

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS

ESTRATÉGIAS DE DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA EM SOJA
ENLIST: UM CENÁRIO SEM GLUFOSINATO SAL DE AMÔNIO

GUILHERME PEREIRA DA SILVA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2024

ESTRATÉGIAS DE DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA EM SOJA ENLIST®: UM CENÁRIO SEM GLUFOSINATO SAL DE AMÔNIO

Guilherme Pereira da Silva

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vinicius 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
Mato Grosso do Sul
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586e Silva, Guilherme Pereira Da
ESTRATÉGIAS DE DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA EM SOJA
ENLIST: UM CENÁRIO
SEM GLUFOSINATO SAL DE AMÔNIO [recurso eletrônico] /

Guilherme Pereira Da Silva. -- 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. Antecipar. 2. Transgênicos. 3. Tolerância. 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.

ESTRATÉGIAS DE DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA EM SOJA ENLIST®: UM CENÁRIO SEM GLUFOSINATO SAL DE AMÔNIO

Por

Guilherme Pereira da Silva

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 11:39:55-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Vinicius da SilvaOrientador
– UFGD/FCA



Documento assinado digitalmente

ELAINE FACCO CELIN

Data: 17/07/2024 09:10:53-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dra.Elaine Facco CelinUFGD/FCA



Documento assinado digitalmente

ELISSANDRA PACITO TORALES

Data: 17/07/2024 17:53:52-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Elissandra Pacito Torales
UFGD/FCA



Documento assinado digitalmente

ELIAS SILVA DE MEDEIROS

Data: 16/07/2024 11:47:58-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Elias Silva de Medeiros –
UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar saúde e assim permitir que atingisse meus objetivos.

Aos meus pais Wagner e Núbia por todo suporte durante a formação, pela criação e todos os princípios que me foram passados, graças a eles consegui alcançar meus objetivos. Agradeço também ao Ademilson, meu padrasto, que sempre me apoiou e me ajudou, no que foi possível para que eu não perdesse oportunidades durante meu tempo de formação, sem eles não seria possível.

Agradeço em especial a minha irmã Núbia Larissa, que nos momentos de apuro, sempre esteve comigo me ajudando e auxiliando, obrigado por todo exemplo minha irmã, amo você.

Aos meus colegas Pedro e Mateus pelo companheirismo, por estarem compartilhando comigo a mesma jornada.

Agradeço ao grupo Geplad que me ajudaram na condução do experimento, professores: Munir, Elias, Elaine e Shahid. Obrigado por toda paciência, respeito e ensinamento. E em especial a todos alunos do Geplad.

De modo geral agradeço a UFGD que me deu a oportunidade de realizar um sonho, levarei o nome da Universidade com muito orgulho em meu currículo.

A todos colaboradores da UFGD em especial aos da FCA.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva por ter me orientado nesse trabalho e durante toda minha graduação, onde o mesmo sempre esteve presente dedicando horas do seu tempo para transmitir-me conhecimentos e ensinamentos de vida, onde os mesmos vou levar para toda a vida. Muito obrigado pelos ensinamentos e pela amizade.

Agradeço as pessoas que ajudaram com a condução do experimento sendo alunos do Geplad em geral e aos professores Munir Mauad, Cleberton Correia Santos e Silva Scalon onde os mesmos auxiliaram com a parte de laboratório e ao professor Elias Medeiros onde o mesmo rodou as estatísticas do presente experimento. Muito obrigado!

Por último, mas não menos importantes agradeço a minha banca examinadora.

DA SILVA, G. P. **Estratégias de dessecação pré-colheita em soja ENLIST®: um cenário sem glufosinato de amônio.** 2024. XX f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da grande Dourados, Dourados, 2024.

RESUMO

O glufosinato sal de amônio é posicionado na dessecação pré-colheita de soja, contudo, não é possível a sua utilização em variedades ENLIST®, pela tolerância a esse herbicida. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho de diferentes herbicidas e doses, posicionados de forma isolada e/ou associada na dessecação pré-colheita de soja ENLIST®. Para tal, realizou-se um experimento a campo, em blocos casualizados com 4 repetições. No estágio fenológico R7.3 da soja foram aplicados os seguintes tratamentos: T1-saflufenacil; T2-flumioxazina; T3-carfentrazone; T4-diquat; T5-diquat+flumioxazina; T6-diquat+amicarbazona; T7-diquat+saflufenacil; T8-diquat+carfentrazone; T9-florpirauxifen; T10-florpirauxifen+flumioxazina; T11-florpirauxifen+tiafenacil; T12-florpirauxifen+amicarbazona; T13-florpirauxifen+saflufenacil; T14-florpirauxifen+carfentrazone; T15-tiafenacil; T16-tiafenacil+diquat; T17-tiafenacil+florpirauxifen; T18-amicarbazona e T19-testemunha sem aplicação de herbicidas. Aos 3, 5, 7 e 10 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) foram realizadas avaliações de teor de umidade em grãos de soja, desfolha visual, dessecação e avaliação de índice de coloração verde via software computacional ImageJ. A análise estatística foi conduzida através de GAMLSS com Distribuição Beta ou gumbel e construídos *Catterpillar plots* para comparação de tratamentos. Para a avaliação de desfolha aos 3 DAA nenhum tratamento atingiu o percentual de 80%. Já aos 5 DAA, T4-diquat, T5-diquat+flumioxazina, T6-diquat+amicarbazona, T8-diquat+carfentrazone e T16-tiafenacil+diquat apresentaram desfolha superior a 80%. Aos 7 DAA, o cenário se repetiu sendo que T7-diquat+saflufenacil e T15-tiafenacil também apresentaram desfolha de 100%. Por fim, aos 10 DAA somente T1-saflufenacil e T19-Testemunha não atingiram o percentual de desfolha superior a 80%. Em relação à dessecação, aos 3, 5 e 7 DAA os dados foram semelhantes com os de desfolha, sendo que somente aos 10 DAA o tratamento T19-Testemunha se diferiu dos demais com percentual inferior a 80%, sendo que os tratamentos com a presença do herbicida diquat apresentaram efeito mais rápido e a aplicação isolada dos demais herbicidas apresentaram menores valores porém se igualando com o decorrer das avaliações. A avaliação de danos de membrana demonstrou que tratamentos com pelo menos um herbicida inibidor da PROTOX apresentaram maiores valores, e somente os tratamentos T9-florpirauxifeno, T11-florpirauxifeno+tiafenacil e T17-tiafenacil+florpirauxifeno, ou seja, tratamentos com a presença de florpirauxifeno resultaram em danos inferiores a 10% e semelhantes à T19-Testemunha. Para a avaliação de umidade, todos os tratamentos proporcionaram queda significativa, porém indiferente entre si, sendo que a Testemunha apresentou os maiores valores (20%). Assim conclui-se que existe a possibilidade de posicionamentos de diferentes herbicidas e suas associações em soja ENLIST®.

Palavras-chave: Antecipar; Transgênicos; Tolerância.

