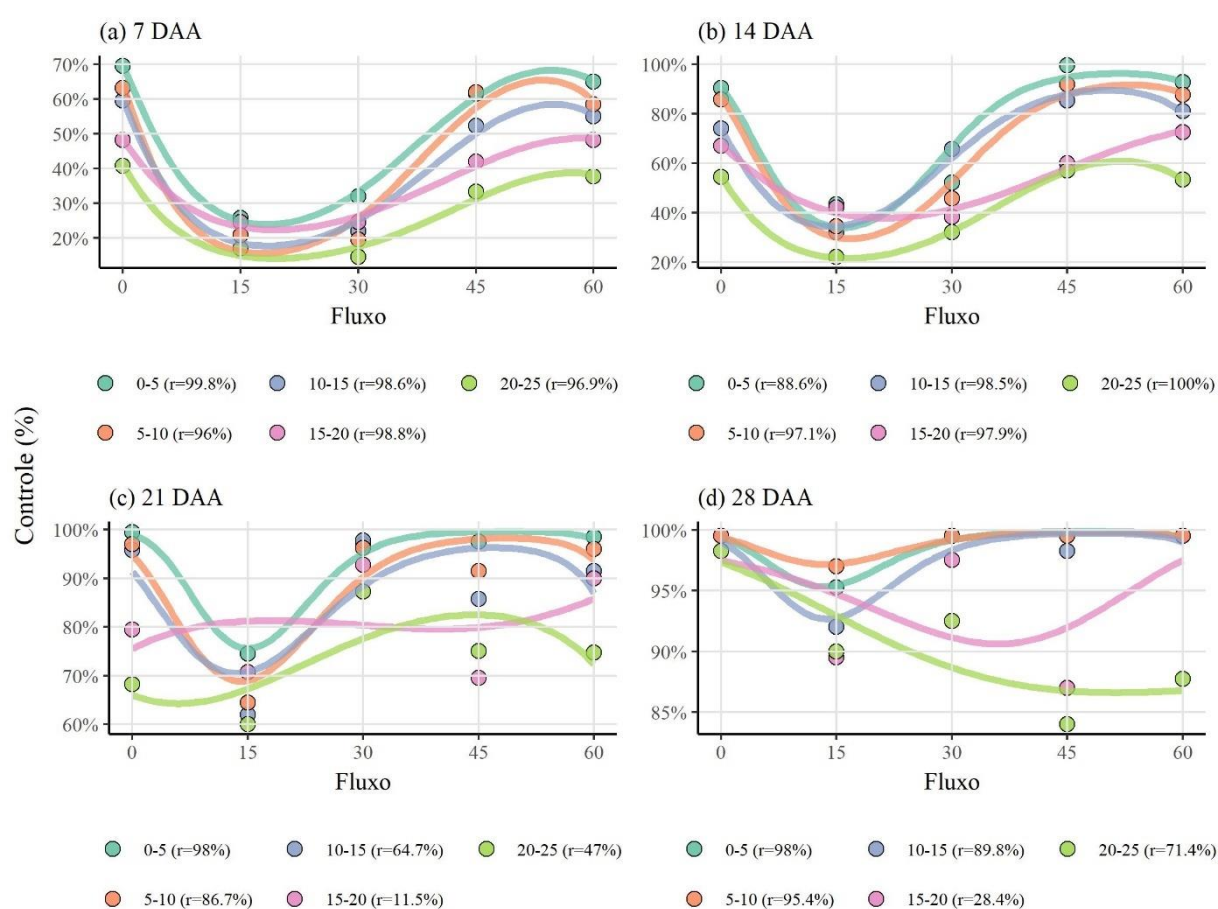


Figura 4 – Resultado do ajuste da regressão Beta com função de ligação logit para o controle em função do Fluxo nos diferentes níveis de altura.

Na figura 4b são apresentados os dados de controle aos 14 DAA, se observa os melhores resultados para o período de 45 DAS com porcentagens próximas a 100% para as menores alturas de *Conyza spp.*, já os períodos de 0 e 60 DAS resultaram em similaridade de controle, enquanto os piores resultados foram aos 15 DAS com porcentagens abaixo de 50%



independentemente da altura da *Conyza spp.*, o mesmo ocorreu aos 30 DAS com exceção das alturas de 0-5 cm e 10-15 cm com porcentagens acima de 60%.

É apresentado na figura 4c os dados referentes ao controle 21 DAA, é observado semelhança no controle aos 0, 45 e 60 DAS com porcentagens altas para as menores altura de *Conyza spp.*, próximo ao 100 %, enquanto para maiores alturas se tem valores menores que 80%. Em comparação, aos 15 DAS se tem as menores porcentagens sendo todas inferiores a 80% independentemente da altura de *Conyza spp.*, nas alturas 20-25 cm a porcentagem chegou a 60% sendo a menor porcentagem comparando com os outros intervalos de aplicação. No intervalo de 45 DAS é perceptível o quanto a altura da *Conyza spp.*, interfere no controle mostrando porcentagens crescentes conforme a decresce a altura das plantas.

Por fim, é observado na figura 4d o controle aos 28 DAA onde nota-se os melhores resultados aos 0 DAS com porcentagens próximas a 100% em todas as alturas de *Conyza spp.*, aos 15 DAS percebe-se a maior porcentagem de controle na altura de 5-10 cm, sendo superior à altura de 0-5 cm. Aos 30 DAS se tem porcentagens superiores a 90% para todas as alturas com exceção a maior altura (20-25 cm). Nos 45 e 60 DAS o controle foi muito semelhante com porcentagens próximas a 100% para quase todas as alturas com exceção dos 20-25 cm, chegando nos 45 DAS a menos que 85% de controle.

5.2 HPLC

Quando avaliada a Dessecação Residual houve efeito da interação entre as Épocas de Coleta de de Aplicação ($F = 115,233$; $p = 0,000$), sendo obtido um coeficiente de variação de 2,53%. O valor p do teste Shapiro-Wilk foi de 0,166, indicando que a distribuição Normal é adequada aos resíduos do modelo. Diante disso, foi ajustando um único modelo de regressão considerando com variável resposta a Dessecação Residual em função das Épocas de Aplicação e de Coleta (Figura 5).



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

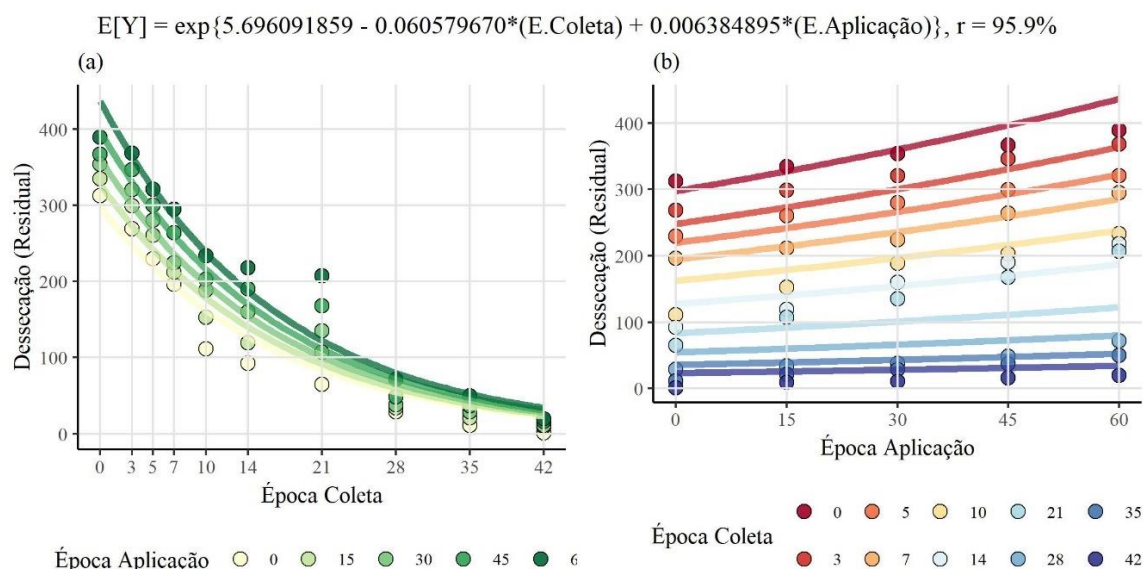


Figura 5 – Resultado do ajuste da regressão Normal com função de ligação log quando avaliada a Dessecação Residual em função das Épocas de Coleta (a) e de Aplicação (b).