ABSTRACT

The ammonium glufosinate is positioned in the soybean's pre-harvest desiccation. However, it's not possible its utilization in ENLIST® varieties due to its tolerance to the herbicide. This way, it was aimed to evaluate the performance of different herbicides and doses, positioned isolated and/or associated in ENLIST®'s soybean pre-harvest desiccation. For which, it was done one experiment at field, in casualized blocks with four repetitions. In soybean's phenological state of R7.3, it were applied the following treatments: T1-saflufenacil; T2-flumioxazin; T3-carfentrazone; T4-diquat; T5-diquat + flumioxazin; T6-diquat + amicarbazona; T7-diquat + saflufenacil; T8-diquat + carfentrazone; T9-florpyrauxifen; T10-florpyrauxifen + flumioxazin; T11-florpyrauxifen + tiafenacil; T12-florpyrauxifen + amicarbazona; T13-florpyrauxifen + saflufenacil; T14-florpyrauxifen + carfentrazone; T15-tiafenacil; T16-tiafenacil + diquat; T17-tiafenacil + florpyrauxifen; T18-amicarbazona; T19-Witness with no herbicide application. At 3, 5, 7 and 10 days after the treatments application (DAT) it was conducted evaluations of soybean's grains moisture, visual defoliation, desiccation and evaluated the green color levels through computational software ImageJ. The statistical analysis were conducted through GAMLLAS with Beta Distribution or Gumbel and constructed *Catterpillar plots* for treatments comparison. For the defoliation evaluation, at 3 DAA, no treatment reached 80%. But at 5 DAA, T4-diquat; T5-diquat + flumioxazin; T6-diquat + amicarbazona; T8-diquat + carfentrazone and T16-tiafenacil + diquat presented defoliation superior to 80%. At 7 DAA, the same treatments, and T7-diquat + saflufenacil and T15-tiafenacil, reached 100% of defoliation. Finally, at 10DAA, only T1-saflufenacil and T19-Witness didn't reach the defoliation percentual of 80%. In relation to desiccation, at 3, 5 and 7 DAA the data was similar to the ones obtained for defoliation, only at 10 DAA, the treatment T19-Witness differed from the others with percentual inferior to 80%, and the treatments with the herbicide diquat presented faster effect and the isolated application of the other herbicides obtained slower efficiency. The membrane's disruption evaluation demonstrated that the treatments with at least one PROTOX's inhibitor herbicide presented the greatest values and only T9-florpyrauxifen; T11-florpyrauxifen + tiafenacil and T17-tiafenacil + florpyrauxifen, in other words, the treatments with the presence of florpyrauxifen resulted in damages inferior to 10% and similar to the ones obtained by T19-Witness. For the evaluation of grains moisture, all treatments obtained significant reduction, but indifferent to each other, and the Witness presented the highest values (20%). Thus, it's concluded that there's the possibility of positioning different herbicides and its associations in ENLIST®'s soybean.

Key – Words: Anticipate; Transgenics; Tolerance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados de temperatura média, umidade relativa do ar, e índice pluviométrico durante o período de condução do experimento.....	19
Figura 2. Caterpillar Plot das estimativas dos tratamentos em cada DAA quando avaliada a Desfolha (%).	25
Figura 3. Resultado do ajuste da regressão quando avaliada a Desfolha (%) em função dos DAA.	28
Figura 4. Caterpillar Plot das estimativas dos tratamentos em cada DAA quando avaliada a Dessecação (%).	29
Figura 5. Resultado do ajuste da regressão quando avaliada a Dessecação (%) em função dos DAA.	31
Figura 6. Caterpillar Plot das estimativas dos tratamentos com herbicidas isolados e em associação para as variáveis: Danos de membranas, Peso de 1000 grãos, Produtividade (Kg.ha^{-1}), Umidade (%), F_v/F_m , F_0 e F_m	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo no local do experimento em profundidade de 0-20 cm.	20
Tabela 2. Aplicação de diferentes herbicidas isolados/associações na dessecação pré-colheita da cultura da soja.	21
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 avaliados os percentuais de Desfolha e Dessecação.	24
Tabela 4. Resultados do Teste F da análise de Deviance seguidos do Coeficiente de Variação (CV) e do valor p do Teste de Normalidade (p-SW).....	32

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 A CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA	13
3.2 DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA	14
3.3 EVENTOS TRANSGÊNICOS	15
3.3.1 Enlist e a Problemática da Ausência de Glufosinato	16
3.4 DISPONIBILIDADE DE PRODUTOS NO MERCADO	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	19
4.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL	20
4.3 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS	22
4.3.1 Avaliação de desfolha e dessecação	22
4.3.2 Determinação do teor de água – método da estufa a 105 + 3°C	22
4.3.3 Análise de fluorescência da clorofila	23
4.3.4 Avaliação de danos de membranas	23
4.3.5 Produtividade	23
4.3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. Discussão	36
7. CONCLUSÕES	42
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2023, o Brasil apresentou aumento de área plantada com soja em 4,3% quando comparado com a safra passada. Dessa forma, o país mantém o posto de maior produtor mundial da cultura, sendo que, mesmo com adversidades e extremos climáticos ocorridos em diferentes regiões produtoras, como chuvas intensas em época de colheita, os níveis de produção atingiram incríveis valores de 147.353,5 milhões de toneladas, recorde mundial (Conab, 2024).

Um manejo que colaborou para esses expressivos resultados foi a dessecação pré-colheita com a utilização de herbicidas isolados ou em associação. Que resultou em uma elevação no patamar produtivo e com qualidade elevada dos grãos de soja (Quadros *et al.*, 2020). A colheita, representa um dos principais processos no ciclo produtivo da soja e se torna uma grande incógnita aos produtores, principalmente em relação ao correto momento para a realização. Essa deve ocorrer quando a planta encontrasse em maturidade fisiológica, ou seja, o contato entre o grão e a mãe é somente físico, o não ocorre troca de fotoassimilados, porém nessa fase o teor de umidade dos grãos chega aos 55%, inviabilizando a colheita mecanizada (ALBRECHT, L. P *et al* 2022). Uma das opções nesse cenário é deixar a planta perder umidade dos grãos naturalmente no campo. Porém, essa exposição pode apresentar efeitos deletérios à produtividade e qualidade do produto devido aos agentes climáticos, fitopatológicos e entomológicos, além de apresentar uma dessecação desuniforme (Tsukahara *et al.*, 2016).

Dessa forma, torna-se essencial a dessecação via herbicidas. Essa pode antecipar a colheita de 3 dias a uma semana, promovendo um ganho de tempo e possibilitando ao produtor um melhor planejamento para a execução da colheita (Zuffo *et al.*, 2019). Isso ocorre, pois através da aplicação de herbicidas dessecantes, ocorre a mitigação dos efeitos da maior permanência da cultura em campo, facilitando assim a colheita mecanizada (Silva *et al.*, 2023). Para a devida realização da dessecação na pré-colheita, recomenda-se que esta seja realizada na fase de maturação fisiológica da planta – estágio R7 – na qual a maioria das folhas já se encontra amareladas. O momento certo da dessecação é essencial pelo fato de que, a aplicação dos dessecantes antes do tempo correto pode ocasionar na perda no rendimento da cultura (Botelho *et al.*, 2022).

O herbicida paraquat, era o mais empregado na dessecação pré-colheita, muito por conta da rapidez e eficiência, onde dessecava a cultura sem apresentar resíduos no grão e fisiologicamente não tinha interferência na semente e não apresentava efeitos poluentes acumulativos para o solo (Azevedo *et al.*, 2015). Com a saída do paraquat do mercado, surgiu possíveis substitutos, como o diquat, glufosinato de amônio, saflufenacil, tiafenacil, florpiauxifeno e flumioxazin, os quais são registrados para a cultura da soja em pré-colheita no Brasil, além destes, o herbicida carfentrazone, passou a ser utilizado na dessecação de plantas daninhas em pré-colheita da soja após ter a bula estendida (Agrofit, 2024). Entretanto, dentre os produtos registrados na dessecação pré-colheita da cultura da soja, persistem diversas dúvidas no posicionamento, tanto em eficácia quanto em função da dose (Comas, 2018).

A partir desse cenário, o glufosinato de amônio passou a ser utilizado amplamente devido à alta eficácia e amplo espectro de controle (Brunharo *et al.*, 2014). Esse herbicida atua na inibição da enzima glutamina sintetase (GS) (Carneiro *et al.*, 2006), ocasionando rápido acúmulo de amônio nos tecidos vegetais, redução da fotossíntese e de produção de aminoácidos e destruição de cloroplastos, ocasionando na inibição da fotossíntese e morte celular (Sauer *et al.*, 1987).

Nesse contexto, entre junho e setembro do ano de 2021, foi lançado uma nova biotecnologia em sementes de soja no mercado: a soja Conkesta Enlist®, lançada pela Corteva Agriscience™. Soja tolerante aos herbicidas glufosinato de amônio e 2,4-D. Essa característica foi conferida pela introdução do gene *pat*, proveniente da bactéria *Streptomyces viridochromogenes* e do gene *aad-12*, proveniente da bactéria *Delftia acidovorans* (Corteva, 2021). Dessa forma, como essa soja apresenta tolerância ao glufosinato de amônio, o posicionamento desse herbicida na dessecação passou a ser inviável na pré-colheita, e levantou um alerta, visto que ocorre a diminuição do poder de escolha do produtor nessa etapa do sistema produtivo, e olhando a safra passada percebe a falta de disponibilidade de produtos no mercado e opções com eficácias comprovadas (Agrofit, 2024).

Nesse contexto, a impossibilidade de utilização do glufosinato de amônio na dessecação pré-colheita ocasiona em mais uma problemática: que se trata do único herbicida que atua na inibição da enzima glutamina sintetase (Agrofit, 2024), ocasionando então na perda de um mecanismo de ação para rotação.

Diante desse exposto surge a necessidade de encontrar alternativas em outros produtos presentes no mercado e testar suas capacidades em dessecação pré colheita .

2 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho dos herbicidas saflufenacil, flumioxazina, diquat, tiafenacil, carfentrazona e florpiauxifeno em diferentes doses, e posicionados de forma individual e/ou em associações, através dos seguintes objetivos específicos:

- A. Avaliar o efeito das associações de herbicidas posicionados na dessecação de pré-colheita da soja
- B. Avaliar a antecipação proporcionada pela aplicação e a umidade presente nos grãos de soja.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CULTURA E IMPORTÂNCIA DA SOJA

Glycine max L é uma dicotiledônea da família Fabaceae encontrada e domesticada na Ásia, especificamente na china, o valor proteico do grão demonstrou um grande potencial, e hoje é cultivada intensamente em várias regiões do mundo (Dall'agnol, 2007). Em destaque está o Brasil, maior produtor mundial desse grão, que é fortemente utilizado na alimentação humana, animal e, em crescimento, na produção de biodiesel (Conab, 2023). Esse grão, que nos dias atuais é um sucesso em produção mundial, teve a importância comercial notada no final da primeira guerra mundial, e no Brasil teve início da produção em larga escala em meados da década de 60; o trigo era a principal cultura cultivada na época principalmente na região sul, e a soja veio para fazer a sucessão com o trigo e ser posicionada no verão (Embrapa, 2020).

A cultura da soja apresenta algumas exigências visando um resultado de produção satisfatório é necessário que as exigências climáticas, e que normalmente fogem do controle do produtor, sejam atendidas, a exemplo da temperatura, fotoperíodo e a disponibilidade hídrica. Nesse contexto a temperatura ideal que para a soja está entre 20 °C e 30 °C, em temperaturas menores que 10 °C o crescimento vegetativo é reduzido ou não existe, e em temperaturas maiores que 40 °C apresenta comprometimento na parte de floração e reduz a capacidade de retenção de vagens (Embrapa, 2020).

3.2 DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA

A dessecação é um manejo que vem ganhando força na cultura da soja, por possui três principais objetivos: uniformiza a área plantada, controlar as plantas daninhas e antecipar a colheita; que implica em uma redução de efeitos deletérios que possam vir a surgir no campo comprometendo a qualidade do grão, além desse ponto, a antecipação da colheita, reflete em um posicionamento melhor do milho na safrinha (Embrapa, 2023). A dessecação natural da soja ocorre, com intuito de que ocorra uma redução no metabolismo celular e evite que o grão na vagem ligada a planta mãe germine, efeito conhecido como viviparidade, a planta começa a promover a perda de água, as plantas ficam com a coloração amarelada e ocorre a redução de tamanho e mudança de coloração dos grãos (Dias, 2021). Porém, essa exposição pode apresentar efeitos deletérios à produtividade e qualidade do produto devido aos agentes climáticos, fitopatológicos e entomológicos, além de apresentar uma dessecação desuniforme (Placido, 2020).

Dessa forma, levando em consideração os danos e prejuízos que podem ocorrer, os produtores estão optando por fazer a dessecação química, com a aplicação de um herbicida geralmente de contato e se possível não-seletivo proporcionando, além dos benefícios de dessecação, o controle de amplo espectro de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas (Pinto, 2017). A dessecação pré-colheita química com a utilização de herbicidas, proporciona esse cenário com valores quantitativos e qualitativos elevados na produção de grão de soja (Quadros *et al.*, 2020).

O momento ideal para realizar a dessecação, é quando a planta atinge a maturação fisiológica do grão, apresentando essas características a partir do estágio R.7. A planta nesse estágio apresenta coloração amarelada nas vagens, folhas e grãos (Placido, 2020). Quando o produtor realizar a dessecação ocorrerá a senescência em um curto período de tempo, então as atividades após a aplicação devem estar planejadas para serem executadas de forma rápida e eficiente. É indispensável que o produtor esteja informado sobre a previsão do tempo, pois excesso de chuva pode atrasar o processo de colheita ou até mesmo promover perdas de produtividade e qualidade, que refletiram de forma negativa financeiramente (Garcia *et al.*, 2018).

3.3 EVENTOS TRANSGÊNICOS

No Brasil cerca de 73% das cultivares de soja são transgênicas, sendo assim é um organismo geneticamente modificado (OGM), que sofreu alguma alteração no material

genético por meio de engenharia genética (CTNBio, 2020). A utilização de transgênicos possibilitou o aumento produtivo e de qualidade dos grãos, sem precisar aumentar de forma desordenada a área cultivada, por promover um manejo mais efetivo em relação a pragas e plantas daninhas, e permitindo, dessa forma, garantir a alimentação mundial (OLIVEIRA, A. P *et al* 2020).