Em relação ao comportamento da atrazina no solo, é possível observar os dados na figura 5a. Independentemente do intervalo de aplicação, houve degradação da atrazina do solo ao longo do tempo, para a época de aplicação de 0 DAS se observa a menor quantidade de herbicida na coleta de 0 DAA, com valor próximo a 300 g.ia, quando comparado aos demais intervalos de aplicação, a exemplo 60 DAS, o qual apresentou quantidade próxima a 400 g.ia. Ainda sobre o período de 0 DAS a maior redução da quantidade de atrazina foi observada entre 7 e 10 DAA, com redução de quase 100 g.ia. Com relação aos 60 e 45 DAS é possível observar essa queda de 100 g.ia dos 21 para 28 DAA onde a concentração sai de 200 g.ia para menos de 100 g.ia. Nesse mesmo período é possível observar quedas menores para os demais DAS (15, e 30), se destacando o 45 DAS com uma queda na concentração saindo de pouco abaixo de 200 g.ia para próxima de 100 g.ia. Destaca-se também que partir de 28 DAA, independentemente da época de aplicação a concentração de atrazina foi próxima a 50 g.ia chegando perto de zero aos 42 DAA para todos os intervalos.

Na figura 5a é possível observar a velocidade de degradação da atrazina, sendo no período de 0 DAS notável uma curva linear da época de coleta 0 até 7 DAA, comportamento este presente nos 45, 30 e 15 DAS, entretanto da época 7 para 10 DAA ocorre uma queda brusca



na concentração somente no 0 DAS que segue em declive chegando próximo a zero já nos 35 DAA enquanto demais tratamentos somente nos 42 DAA. Comportamento semelhante ocorre nos 60 DAS do período de coleta 3 aos 10 DAA com uma queda na concentração de 400 g.ia para aproximadamente 250 g.ia.

Em relação a uniformidade de degradação é perceptível na figura 5a que no intervalo de 30 DAS a degradação da atrazina ocorreu de maneira mais uniforme sempre com a curva em declive sem quedas abruptas da época de coleta 0 até 42 DAA.

Ainda sobre o comportamento da atrazina, é possível observar mais dados na figura 5b. Independentemente do intervalo de aplicação, houve aumento na concentração de atrazina no solo ao longo das épocas de coleta 0 até 42 DAA. Aos 0 DAA a concentração é praticamente linear para todos os intervalos, com uma curva levemente inferior para o 0 DAS, este padrão segue para as coletas realizadas aos 3 e 5 DAA. A mudança no comportamento da concentração ocorreu aos 7 DAA com valores próximos a 300 g.ia para os intervalos de 45 e 60 DAS, sendo os maiores dados atrazina quando comparados aos 0, 15 e 30 DAS com concentrações próximas a 200 g.ia.

Nos períodos de coleta 10, 14 e 21 DAA é notável uma menor concentração aos 0 DAS com valores próximos a 100 g.ia, quando comparado aos demais intervalos de aplicação, a exemplo 45 e 60 DAS com concentração próximas a 200 g.ia nesses períodos de coleta (figura 5b). A partir dos 21 DAS se tem uma degradação com declive comparando o intervalo de 60 DAS (maior concentração) com 0 DAS (menor concentração). Por fim se tem uma baixa concentração para todos os intervalos de aplicação a partir dos 28 DAA, com valores chegando próximo a zero na coleta de 42 DAA.

5.3 SELETIVIDADE

Para a variável, seletividade foi significativos a 5% pelo teste F da análise de Deviance (tabela 4). O teste de normalidade Shapiro-Wilk apresentou um valor p de 0,514 para seletividade aos 14 DAA, 0,302 para seletividade aos 21 DAA e 0,661 para seletividade aos 28 DAA, representando um p maior do que 0,05 indicando que a distribuição Normal modela adequadamente os resíduos produzidos pela regressão GAMLSS. A exceção foi a seletividade aos 35 DAA e 42 DAA com valor p de 0,009 e 0,000 respectivamente, sendo menor que 0,05 indicando distribuição anormal (Tabela 4). Em relação ao coeficiente de variação, para



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

seletividade aos 14 DAA, 21 DAA, 28 DAA, 35 DAA e 42 DAA se observa valores de 36,50%, 76,88%, 44,40%, 78,09% e 104,93% respectivamente, resultando em alta variabilidade que se justifica devido a análise englobar o período de avaliação que não necessariamente subdivide para cada tratamento, ou seja, para cada um dos intervalos (0; 15; 30; 45 e 60 DAS), isso indica que houve muita estatística entre os tratamentos, principalmente nos períodos de avaliação de 21, 35 e 42 DAA.

Tabela 4- Resultados do Teste F para DAS na análise de Deviance seguidos do Coeficiente de Variação (CV) e do valor p do teste de Normalidade (p-SW), quando avaliado o percentual de Seletividade.

Variável	Seletividade (14 DAA)	Seletividade (21 DAA)	Seletividade (28 DAA)	Seletividade (35 DAA)	Seletividade (42 DAA)
Estatística F	45,463**	5,873**	8,305**	4,572**	21,122**
CV (%)	36,50%	76,88%	44,40%	78,09%	104,93%
p-SW	0,514	0,302	0,661	0,009	0,000

**, significativo a 5% pelo teste F na análise de Deviance

Na figura 6 é apresentado a fitotoxicidade do herbicida (atrazina+mesotrione) + triclopyr na cultura da soja quando aplicado em diferentes intervalos. Aos 0 DAS independentemente da época de avaliação apresentou as maiores porcentagens de fitotoxicidade sendo a maior aos 14 e 28 DAA com valor acima de 9%, em contrapartida os menores valores se encontram no 60 DAS independentemente do período de avaliação com menor nota aos 42 DAA com porcentagem em zero. Nos intervalos de 30 e 45 DAS se tem um comportamento semelhante para os valores de fitotoxicidade, com maior valor no 14 DAA (aproximadamente 3%) e menor no 42 DAA (próximo de 0%). Ao longo dos períodos de avaliação (14, 21, 28, 35 e 42 DAA) é perceptível uma queda na fitotoxicidade para todos os intervalos de aplicação.