A transgenia promove uma inserção de um gene exógeno na planta, ou seja, de forma artificial é inserido um gene de uma agrobactéria ao da planta para conseguir alguma ação benéfica. Porém, a processo de criação de um transgênico desde o início até a liberação comercial, leva um tempo considerável, sendo o mínimo cerca de 13 anos de pesquisa (CTNBio, 2020). Esse processo é demorado muito pelo fato de que, essas tecnologias tem que estar em conciliação com as leis e passar por testes até ser aprovada pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança).

Como foi mencionado acima os OGMs foram desenvolvidos para promover alguma ação benéfica e que tenha algum retorno produtivo, dentre esses podemos citar o controle de plantas daninhas, pois a matocompetição entre plantas daninhas e a cultura, pode acarretar em uma redução acima de 80% de produtividade e atrapalhar alguns manejos necessários durante o desenvolvimento da cultura, devido a planta daninha competir por nutrientes, espaço físico e luz (Silva *et al.*, 2005).

Quando não havia a disponibilidade no mercado de eventos transgênicos com tolerância a herbicidas, existia um desafio no manejo de plantas daninhas visto que era muito difícil um único herbicida realizar o controle de forma eficiente de todas as daninhas presentes na área, em termos técnicos a dificuldade de um herbicida ser de amplo espectro de controle que ao mesmo tempo apresentasse seletividade a cultura (Albrecht *et al.*, 2012).

Dessa forma, uma das primeiras características que foi atingida em eventos transgênicos de soja e algodão, foi a tolerância a herbicida. Com a primeira planta transgênica sendo produzida pela Monsanto, e sendo conhecida como Roundup Ready (RR) que conferia à transgênica resistência ao glyphosate, herbicida de pós- emergência (Borém; Santos, 2004). Essa tecnologia foi o carro chefe para o desenvolvimento da cultura de soja e uma evolução nas pesquisas por matérias transgênicos (Monsanto, 2012). Hoje em dia já possui no mercado tecnologia com tolerância a mais de um ingrediente ativo, um exemplo é a Enlist, nova tecnologia da corteva (ISAA inc, 2023). O total de eventos transgênicos que apresentam tolerância a herbicidas em diferentes culturas são de 266 eventos aprovados pelo mundo, a soja apresenta 32 eventos no mundo e 15 no Brasil, desse montante (ISAAA inc, 2023).

3.4 ENLIST E A PROBLEMÁTICA DA AUSÊNCIA DE GLUFOSINATO

Entre a safra de 2021 foi lançada uma nova biotecnologia que promove uma maior possibilidade de escolha ao produtor de soja. Essa tecnologia é conhecida como enlist e foi desenvolvida pela Corteva Agriscience™, companhia formada pela fusão das empresas americanas Dow, DuPont e Pioneer (Corteva, 2021). A tecnologia **ENLIST®** apresenta tolerância a três ingredientes ativos aos herbicidas glufosinato de amônio e 2,4-D. Essa característica foi conferida pela introdução do gene *pat*, proveniente da bactéria *Streptomyces viridochromogenes* e do gene *aad-12*, proveniente da bactéria *Delftia acidovorans*. (ISAAA inc, 2021).

Quando olhamos para o cenário de controle de daninhas após a emergência da cultura de interesse, é satisfatório possuir essa tolerância que facilita muito o manejo dessas plantas daninhas, porém quando levamos em consideração que o glufosinato de amônio também é muito empregado em dessecação, isso representa em um desafio (Oliveira, *et al* 2020). Visto que recentemente o paraquat foi retirado do mercado, que era muito empregado nessa função e agora o glufosinato de amônio, sendo importante destacar que este é o único herbicida que apresentava como mecanismo de ação a inibição da glutamina sintetase (Agrofit, 2024).

Levando em consideração a importância da rotação de mecanismos de ação com o intuito de diminuir a pressão de seleção de biotipos resistentes, podemos destacara a perda desse mecanismo, para essa etapa do processo produtivo (Christoffoleti *et al.*, 2000). Outro ponto que demonstra a problemática da perda desse herbicida, é que poucos herbicidas apresentam extensão da bula para dessecação e com eficácia comprovadas e inexistência de resíduos no grão.

3.5 DISPONIBILIDADE DE PRODUTOS NO MERCADO

Alguns herbicidas apresentam registro para dessecação, como o diquat, saflufenacil e o flumioxazim, a carfentrazone apresenta extensão de bula (Agrofit, 2024). Dentre esses herbicidas o que está sendo posicionado de forma recorrente é o diquat, que apresenta o mesmo mecanismo de ação do paraquat, sendo um herbicida que atua no fotossistema 1, de contato e não seletivo, o que acaba auxiliando no controle de daninhas presentes, esse produto interfere na captação de energia solar, ocorrendo a redução de CO₂ a CH₂O, liberando O₂. Na presença de luz a translocação é reduzida, devido a redução, oxidação e a formação de água oxigenada matarem os órgãos de translocação, dessa forma é indicado realizar a aplicação no fim da tarde, onde não ocorre a produção de água oxigenada e assim os órgãos de translocação não são afetados e o herbicida consegue atingir outros órgãos, que antes não seriam prejudicados

(Rodrigues; Almeida, 2011). Com essas vantagens, a procura aumentou após a saída do paraquat resultando em falta no mercado, demonstrando a fragilidade de ser dependente de um único herbicida.

Saflufenacil é um herbicida de contato quando aplicado na pós-emergência, controlando somente plantas daninhas eudicotiledôneas e não controlando plantas daninhas monocotiledôneas, para a dessecação da soja quando a presença de infestação com folhas largas o posicionamento desse produto é excelente e, pois, a soja é uma folha larga (Rodrigues; Almeida, 2011). Entretanto se estiver presente na área alguma gramínea, será necessário realizar outra aplicação com um graminicida, o que acaba elevando o custo de produção. A absorção é radicular e foliar, apresentando translocação na maioria das vezes pelo xilema (em pré-emergência apresenta translocação via apoplasto), com algum movimento pelo floema, o mecanismo de ação é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase, na síntese da clorofila, as enzimas Protox estão localizadas nas membranas dos cloroplastos (Protox I) e nas mitocôndrias (Protox II). Elas desempenham um papel na rota do glutamato, oxidando protoporfirinogênio IX (protogenio) em protoporfirina IX (proto). Esta última é crucial para a formação de clorofilas. Quando uma molécula herbicida se liga à Protox, impede a formação de proto e provoca o acúmulo de protogênio. Esse protogênio extravasa das membranas e é oxidado pela presença de oxigênio, sendo convertido em proto, a proto, ao reagir na presença de luz e oxigênio, acumula-se no citoplasma e forma espécies reativas de oxigênio (EROs), como superóxido e peróxidos de hidrogênio. Essas EROs são as principais responsáveis pela degradação de lipídios, proteínas e da parede celular é responsável pelos sintomas de necrose e pela subsequente morte das plantas. Assim, o herbicida não atua diretamente como o agente causador da necrose, mas sim através do acúmulo de protogênio no citoplasma, que leva à formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), os verdadeiros componentes fitotóxicos. A luz desempenha um papel crucial nesse processo, tornando esses herbicidas dependentes da luminosidade para induzir a fitointoxicação. (Modo de ação e sintomatologia, 2024).