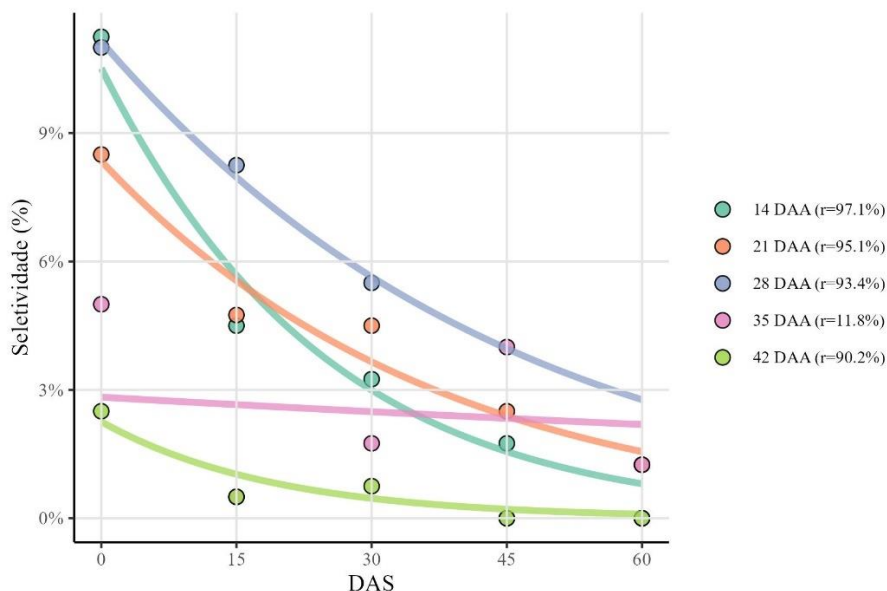


Figura 6 – Resultado do ajuste da regressão Beta com função de ligação logit quando avaliada a Seletividade (%) em função dos DAS.

5.4 MEV

Na avaliação da superfície foliar de *Conyza* spp., observou-se que as folhas das plantas são anfistomáticas, com estômatos anomocíticos, presentes em ambos os lados, abaxial e adaxial (Fig. 7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f e Fig. 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f). As plantas apresentam tricomas tectores longos com pontas cônicas, unicelulares, que estão presentes na estrutura foliar em alta densidade nas partes abaxial e adaxial. Entretanto, um aspecto importante a ser destacado é a maior densidade e frequência de tricomas tectores longos na superfície adaxial superior da folha. Em relação aos danos às estruturas foliares inerentes à aplicação de herbicidas, essas expressões podem ser observadas nas Figuras. 7 e 8. A primeira verificação é que tanto na parte adaxial quanto na abaxial houve danos aos tricomas longos, mais finos e com pontas cônicas após aplicação do herbicida em comparação ao controle sem aplicação do herbicida. Além disso percebe-se, danos de epinastia e abertura/fechamento de estômatos de forma desuniforme aos tratamentos, isto está correlacionado com as condições climáticas.



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

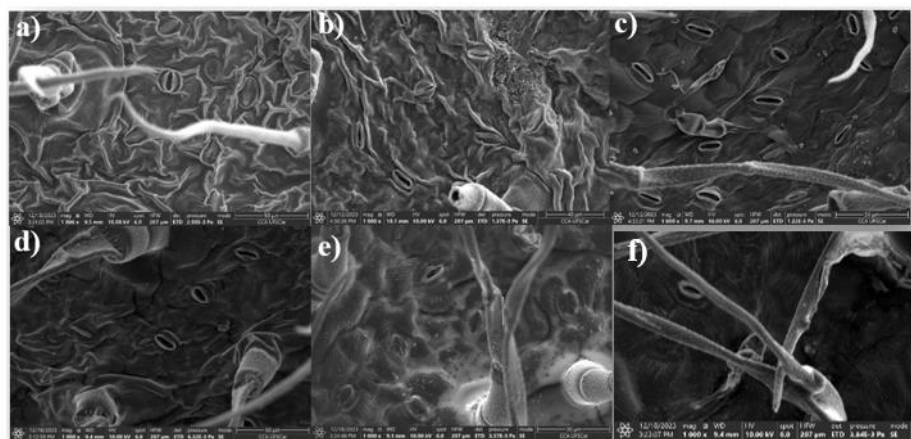


Figura 7: Superfície abaxial da planta de *Conyza* spp. a) testemunha b) 0DAS c) 15DAS d) 30DAS e) 45DAS f) 60DAS

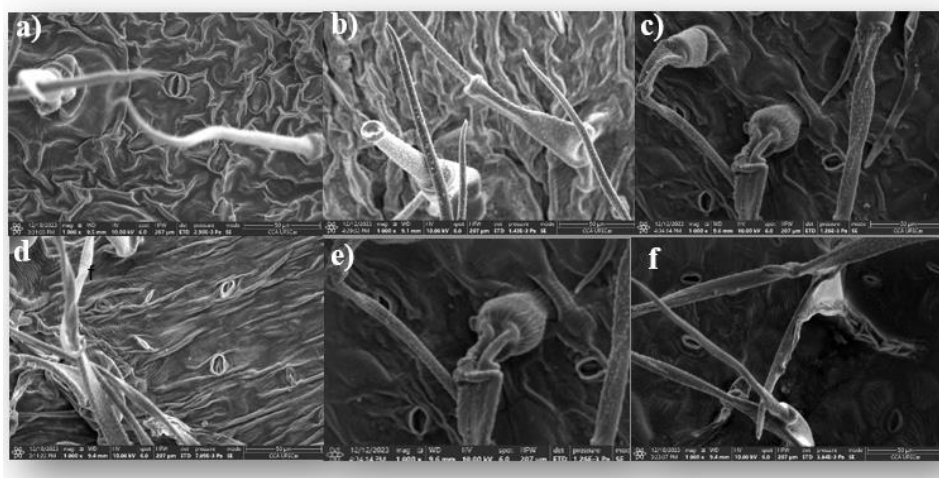


Figura 8: Superfície adaxial da planta de *Conyza* spp. a) testemunha b) 0DAS c) 15DAS d) 30DAS e) 45DAS f) 60 DAS

Na Figura 9a são apresentados os mapas de Kernel das intensidades estimadas de pontos na parte superior da folha de *Conyza* spp., adaxial. Visualmente, nota-se o não agrupamento dos tricomas e estômatos (manchas) em todos os tratamentos, incluindo o controle, sendo a sua ocorrência de forma aleatória. O mapa de Kernel mostra a intensidade de tricomas, dessa forma quanto mais forte a coloração, significa maior intensidade de tricomas que permanecem sem danos após a aplicação dos herbicidas. Dessa forma, ao se analisar a parte adaxial, ou seja, superior da planta observamos que os tratamentos de 0 DAS, resultou em maior intensidade de danos seguido do tratamento de 60 DAS. Já os tratamentos de 15, 30, 45 e testemunha sem



aplicação de (atrazina + mesotrione) + triclopyr, apresentou similaridade na densidade de tricomas, indicando pouca diferença entre esses períodos e a testemunha.

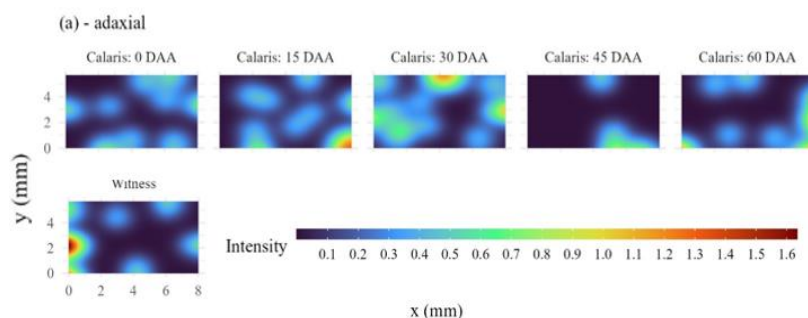


Figura 9. Estimador de densidade Kernel (a) na parte adaxial.