Já o flumioxazina é um produto de contato, e apresenta seletividade para muitas culturas eudicotiledôneas, e o espectro de controle é restrito para plantas daninhas de folha larga, portanto não controla monocotiledôneas presentes na área. Esse produto apresenta absorção foliar e radicular, e o mecanismo de ação é do grupo inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Na planta atua gerando acúmulo de porfirinas, que apresenta uma característica de ser fotossensível, e promove peroxidação dos lipídeos da membrana. Após a exposição a luz solar as plantas que receberam a aplicação de flumioxazina tornam-se necróticas e morrem (Modo de ação e sintomatologia, 2024).

O carfentrazona é um herbicida não sistêmico, sendo não seletivo, com espectro de controle para plantas daninhas eudicotiledôneas e com absorção foliar, o mecanismo de ação é do grupo inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), sendo o mesmo mecanismo de ação dos flumioxazina, saflufenacil e tiafenacil, (Agrofit, 2024).

O tiafenacil apresenta na sua bula a recomendação para dessecação pré-colheita, onde o mesmo é um herbicida de contato com amplo espectro de controle, apresentando como herbicida de controle em pós-emergência das plantas infestantes, seu mecanismo de ação é do grupo inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). (Agrofit, 2024).

O amicarbazone é um herbicida sistêmico, que apresenta o espectro de controle de espécies de eudicotiledôneas, sendo possível aplicá-lo na pós-emergência ou na pré-emergência das daninhas infestantes, seu mecanismo de ação é do grupo inibidores do fotossistema II (Agrofit, 2024). Os herbicidas inibidores do fotossistema II atuam interrompendo o transporte de elétrons na região das quinonas. Esses inibidores atuam no cloroplasto, bloqueando a cadeia transportadora de elétrons entre o FSII e o FSI. Eles competem com a plastoquinona pelo sítio de ligação Qb na proteína D1 do FSII, inibindo assim o transporte de elétrons. Como resultado, a Qa não é oxidada pela plastoquinona, uma vez que o sítio de ligação está ocupado pelo herbicida, levando ao bloqueio da fotossíntese, fixação de CO₂ e produção de ATP e NADPH, embora essa interrupção do transporte de elétrons ocorra, não é a causa principal da morte das plantas. Com a interrupção da cadeia transportadora, as moléculas de clorofila tornam-se excessivamente energizadas, assim como as porfirinas e flavinas. Esse excesso de energia é transferido para o oxigênio molecular, gerando espécies reativas de oxigênio (EROs), como o oxigênio singlete, radical superóxido, radical hidroxila e peróxido de hidrogênio, essas EROs são letais para as membranas celulares, inicialmente causando peroxidação das membranas dos tilacoides e, em seguida, afetando outras membranas celulares (Modo de ação e sintomatologia, 2024).

O fluorpirauxifeno é um herbicida do grupo de mimetizadores da auxina, é um herbicida sistêmico, com maior foco em controle de plantas daninhas eudicotiledôneas, os herbicidas mimetizadores da auxina causam a morte das plantas por meio de um crescimento celular anormal, alterações na atividade enzimática, respiração e síntese de proteínas, os efeitos fisiológicos desses herbicidas na desregulação do crescimento vegetal podem ser divididos em três fases. Na primeira, há um aumento na biossíntese de etileno, induzido pela ACC sintase, que provoca epinastia, além de um aumento no fitormônio ácido abscísico (ABA). Na segunda fase, ocorre o fechamento dos estômatos e um aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (EROS), juntamente com a inibição do crescimento das raízes, redução do

alongamento dos entrenós e da área foliar. A fase final é marcada pela senescência e morte celular, que manifestam sintomas de clorose e necrose (Modo de ação e sintomatologia, 2024).

Com isso, para mitigar a falta de espectro de controle e até mesmo potencializar a ação de alguns herbicidas por sinergismo, vem surgindo misturas comerciais e de tanque, para assim atingir o esperado de cada produto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram realizados dois experimentos, o primeiro relativo à aplicação de herbicidas isolados e outro relativo a associações de herbicidas, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da grande Dourados – UFGD, localizada no município de Dourados, no estado do Mato Grosso do Sul (clima tropical de monção), nas seguintes coordenadas geográficas: 21° 57' de latitude sul e 46° 51' de longitude oeste. 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). O experimento foi realizado no ano de 2023 e 2024, entre os meses de outubro de 2023 até fevereiro de 2024, o climograma referente ao período do experimento se encontra disposto na Figura 1.

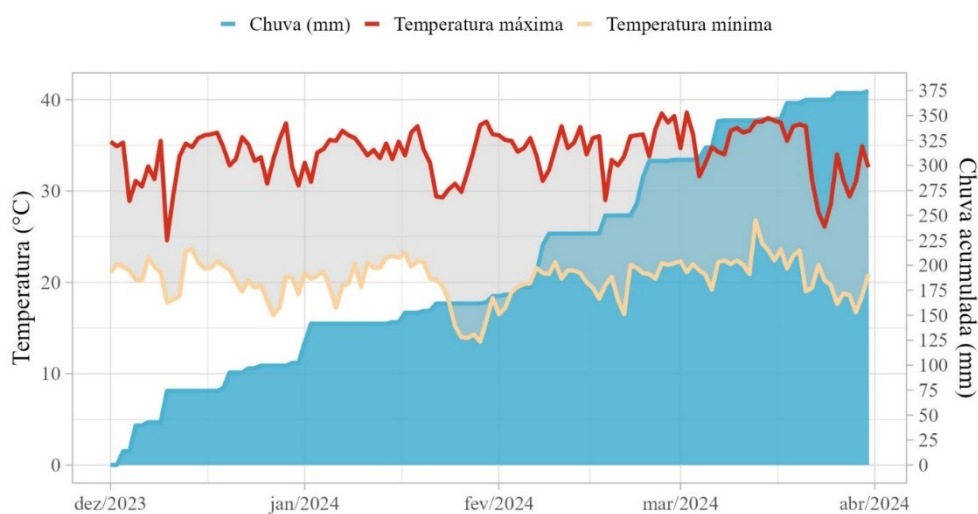


Figura 1. Dados de temperatura média, umidade relativa do ar, e índice pluviométrico durante o período de condução do experimento 09/12/2023 a 20/03/2024. Dourados-MS, UFGD, 2023-2024.

4.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

As unidades experimentais constituíram-se de parcelas 3x5 metros, formando uma área total por parcela de 15 m², com 6 linhas de soja em cada parcela. Onde foram retiradas amostras de solo na área experimental de forma prévia à instalação do experimento. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, com 18 tratamentos de herbicidas, além da testemunha sem aplicação de herbicidas, totalizando 19 tratamentos. O solo para o experimento foi preparado para a semeadura direta, constituindo-se de dessecação pré-semeadura e semeadura direta na palhada. As sementes de soja estavam tratadas antes da semeadura, com fungicida e inseticida, piraclostrobina (5g i.a.ha⁻¹) + tiofanato metílico (45g i.a. ha⁻¹) + fipronil (50g i.a. ha⁻¹) para 100 kg de sementes de soja.