Na Figura 10a são apresentados os mapas de Kernel das intensidades estimadas de pontos na parte inferior da folha de *Conyza spp.*, abaxial. Visualmente, nota-se o não agrupamento dos tricomas e estômatos (manchas) em todos os tratamentos, incluindo o controle, sendo a sua ocorrência de forma aleatória. Dessa forma, ao se analisar a parte abaxial, ou seja, inferior da planta observamos que os tratamentos de 30 DAS e 45 DAS, resultaram em maior intensidade de danos. Já os tratamentos de 0, 15, 60 DAS e testemunha sem aplicação de (atrazina + mesotrione) + triclopyr, apresentou similaridade na densidade de tricomas, indicando pouca diferença entre esses períodos e a testemunha, portanto com menores danos nas estruturas foliar.

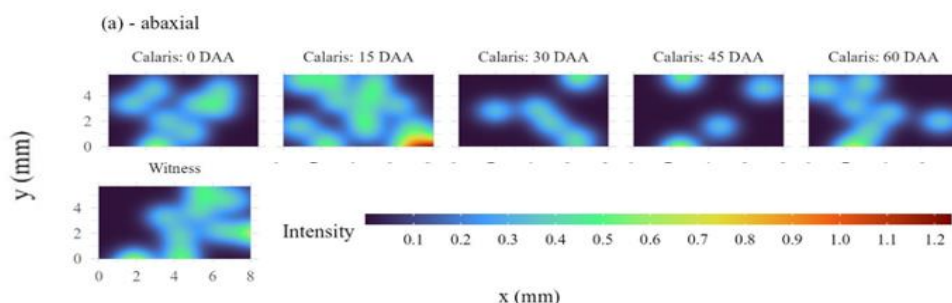


Figura 10. Estimador de densidade Kernel (a) na parte abaxial.

5.5 Produtividade

Na tabela 5 é apresentado a variável herbicida, a qual foi significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance. O teste de normalidade Shapiro-Wilk apresentou um valor p de 0,503



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

para produtividade, 0,247 para peso de 100g e 0,736 para umidade, representando um p maior do que 0,05 indicando que a distribuição Normal modela adequadamente os resíduos produzidos pela regressão GAMLSS. Em relação ao coeficiente de variação, para peso 100g e umidade se observa valores de 7,43% e 2,87% respectivamente, enquanto produtividade se mostrou altamente significativo com 5,225% resultando em baixas variabilidades.

Tabela 5- Resultados do Teste F na análise de Deviance seguidos do Coeficiente de Variação (CV) e do valor p do teste de Normalidade (p-SW), quando avaliada as características referentes a produção.

Variável	Calaris		
	Produtividade	Peso 100 g	Umidade
Estatística F	5,225**	0,874	1,721
CV (%)	24,03%	7,43%	2,87%
p-SW	0,503	0,247	0,736

**, significativo a 5% pelo teste F na análise de Deviance

Na figura 11 são apresentados os resultados relacionados a produtividade (ha^{-1}) dos tratamentos. No tratamento de 0 DAS é possível observar a maior produtividade com valor acima de 4000kg/ha, ambíguo a este resultado se encontra o tratamento de 60 DAS com produtividade próxima a 2500kg/ha. O tratamento de 45 DAS ficou acima de 3500kg/ha sendo o segundo maior valor de produção, enquanto os tratamentos de 15 e 30 DAS foram os piores de produção ambos com valores muito similares abaixo ou próximo de 3500kg/ha.

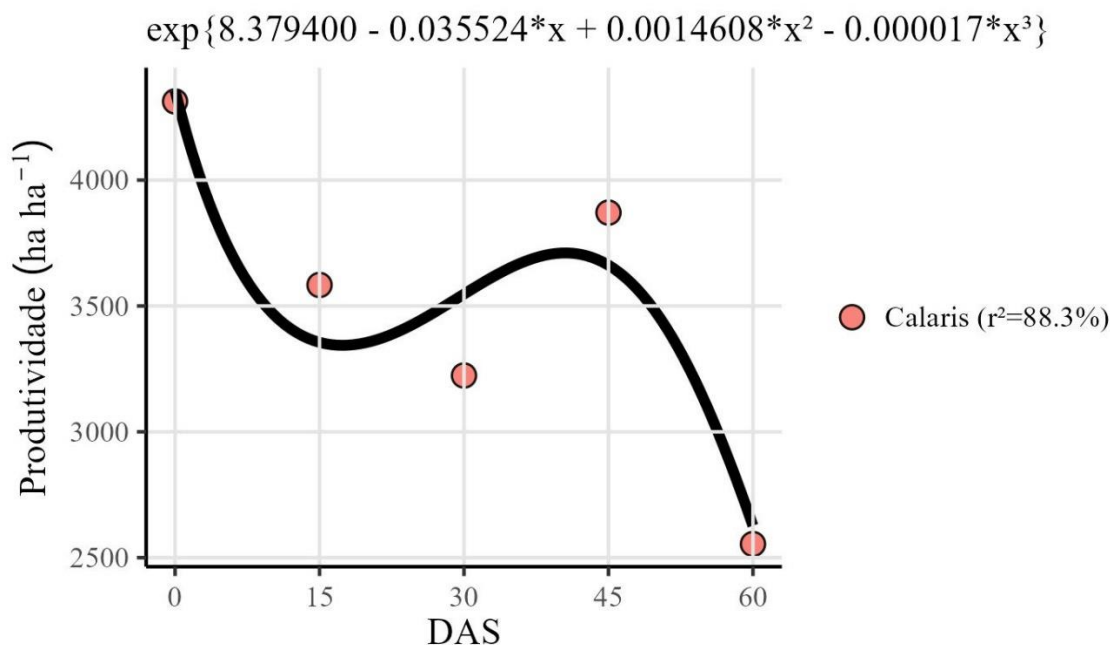


Figura 11 – Resultado do ajuste da regressão com função de ligação logit quando avaliada a Produtividade em função DAS.

6. DISCUSSÃO

Através da análise da última avaliação de controle podemos considerar que a associação de (atrazina + mesotrione) + triclopyr com sequencial de glufosinato sal de amônio, foi efetiva no controle de *Conyza spp.*, independentemente da altura e das condições climáticas no momento da aplicação, pois aos 42 DAA, o controle em todos os tratamentos foi considerado excelente (SBCPS, 1995). Entretanto, o controle apresentou variação em função da época de aplicação dos herbicidas, e consequentemente, das condições climáticas as quais as plantas foram submetidas. Nesse sentido, para variável controle, se observou uma correlação de comportamento entre os períodos de 15 e 30 DAS, os quais resultaram em porcentagens similares, com menor velocidade de expressão de sintomatologia, e uma correlação entre os períodos de 0 e 60 DAS, os quais se comportaram de forma semelhante, com maior velocidade e menor intervalo de tempo para expressão de sintomatologia.