Tabela 1. Análise química do solo no local do experimento em profundidade de 0-20 cm.

Análise química do solo									
cmol/dm³									
Ca	Mg	H+Al	SB	T	Al	K	P	V	pH
								%	SMP
3,63	1,56	6,57	5,27	11,84	0,24	18	28,34	44,5	5,84
pH CaCl₂		pH H₂O		P		K		Al	H+Al
Leitura									
4,73		5,48		0,211		14		0,2	1,88

Fonte: Laboratório de fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas, FCA.

A soja apresentava tecnologia ENLIST variedade Fúria CE a qual foi realizada a semeadura 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 teve como 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.

Para as aplicações dos tratamentos de herbicidas, empregou-se a utilização de 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. A aplicação realizada no estágio R7.3 da cultura da soja. As condições ambientais, no momento da aplicação era de 46%

de umidade, temperatura de 29,3 °C e velocidade do vento de 4,2 km h⁻¹. O experimento constituiu-se de tratamentos com a aplicação isoladas e em associações de herbicidas dessecantes, os quais se encontram alocados com as respectivas doses na tabela 1.

Tabela 2. Aplicação de diferentes herbicidas isolados na dessecação pré-colheita da cultura da soja.

Tratamentos	Produtos	Dose (g i.a.ha ⁻¹)
T1	Saflufenacil	98
T2	Flumioxazina	50
T3	Carfentrazone	30
T4	Diquat	400
T5	Diquat + Flumioxazina (comercial)	400 + 50
T6	Diquat + Amicarbazona (comercial)	400 + 100
T7	Diquat + Saflufenacil	200 + 49
T8	Diquat + Carfentrazone	200 + 25
T9	Florpirauxifeno	5,9
T10	Florpirauxifeno + Flumioxazina	1,9 + 25
T11	Florpirauxifeno + Tiafenacil	1,9 + 50,85
T12	Florpirauxifeno + Amicarbazona	1,9 + 1400
T13	Florpirauxifeno + Saflufenacil	1,9 + 49
T14	Florpirauxifeno + Carfentrazone	1,9 + 25
T15	Tiafenacil	118,65
T16	Tiafenacil + Diquat	50,85 + 400
T17	Tiafenacil + Florpirauxifeno	50,85 + 5,9
T18	Amicarbazona	1400
T19	Testemunha	-----

i.a (Ingrediente ativo). *Adição de óleo mineral (0,5% V/V)

Durante a condução do experimento, realizou-se verificações diárias da pluviosidade na área de execução do experimento. Para tal utilizou-se a base de dados inerente a estação agro meteorológica da Embrapa, interligada ao guia clima, sediada na FAECA. Os dados coletados foram relativos à temperatura máxima e mínima, pluviosidade e umidade relativa do ar no período de condução.

4.3 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS

4.3.1 AVALIAÇÃO DE DESFOLHA E DESSECAÇÃO

Para dessecação da cultura da soja, empregou-se avaliações de fitointoxicação aos 3, 5, 7 e 10 dias após a aplicação dos tratamentos – DAT segundo a metodologia 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 a morte das plantas (morte da planta) (Ewrc, 1964). No mesmo período serão realizadas avaliações da porcentagem de desfolha, as quais serão realizadas através de observações visuais em relação à porcentagem de queda das folhas, de acordo com escala diagramática proposta por Hirano *et al.*, (2010).

A avaliação de desfolha também foram efetuadas aos 3,5,7 e 10 DAT, seguindo a metodologia proposta por (Hirano *et al.*, 2010), pautada em uma escala diagramática para avaliação de desfolha, em imagens obtidas a 1,0 m de altura do solo em vista frontal constituída de seis níveis de desfolha, correspondentes a 5, 15, 45, 65, 85 e 100% de desfolha.

4.3.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA – MÉTODO DA ESTUFA A 105 $\pm 3^{\circ}\text{C}$

O método que foi utilizado é o mesmo proposto por Brasil (1992), que se trata do método padrão para determinação da umidade de grão de soja, o qual é denominado método da estufa. As determinações foram feitas com grãos de soja inteiros utilizando estufa calibrada a 105 °C, e admitindo-se uma variação de $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Onde colocou-se três cápsulas de metal com as tampas por uma hora em estufa a 130 °C. Após esse período, as cápsulas foram retiradas da estufa e transferidas para dessecador por uma hora, após a retirada cápsulas de metal com as tampas do dessecador, uma a uma, foi aferido o peso dos recipientes e as tampas. Em seguida com a balança tarada foi pesado 10g de soja inteira. Os recipientes assim colocados com as amostras na estufa a 105 °C e foi mantido durante 24 horas. Ao retirar as amostras da estufa, os recipientes foram tampados rapidamente e colocados em dessecador por 15 minutos. Então, em seguida efetuou-se a pesagem dos recipientes com as amostras. A porcentagem de umidade foi determinada pela relação entre o peso da amostra contendo água e o peso da amostra seca.

4.3.3 ANÁLISE DE FLORESCÊNCIA DA CLOROFILA

A campo, após 24 horas da aplicação folhas amostrais foram submetidas a determinado período de exposição ao escuro (30 minutos), para tal, as amostras foram envoltas com papel alumínio. Passado o período determinado, foi retirado o papel e realizadas as análises. As leituras foram conduzidas por meio do fluorômetro portátil (OS-30p; Opti-Sciences Chlorophyll Fluorometer, Hudson, NY, USA) sob flash de luz de $1.500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ foi medida a fluorescência inicial (F_0) da clorofila a e a eficiência quântica potencial fotoquímica no fotossistema II (F_v/F_m) e calculada a eficiência de conversão de energia absorvida (F_v/F_0). A taxa de transporte de elétrons (ETR) foi calculada com base na proposta de Laisk e Loreto (1996). . Após a medição, foram considerados os dados para: fluorescência inicial (F_0), Fluorescência Máxima (F_m) e Eficiência Fotoquímica do Fotossistema II (F_v/F_m).

4.3.4 AVALIAÇÃO DE DANOS DE MENBRANAS

Para avaliar os danos de membrana, utilizou-se a metodologia proposta por Vasquez tello et al. (1990). Foram selecionadas cinco folhas homogêneas de cada unidade experimental, que foram transportadas ao laboratório em caixas de isopor com gelo. Em seguida, três discos foliares de 5 mm foram obtidos de cada folha e colocados em tubos de ensaio com 20 mL de água deionizada. Os tubos foram tampados com papel alumínio e mantidos em escuridão por 24 horas, em uma câmara de germinação a 25°C , sem fotoperíodo. Após esse período, a condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$) das amostras foi medida com um condutivímetro, registrando-se a leitura inicial. As amostras foram então submetidas a um banho-maria a 100°C por 60 minutos, após o qual a condutividade elétrica foi medida novamente, registrando-se a leitura final. Os dados referentes aos danos de membrana foram calculados com base na proporção entre a leitura inicial e a final.