Esses efeitos podem ser associados a precipitação na área e umidade do solo (potencial mátrico), imediatamente após a aplicação dos produtos, ou seja, no período de 0 DAS houve uma chuva de 75 mm no solo, resultando em potencial mátrico de 14 kPa, enquanto no 60 DAS não houve precipitação, entretanto, a leitura do tensiômetro marcava 10 kPa, logo o solo continha



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

umidade de chuvas passadas. Embora nesses períodos tenha ocorrido altas precipitações não houve diminuição de temperatura com médias de máximas superiores a 28°C para ambos os períodos, pois segundo Ramsey et al. (2005), com o aumento da umidade relativa, as plantas aumentam a taxa fotossintética e reduzem a cera cuticular, o que resulta em maior absorção do herbicida pela folha e aumenta a eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas. Além disso, os autores destacam que altas temperaturas e alta umidade relativa do ar podem aumentar a viscosidade da cera cuticular, facilitando a difusão de ar e água e, consequentemente, a absorção do herbicida, melhorando sua eficácia no controle.

Esse padrão foi observado nos resultados de MEV nas imagens geradas pelo mapa de kernel, que tem como finalidade verificar a ausência de homogeneidade espacial dos pontos observados nas superfícies foliares, indicando ausência ou presença de danos conforme a intensidade da coloração (Da Silva 2023). Nos tratamentos de 30 e 15 DAS, é mostrado poucos danos nas estruturas foliares mesmo com uma precipitação presente ao longo de sete dias após a aplicação, sendo de 10mm acumulados para 30 DAS e 63mm acumulados para 15 DAS, entretanto dias anteriores e posteriores a uma semana para ambas as aplicações, foram marcadas por ausência de precipitação e elevadas temperaturas. Isso pode ser explicado com os dados de potencial mátrico mostrando 76 e 92 kPa, respectivamente para os períodos, evidenciando que ao ter longos períodos de seca (antes ou após a aplicação) não se reverte o comportamento de queda de controle do herbicida mesmo com baixas ou até precipitações consideráveis (no caso do 15 DAS) somadas a altas temperaturas.

Ainda sobre a influência da precipitação na dinâmica da atrazina no ambiente, os dados quantitativos de HPLC demonstram redução da concentração do herbicida ao longo do tempo, independentemente do intervalo de aplicação, com concentrações chegando próximas a zero aos 42 DAA para todos os tratamentos. Entretanto, para o intervalo de 0 DAS, houve uma redução abrupta com uma semana de aplicação, pois a concentração aos 0 DAA saiu de 300 g.i.a para 100 g.i.a aos 10 DAA, indicando uma relação com a precipitação desse período (nesse intervalo de tempo se observou uma precipitação de acumulada de 75mm).

Este fato pode ser justificado por dois aspectos, primeiro relativo ao transporte da atrazina, mais especificamente relacionada a lixiviação que consiste na principal forma de transporte no solo das moléculas não-voláteis e solúveis em água, além de ser fundamental para



a incorporação superficial da maioria dos herbicidas, atingindo sementes ou plantas em germinação, mas, quando excessiva, pode carregá-los para camadas mais profundas do solo, limitando sua ação e podendo, inclusive, promover contaminação do lençol freático (Monquero 2008). E segundo as características físico-químicas da molécula de atrazina, a qual é um composto polar, fracamente básico, estável, cuja solubilidade em água praticamente não depende do pH (Javaroni et al., 2016), com peso molecular de $215,68 \text{ g mol}^{-1}$, solubilidade classificada de baixa-média em água a 20°C (35 mg L^{-1}), $\log K_{oc}$ (100), este herbicida é uma base muito fraca devido à sua baixa constante de dissociação ($\text{pK}_a = 1,7$) e $\log K_{ow}$ de 2,75 (Baranowska et al., 2008, IUPAC, 2018), que favorecem o seu transporte em certas condições de solo. Assim, essas características definem seu alto potencial de lixiviação, pois apresenta hidrólise lenta e adsorção moderada pela matéria orgânica e argila, (Neiverth, 2015; Silva, 2014).

Logo a associação de alta solubilidade, baixa degradação por hidrólise e adsorção a matriz coloidal do solo, culminam em maior proporção do herbicida disponível em solução do solo, fato que como observado nesse experimento, mediante a altas precipitações aos 0 DAS e consequentemente maior umidade do solo, reduziram a concentração de atrazina na camada coletada de 0-20 cm, pois ocorreu uma lixiviação da atrazina para perfis mais baixos do solo. Tal comportamento é visto também por Parente et al., (2022) que ao avaliar o destino ambiental da atrazina concluiu que sua principal redução se dá devido a relação das chuvas e sua lixiviação. Com isso, Nachimuthu et al, (2016) recomenda evitar o posicionamento de atrazina quando há previsão de chuva em até 5 dias após sua aplicação, diminuindo a possibilidade de perda por transporte em até 98%.

Entretanto, ressalva-se que a lixiviação pode ser algo desejável pensando em posicionamento da atrazina, principalmente para a pré-semeadura da soja. De acordo com a bula da atrazina+mesotrione o intervalo de tempo de aplicação para o plantio é de no mínimo 30 dias (Agrofit 2024), isso ocorre pelo fato do produto sofrer degradação microbiana a qual acontece de duas formas: Degradação aeróbia e anaeróbica.

A degradação aeróbica ocorre nas regiões mais aeradas do solo, este processo consiste no uso de um doador de elétron onde o receptor final de elétrons é o oxigênio (MATIAS et al., 2021). Já a degradação anaeróbica apresenta desempenho inferior ao das condições aeróbias, todavia, esse processo não é interrompido nas camadas mais profundas de solo, ocorrendo



através do uso de diferentes receptores de elétrons (DOUGLASS et al., 2014; FREEMAN; THANKI, 2017). A fim de reduzir este período de segurança entre a aplicação e a semeadura (30 dias) é possível posicionar o herbicida na presença desde que tenha previsões confiáveis de chuva entre a aplicação e o plantio.

Tal posicionamento pode ser observado analisando os dados de seletividade percebendo-se a ausência de fitotoxicidade independentemente do intervalo de aplicação, apresentando porcentagens inexpressíveis logo na primeira avaliação. Entretanto através da análise de 0 DAS (intervalo com maior ocorrência de chuva após aplicação, 75mm acumulados) confirmam a redução da concentração do herbicida nas camadas superiores do solo (0-20 cm). Nesse sentido, a degradação biológica pode ocorrer em 30 dias, mas nesse experimento observamos precipitações acima de 60 mm acumulados (chuva vista no período de 15 DAS) é possível diminuir o intervalo de plant-back para atrazina. Situação semelhante ocorre com o herbicida imazapic + imazapyr que além do período de segurança da aplicação para o plantio traz uma alteração em caso de chuva de 100mm acumulados antes da aplicação (AGROFIT 2024).

Sabe-se que o destino de herbicidas pré-emergentes é o solo, mais precisamente nas camadas iniciais, também conhecida como zona tratada de herbicida na qual coexiste o sistema radicular, com isso segundo Dias et al. (2017), a localização espacial do herbicida em relação a planta é responsável pela seletividade do produto, conhecida por seletividade de posicionamento. Portanto é possível justificar a ausência de fitotoxicidade aos 0 DAS devido a lixiviação da atrazina que ocorreu graças a umidade presente no solo transportando o herbicida para camadas inferiores as de ação das raízes de soja. Segundo Correia e Langenbach (2006), a atrazina pode percorrer até 0,5m de profundidade em 60 dias após sua aplicação, fato este que colabora com a afirmação do alto potencial de lixiviação para camadas profundas que por sua vez possuem menores teores de matéria orgânica que ligadas com a baixa sorção do herbicida tende a aumentar esta sua capacidade (de lixiviação).

Resultados semelhantes foram observados por Peruzzo et al., (2020) que ao avaliar a produtividade e fitotoxicidade da soja após aplicação de atrazina e atrazina + simazina em campo de soja, verificou a ausência de danos e perdas de produção justificadas pela grande



quantidade de chuva ao decorrer dos dias após a aplicação do herbicida, segundo ele ocorreu cerca de 490 mm desde a primeira aplicação dos herbicidas.

Por fim os dados de produtividade evidenciam o posicionamento próximo a semeadura da atrazina como uma alternativa possível, uma vez que a melhor produção se encontra no tratamento de 0 DAS, isso é explicado devido à redução de controle dentro do PAI (período anterior a interferência), que consiste segundo Kouamé et al. 2014, em um momento da interferência das plantas daninhas na qual não deverá resultar em perdas de produtividades consideráveis nem danos econômicos ao produtor. Portanto a soja não conviveu com plantas daninhas dentro do PCPI (período crítico de prevenção a interferência), que ainda segundo o autor é empregado como medida de tomada de decisão para início do controle das plantas daninhas, resultando em sua remoção no apropriado momento. Isso só foi possível pela alta precipitação (60 mm acumulados) logo após a aplicação, causando a provável mobilidade do herbicida não trazendo diminuição de produtividade por fitotoxicidade.

Nos períodos de 15 e 30 DAS se tem uma baixa produtividade semelhante, isso provavelmente devido ao curto espaço de tempo de um tratamento para o outro além de fluxos de diferentes espécies de plantas daninhas decorrentes das altas temperaturas durante esses períodos (média acima de 28°C) e escassez com mal distribuição hídrica diminuindo eficácia de controle. Em 60 DAS se encontra a pior produtividade, isso devido a fluxos que se desenvolveram posterior a aplicação, além de que as plantas já estavam em estágio avançado durante a semeadura e o desenvolvimento da soja (2 meses após essa aplicação). Esse resultado leva a enfatizar que o manejo muito antecipado pode ser efetivo no controle de plantas no campo, mas ele possibilita os fluxos de outras plantas demandando a necessidade de uma nova aplicação em pós-emergência.

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que a concentração de atrazina no solo foi reduzindo gradativamente ao longo do tempo, para o período de 60 DAS se obteve 389 e 19,58 g.i.a ha⁻¹ de atrazina, nos períodos de coleta 0 e 42 DAI, respectivamente. Já no 0 DAS se obteve 415,75; 372; 322,33; 284,58 e 121,25 g.i.a ha⁻¹ de atrazina, no momento da semeadura de soja. Portanto as condições climáticas influenciam no residual dos herbicidas e na sua eficácia de controle, desta maneira o presente trabalho traz uma importante informação em relação ao posicionamento de



mesotrione+atrazina no manejo antecipado de *Conyza* spp., indicando que o posicionamento desse herbicida resulta em eficácia de controle em pós-emergência e controle de fluxos germinativos. Entretanto os níveis de dano foliar e a velocidade de controle sofrem influência das condições climáticas, sendo os resultados mais positivos em menores potenciais mátricos, assim como a possibilidade de realizar a aplicação mais próxima a semeadura da soja devido a lixiviação da concentração de atrazina no solo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 30 Jun. 2024.

AGROFIT, 2024. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Agrofit, Consulta aberta disponível em: <0>. Acesso: 16 de jan. 2024.

ALVES, R. M. *et al.* Caracterização da superfície foliar e efeito de saflufenacil sobre as folhas de plantas daninhas. **Revista Brasileira De Ciências Agrárias** 9(4), 550-555 (2014).

AMANDA, S. S. *et al.* Nontarget-site resistance due to rapid physiological response in 2,4-D resistant *Conyza sumatrensis*: reduced 2,4-D translocation and auxin-induced gene expression. **Society of Chemical Industry**., 2023.

ALBRECHT, A. J. P *et al.* Atenção às dessecações e semeadura da soja. **Revista campo & Negócios**, 2019.

ALBRECHT, A. J. P *et al.* Control of *Conyza* spp. with sequential application of glufosinate in soybean pre-sowing. **Ciência Rural**, 50(9) 2020.

ALBRECHT, L. P., YOKOYAMA, A. S., ALBRECHT, A. J. P., KOSINSKI, R., MILLEO, R., SILVA, A. F. M. glufosinate and diquat in pre-harvest desiccation of soybean at four phenological stages, and their impact on seed quality. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v.82, n.3, p. 448-456, 2022.

ANVISA (2020). **Mapa cancela registro de produtos técnicos à base de paraquat**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-cancela-registro-de-produtos-tecnicos-a-base-de-paraquate>. Acesso em: 12 jun.2022.

BACCIN, L. C. *et al.* Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) exhibits a larger number of trichomes and altered stomatal density relative to the susceptible counterpart. **Bioscience Journal** 39, 1981-3163 (2023).



BADDELEY, A., Diggle, P.J., Hardegen, A., Lawrence, T., Milne, R.K. and Nair, G. (2014) On tests of spatial pattern based on simulation envelopes. **Ecological Monographs** 84 (3) 477–489

BADDELEY A, Turner R, Mateu J, Bevan A (2013). “Hybrids of Gibbs Point Process Models and Their Implementation.” **Journal of Statistical Software**, *55*(11),1-43. doi:10.18637/jss.v055.i11 <<https://doi.org/10.18637/jss.v055.i11>>.

BARANOWSKA, I., Barchanska, H., Abuknesha, R.A., Price, R.G., Stalmach, A., 2008. ELISA and HPLC methods for atrazine and simazine determination in trophic chains samples. **Ecotox. Environ. Safe** 70, 341–348. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2007.06.012>.

BARBOSA, J. C et al. AgroEstat versão 1.0 -Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos. **AgroEstat**. 2021. <<https://www.agroestat.com.br/>>. Acesso em: 25/07/2023.

BIFFE, D.F et al. Interferência das plantas daninhas nas plantas cultivadas. **Núcleo de estudos avançados em ciência das plantas daninhas**, v. 2, n. 1, p. 339-355, 2018.

BOTTCHER, A. A et al. Herbicide efficacy in the fall management of *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis*, *Conyza sumatrensis* AND *Digitaria insularis*. **Bioscience Journal**, v. 38, n. e38025, p. 1981-3163, 2022.

CABI (2018). **Conyza bonariensis** (hairy fleabane). Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/15250>. Acesso em: 10 agos. de 2023.

CABRERA, P. C. et al. Herbicidal effect of different alternative compounds to control *Conyza bonariensis* in vineyards. **Agronomy**, v. 12, n. 4, p. 960, 2022.

CANTU, R.M. *et al.* Herbicide alternative for *Conyza sumatrensis* control in pre-planting in no-till soybeans. **Advances in Weed Science** 39, e2021000025 (2021).

CAMARGO, A. P. et al. Tensiômetro simples de leitura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1963-1972, 1982.

CARBONARI, C. A. Efeito da palha na disponibilidade do herbicida amicarbazone na solução do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. 2009. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – **Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista**, Botucatu, 2009.

CARVALHO, L. B. et al. Pre-emergence herbicidal efficiency and uptake of atrazine-loaded zein nanoparticles: a sustainable alternative to weed control. **Environmental Science: Nano**, v. 10, n. 6, p. 1629-1643, 2018.