4.3.5 PRODUTIVIDADE

Após o término dos períodos de avaliação, as unidades experimentais foram colhidas de forma individual e manualmente, através da retirada da planta completa do campo. No ato de colheita, selecionou-se as três linhas centrais da área útil das parcelas, descartando assim os 0,5 m das extremidades das unidades experimentais de modo a evitar erros e padronizar a colheita, possibilitando a estimativa de produtividade por parcela e massa de mil grãos.

Para a avaliação de produtividade, após o procedimento de trilhadora e obtenção dos grãos de soja, estes foram pesados com o auxílio de uma balança, obtendo se assim a massa total de grãos correspondente a cada parcela, se estabelecendo assim uma correlação para o

estabelecimento da produtividade. Em relação à avaliação de massa de mil grãos, parte das amostras oriundas de cada parcela, foram submetidas individualmente a um contator de grãos NV-C/01, se obtendo os mil grãos de soja em cada parcela. Após a contagem, foi realizada a pesagem, em balança analítica, se obtendo a massa correspondente.

4.3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística das variáveis desfolha, dessecação e porcentagem de dessecação por análise de imagem, foi considerado os modelos aditivos generalizados de localização, escala e forma (GAMLSS) com família Beta Inflacionada de 1 e funções de ligação logit para a média e variância. Com o intuito de verificar os efeitos de Tratamento, Período e da interação aplicou-se o teste de estatística F. Para as análises das variáveis PMMG e Umidade utilizou-se dos modelos lineares com distribuição Normal. Esse estudo utilizou o caterpillar plot para visualizar e comparar os tratamentos ao longo dos diferentes períodos de avaliação. Este método gráfico foi empregado para destacar as diferenças entre os tratamentos e suas variações, proporcionando uma análise visual clara das respostas observadas nas variáveis estudadas.

5 RESULTADOS

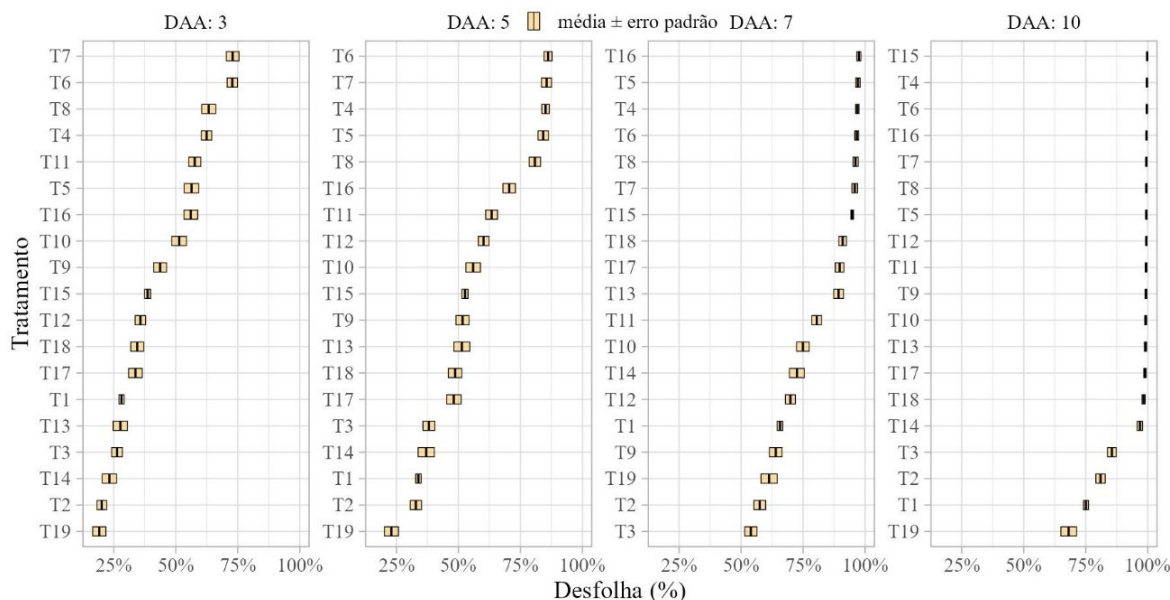
Os resultados indicam que, para as variáveis desfolha e dessecação após aplicação (DAA), houve significância a um nível de 5% pelo teste F da análise de Deviance. Além disso, o teste de normalidade Shapiro-Wilk revelou valores de p de 0,526 para desfolha e 0,803 para dessecação. Esses valores superiores a 0,05 indicam que a distribuição normal modela adequadamente os resíduos produzidos pela regressão GAMILSS. Em relação ao coeficiente de variação foi de 8,93% para a desfolha e de 7,43% para a dessecação, indicando assim uma baixa variabilidade.

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 avaliados os percentuais de Desfolha e Dessecação.

Variável	Estatística F (**, significativo a 5%)				CV(%)	p-SW
	Bloco	Tratamento (T)	DAA	T x DAA		
Desfolha	0,405	38,804**	2893,561**	25,961**	8,93%	0,526
Dessecação	2,585	46,826**	1374,527**	14,036**	7,43%	0,803

**, 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 2 são apresentados os dados de desfolha. Aos 3 DAA foi possível notar que nenhum tratamento atingiu 75 % de desfolha, sendo os tratamentos **T7**-diquat + saflufenacil ($200 + 49\text{g i.a.ha}^{-1}$) e **T6**-diquat + amicarbazona ($400 + 100\text{g i.a.ha}^{-1}$) os que mais se destacaram, atingindo índices próximos a 75% de desfolha, os tratamentos **T4**-diquat (400g i.a.ha^{-1}) e **T8**-diquat + carfentrazone ($200 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$) atingiram valores próximos a 64%, os tratamentos **T5**-diquat + flumioxazina ($400 + 50\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T11**-florpiraxifeno + tiafenacil ($1,9 + 50,85\text{g i.a.ha}^{-1}$) e **T16**-tiafenacil + diquat ($50,85 + 400\text{g i.a.ha}^{-1}$) apresentaram desfolha próximo a 60%. O tratamento **T10**-florpiraxifeno + flumioxazina ($1,9 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$) atingiu valor próximo a 52%, o tratamento **T9**-florpiraxifeno ($5,9\text{g i.a.ha}^{-1}$) atingiu 44% de desfolha, os tratamentos **T15**-tiafenacil ($118,65\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T12**-florpiraxifeno + amicarbazona ($1,9 + 1400\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha^{-1}); e **T17**-tiafenacil + florpiraxifeno ($50,85 + 5,9\text{g i.a.ha}^{-1}$) ficaram próximos a 37% de desfolha, os tratamentos **T1**- saflufenacil (98g i.a.ha^{-1}); **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha^{-1}) e **T13**-florpiraxifeno + saflufenacil ($1,9 + 49\text{g i.a.ha}^{-1}$) atingiram valores superiores a 25% e inferiores a 30%, o tratamento **T14**-florpiraxifeno + carfentrazone ($1,9 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$) apresentou desfolha próxima a 23%, os tratamentos **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha^{-1}) e **T19**-testemunha resultaram em desfolha próxima a 13%.