CARVALHO, L.D. **Plantas Daninhas: Herbicidas**. Lages: Autor. 62p. 2023.



CESCO, V. J. S. et al. Management of resistant *Conyza* spp. during soybean pre-sowing. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.

CHAHAL, P. S. et al. Basis of atrazine and mesotrione synergism for controlling atrazine-and HPPD inhibitor-resistant palmer amaranth. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 6, p. 3265-3273, 2019.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Disponível em: . Acesso em: 01 Jun. 2024.

CONCENÇO, G. et al. Sweet sorghum establishment after application of residual herbicides. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**. 2018, 5(9), p.

CORREIA FV & LANGENBACH T. 2006. Dinâmica da distribuição e degradação de atrazina em argissolo vermelho-amarelo sob condições de clima tropical úmido. **Revista Brasileira Ciência do Solo** 30: 183-192.

DA SILVA, P. V., BEZERRA, M. M., MEDEIROS, E. S., DAMBROS, T. C., MAUAD, M., MONQUERO, P. A., Nunes, F., SCHEDENFFELDT, B. F. Pre-harvest desiccation strategies of soybean culture: a scenario without paraquat. **Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural wastes**, v. 57, n.6, 2024.

Da Silva, P. V. D. et al. Controle de Buva em Aplicações Sequenciais e em Pré Emergência na Cultura da Soja. **Revista Caatinga** 37(3), 739-746 (2023b).

DA SILVA, P. V. et al. Eficácia do herbicida flumioxazin no controle de *Euphorbia heterophylla*, na aplicação sobre diferentes tipos de palha e simulações de chuva. **Revista Ciências Agrárias**, 43: 324-332, 2020

DA SILVA, P.V. et al. Estratégias de controle de *Conyza* spp. em pré-plantio da soja: aplicações únicas ou sequenciais?. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021

Da Silva, P. V. D. et al. Selectivity of post-emergence herbicides in soybean and their efficacy on the control of *Conyza* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 27, 600-609 (2023a).

DA SILVA, L. C. et al. Simultaneous extraction and analysis of apple pomace by gradient pressurized liquid extraction coupled in-line with solid-phase extraction and on-line with HPLC. **Food Chemistry**, v. 407, p. 135117, 2023b.

DIAS, J. L. C. S.; SILVA JUNIOR, A. C.; QUEIROZ, J. R. G.; MARTINS, D. Herbicides selectivity in pre-budded seedlings of sugarcane. **Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo**, v. 84, e0112015, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000112015>



DE QUEIROZ, A. R. S. et al. Rapid necrosis: a novel plant resistance mechanism to 2, 4-D. **Weed Science**, v. 68, n. 1, p. 6-18, 2020.

DONG, S. et al. Um estudo sobre as respostas da soja ao estresse hídrico e reidratação. **Revista saudita de ciências biológicas**, v. 26, n. 8, pág. 2006-2017, 2019.

DOUGLASS, J. F., Radosevich, M., & Tuovinen, O. H. (2014). Mineralization of atrazine in the river water intake and sediments of a constructed flow-through wetland. **Ecological Engineering**, 72(August 2015), 35–39. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.08.016>

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números (safra 2023/24)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 05 de ago. 2024.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Notícias: **Embrapa faz nova avaliação e volta a alertar para previsão de geada em junho de 2020**. Mudanças climáticas Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52517224/artigo---embrapa-faz-nova-avaliacao-e-volta-a-alertar-para-previsao-de-geada-em-junho-de-2020>>. Acesso em: 29 de junho de 2023.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL [EWRC]. Report of the third and fourth meetings of the European Weed Research Council Committee on methods. **Weed Research**, 4: 79, 1964.

FAMASUL. Federação de Agricultura e Pecuária do Mato Grosso do Sul. Disponível em: . Acesso em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/artigos> 25 jun. 2024.

FAMASUL. Federação da Agricultura e Pecuária Mato Grosso do Sul. Boletim Casa Rural. Disponível em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/boletimcasa-rural-agricultura>. Acesso em: 02 Ago. 2023.

FARIAS, J. R. B et al. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 263-277.

FRANCISCHINI, A. et al. Carryover of herbicides used in cotton stalk control on soybean cultivated in succession. **Planta Daninha**, v. 38, 2020.

FRANCISCHINI, A. C et al. Controle químico associado à roçada de soqueiras do algodoeiro. **Brazilian Journal of Development**, 6(3), 15920-15934, 2020.

FREEMAN, J., & Thanki, D. (2017). Water contaminated with the herbicide atrazine. **Journal of Purdue Undergraduate Research**, 1, 57–64

GALON, L. et al. Alexandergrass interference periods on soybean. **Communications**, v. 12, p. 060-066, 2022.



GAZZIERO, D. L. P. et al. Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja. Londrina: **EMBRAPA SOJA**. 2 ed. 2015. 128p

GIRALDELI, A. L. et al. Efficacy and selectivity of alternative herbicides to glyphosate on maize. **Revista Ceres**, v. 66, p. 279-286, 2019.

GONÇALVES, G.; CARVALHO, J. E. B.; GARCIA, M. V. B.; GAMA, L. A.; AZEVEDO, C. L. L. L.; SILVA, J. F. Periods of weed interference on orange tree crops. **Planta daninha**, v. 36: e018179810, 2018.

GOVERNA, P. et al. Pesquisa sobre os avanços recentes na inibição da 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase (HPPD) por derivados de dicetona e tricetona e compostos congêneres: análise estrutural de complexos HPPD/inibidor e considerações sobre a relação estrutura-atividade. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 70, n. 23, pág. 6963-6981, 2022.

HAO J. H. et al. Reproductive traits associated with invasiveness in *Conyza sumatrensis*. **Journal of Systematics and Evolution**, 47: 245–254, 2009.

HEIFFIG, D. A. et al. Época de Semeadura para a Cultura da soja: Produtividade em Áreas de Cultivo de Arroz Irrigado. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2018. 11 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 201)

HEAP. **The international survey of herbicide resistant weeds**. 2023. Online. Disponível em: www.weedscience.org. Acesso em: 30 julho 2023.

HESS, M. et al. Use of the extended BBCH scale - general for descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, 37: 433-441, 2008.

H. WICKHAM. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. **Springer-Verlag** New York, 2016.

INACIO, E. M., Monquero, P. A. Controle químico e caracterização da superfície foliar de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* (Asteraceae). **Revista Brasileira de Herbicidas** 12(3), 220-231 (2013).

IUPAC - Sistema International Union of Pure and Applied Chemistry, 2018. Atrazine. < <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/43.htm>. Accessed on 29 jun 2024.

JAMIL, C. et al. Manejo entressafras in: JAMIL, C; RUBEM. S. DE. O. JR; ANTONIO. M. DE. O. N. et al. **Buva: Fundamentos e recomendações para manejo**. Ominipax, 2013. 122 p.



JAVARONI, R. D. C. A.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Behavior of the herbicides atrazine and alachlor applied to soil prepared for the cultivation of sugarcane. **New Chemistry**, n. February 1999, 2016.

KASPARY, T. E. et al. Growth, phenology, and seed viability between glyphosate-resistant and glyphosate-susceptible hairy fleabane. **Bragantia**, 76(1), 92-101, 2017.

KAUR, R. et al. Pesticides classification and its impact on environment. **Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci**, v. 8, n. 3, p. 1889-1897, 2019.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, A. J. P.; SILVA, P. V.; RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Halauxifen-methyl + diclosulam: new option to control Conyza spp. prior soybean sowing. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1-10, 2019.

KOUAMÉ KBJ, Orega YB, Touré YA, Abo K (2014) Determination of critical period for weed control in intensive and non-intensive sugarcane (*Saccharum officinarum* L., Poaceae) production systems in center Côte d'Ivoire. **Int. J. Biol. Chem. Sci.** 8: 2244- 2257

KUMAR, P. et al. Shashwati Ghosh. Exploring microbes as bioremediation tools for the degradation of pesticides. In: **Advanced oxidation processes for effluent treatment plants**. Elsevier, 2021. p. 51-67.

LIMA, M. et al. Demystifying sustainable soy in Brazil. *Land Use Policy*, [s.l.], v. 82, p.349-352, mar. 2019. **Elsevier BV**. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.016>.

LUCIO, F. R. et al. Dispersal and frequency of glyphosate-resistant and glyphosetolerant weeds in soybean-producing edaphoclimatic microregions in Brazil. **Weed Technology**, Fayetteville, v. 33, n. 1, p. 217231, 2019.

MAPA – **Ministério da agricultura e pecuária e abastecimento**. Períodos de semeadura da soja (safr 2022/23). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-publica-calendario-de-semeadura-de-soja-para-a-safr-2023-2024>. Acesso em 11 de ago. 2023.

MAROCHIO, C. A. et al. Genetic admixture in species of Conyza (Asteraceae) as revealed by microsatellite markers. **Acta Scientiarum**, 2017, 39, 4, 437-445.

MATIAS, Tális Pereira et al. Aspectos envolvidos na biodegradação da atrazina sob diferentes condições de oxirredução. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e59910817689-e59910817689, 2021.

MATTE, W. D. et al. Eficácia de [atrazina+ mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 587-1-15, 2018.

MEHDIZADEH, M. et al. Herbicide residues in agroecosystems: Fate, detection, and effect on non-target plants. **Reviews in Agricultural Science**, v. 9, p. 157-167, 2021.



MEIER, P. C. et al. Statistical methods in analytical chemistry. **New York: John Wiley & Sons**, 1993.

MONQUERO, P. A. et al. Lixiviação de clomazone+ ametryn, diuron+ hexazinone e isoxaflutole em dois tipos de solo. **Planta Daninha**, v. 26, p. 685-691, 2008.

NACHIMUTHU, G.; HALPIN, N. V.; BELL, M. J. Effect of sugarcane cropping systems on herbicide losses in surface runoff. **Science of the Total Environment**, v. 557–558, p. 773–784, 2016.

NEIVERTH, C. A. (2015). Determination of atrazine in water using solid phase extraction and gas chromatography coupled to mass spectrometry. **Ambiência Guarapuava**, 1, 475–482. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2015.02.14nt>

NEPOMUCENO, L. A. et al. Características da soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-soja>. Acesso: 10 de Ago. de 2023.

OLIVEIRA R, S. De. JR. et al. Mecanismos de ação de herbicidas. In: oliveira JR., R. S. et al. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. 547 p.

OLIVEIRA, N. A. M. et al. Sistemas de dessecação de manejo com atividade residual no solo para áreas de pousio de inverno infestadas com buva. **Comunicata Scientiae**, 4(2), 120-128, 2013.

OLIVEIRA NETO, A.M.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; GUERRA, N.; DAN, H.A.; ALONSO, D.G.; BLAINSKI, E.; SANTOS, G. Estratégias de manejo de inverno e verão visando ao controle de *Conyza bonariensis* e *Bidens pilosa*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 1107-1116, 2010

PARENTE, Taís Coutinho; DO NASCIMENTO QUEIROZ, Sonia Claudia; TEIXEIRA FILHO, José. A aplicação manual de atrazina em parcelas experimentais e suas perdas por escoamento superficial de água. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 12, n. 2, p. 321-338, 2022.

PAULA, J. M. et al. Morphological analysis and DNA methylation in *Conyza bonariensis* L. Cronquist (Asteraceae) phenotypes. **Bragantia**, 2017, 76, 4, 480-491.

PEDROSO, R.M. et al. Mesotrione use for selective, post-emergence control of glyphosate-resistant *Conyza* spp. in **black oats**. *Advances in Weed Science* 39, e20210026 (2021).

PEREZ, A., Kogan, M. (2022). *Glyphosate-resistant Lolium multiflorum* in Chilean orchards. *Weed Research*, 43(1), 12-19. doi:10.1046/j.1365-3180.2003.00309.x.



PERUZZO, Felipe Tolloti et al. Efeito do residual de atrazina e atrazina+ simazina em soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 1, p. 64-72, 2020.

R CORE TEAM (2023). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

RAMSEY, R. J. L.; STEPHENSON, G. R.; HALL, J. C. A review of the effects of humidity, humectants, and surfactant composition on the absorption and efficacy of highly watersoluble herbicides. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 82, n. 1, p. 162-175, 2005

RASOOL, S. et al. A review of interactions of pesticides within various interfaces of intrinsic and organic residue amended soil environment. **Chemical Engineering Journal Advances**, v. 11, p. 100301, 2022.

RIZZARDI, M. A. et al. As plantas daninhas e a produtividade das culturas. Up. Herb. Academia das plantas daninhas. Disponível em: <https://upherb.com.br/int/as-plantasdaninhas-e-a-produtividade-das-culturas>. Acesso em: 25 de jul. de 2023a.

RIZZARDI, M. A et al. Análise competitiva de soja e capim-sudão usando delineamento de séries de substituição. **Revista Ceres** , 63: 668-675, 2016b.

ROSSI, C. V. S. et al. Comparação entre métodos químicos de controle de buva com início de dessecação em período seco ou úmido. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 17(3), 1-9, 2018.

SBCPD - Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas. *Relatório Anual de 1995*. São Paulo: SBCPD, 1995.

SILVA, A. A. da. (2014). Bioprospecting of bacteria with atrazine degradation potential in sugarcane plantations in the state of Mato Grosso do Sul.

SINGH, T. et al. Assessing the bacterial community structure in the rhizoplane of wetland plants. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 2018. Disponível: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00128-018-2426-1>.

SILVA, A.A.P. et al. Períodos de interferência entre plantas daninhas e a cultura da soja RR® na Região Centro Ocidental Paranaense. **Planta Daninha**, v. 33, p. 707- 716, 2015.

SILVA, P. V. et al. Pre-harvest desiccation strategies of soybean culture: a scenario without paraquat. **Journal of Environmental Science and Health**, Part B, v. 57, n. 9, p. 710-719, 2022.

STASINOPOULOS D. M., Rigby R.A., Heller G., Voudouris V., and De Bastiani F., (2017) Flexible Regression and Smoothing: Using GAMLSS in R, Chapman and Hall/CRC



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TEIXEIRA, W. G. et al. A. Soil acidity indicators for liming in tropical acid soils cropped with soybean under short- and long-term no-tillage systems. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 14, n. 8, 2022.

TEJO, D. P. et al. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**, Paraná, v. 35, n. 01, p. 1–9, junho 2019.

ULZURRUN, P. D. et al. Analysis of the agronomic interest characteristics for the management of *Conyza blakei*, *Conyza bonariensis*, *Conyza sumatrensis*, and *Conyza lorentzii*. **Agrociencia Uruguay**, v.24, n.1, p.1-15, 2020.

VIEIRA, B. S. et al. **Controle biológico de plantas daninhas com fungos fitopatogênicos**. 2018.