T1- saflufenacil (98g i.a.ha^{-1}); **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha^{-1}); **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha^{-1}); **T4**-diquat (400g i.a.ha^{-1}); **T5**-diquat + flumioxazina ($400 + 50\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T6**-diquat + amicarbazona ($400 + 100\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T7**-diquat + saflufenacil ($200 + 49\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T8**-diquat + carfentrazone ($200 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T9**-florpiraxifeno ($5,9\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T10**-florpiraxifeno + flumioxazina ($1,9 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T11**-florpiraxifeno + tiafenacil ($1,9 + 50,85\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T12**-florpiraxifeno + amicarbazona ($1,9 + 1400\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T13**-florpiraxifeno + saflufenacil ($1,9 + 49\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T14**-florpiraxifeno + carfentrazone ($1,9 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T15**-tiafenacil ($118,65\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T16**-tiafenacil + diquat ($50,85 + 400\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T17**-tiafenacil + florpiraxifeno ($50,85 + 5,9\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha^{-1}); **T19**-testemunha.

Figura 2. Caterpillar Plot das estimativas dos tratamentos em cada DAA quando avaliada a Desfolha (%).

Aos 5 DAA os tratamentos **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹), **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹), **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹) e **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹) apresentaram desfolha superior a 85%, o tratamento **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹) apresentou desfolha próxima a 80%, o tratamento **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹) resultou em uma desfolha próxima a 70%, os tratamentos **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹) e **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹) apresentaram valores próximo a 62% de desfolha.

O tratamento **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹),) apresentou 57% de desfolha, os tratamentos **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹), **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹), **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹), **T18**-amicarbazone (1400g i.a.ha⁻¹) e **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹) foram superior a 47% e inferiores a 52%, sendo que os tratamentos **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹), **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹), **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹) e **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) atingiram valores superiores a 34% e inferiores a 38%, com a **T19**-testemunha apresentando porcentagens inferior a 25%.

Aos 7 DAA os tratamentos **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹), **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹), **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹), **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹), **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹) e **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹) atingiram valores próximo a 97%, os tratamentos **T18**-amicarbazone (1400g i.a.ha⁻¹), **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹) e **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹) resultaram em valores de desfolha próximo a 90%, o tratamento **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹) atingiu 82% de desfolha.

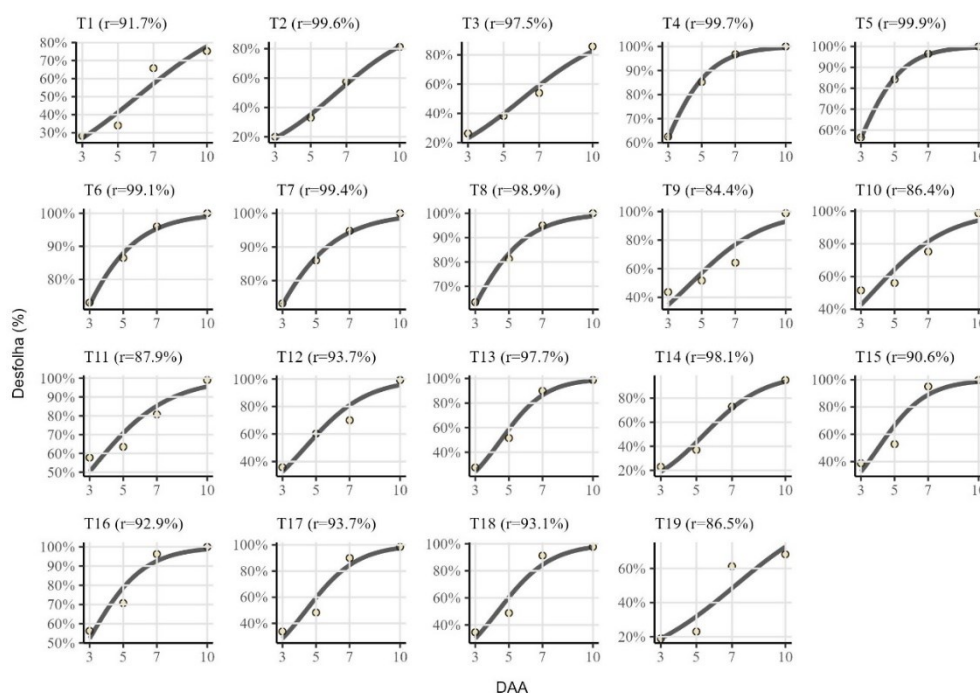
Ainda, vale notar que outros tratamentos performaram com valores inferiores entre 70% a 75%, sendo **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹), **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹) e **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹), os seguintes tratamentos apresentando valores próximos a 63% **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹) e **T19**-testemunha, os demais tratamentos **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) e **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹) apresentaram valores próximos a 55%.

Aos 10 DAA os tratamentos **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹); **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹); **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹); **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹), **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹); **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹); **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹); **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹); **T13**-

florpirauxifeno + saflufenacil ($1,9 + 49\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T15**-tiafenacil ($118,65\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T16**-tiafenacil + diquat ($50,85 + 400\text{g i.a.ha}^{-1}$); **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno ($50,85 + 5,9\text{g i.a.ha}^{-1}$) atingiram 100% de desfolha.

O tratamento **T18**-amicarbazone (1400g i.a.ha^{-1}) por sua vez, atingiu desfolha de 98%, seguido pelo **T14**-florpirauxifeno + carfentrazona ($1,9 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$) que apresentou desfolha próxima a 96%, com alguns tratamentos ficando entre 82% a 85% **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha^{-1}) e **T3**-carfentrazona (30g i.a.ha^{-1}), com os tratamento com menores índice de desfolha sendo o **T1**- saflufenacil (98g i.a.ha^{-1}) que atingiu 75% de desfolha e o **T19**-testemunha que aprestou 62% de desfolha.

Na figura 3 pode-se visualizar o resultado do ajuste de regressão quando avaliada a desfolha, onde é demonstrado que os tratamentos **T1**-saflufenacil (98g.i.a.ha^{-1}), **T2**-flumioxazina (50g.i.a.ha^{-1}), **T3**-carfentrazona (30g i.a.ha^{-1}) e **T19**-Testemunha apresentaram um comportamento linear com o máximo de desfolha próxima a 80%, já os tratamentos **T4**-diquat (400g.i.a.ha^{-1}), **T5**-diquat + flumioxazina ($400 + 50\text{g.i.a.ha}^{-1}$), **T6**-diquat + amicarbazona ($400 + 100\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T7**-diquat + saflufenacil ($200 + 49\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T8**-diquat + carfentrazona ($200 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$) e **T16**-tiafenacil + diquat ($50,85 + 400\text{g i.a.ha}^{-1}$) apresentaram um crescimento inicial da curva acelerado, onde todos os tratamentos aos 5 DAA já apresentavam desfolha superior a 70%, com todos os tratamentos atingindo 100% de desfolha aos 10 DAA, os tratamentos **T9**-florpirauxifeno ($5,9\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T10**-florpirauxifeno + flumioxazina ($1,9 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil ($1,9 + 50,85\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona ($1,9 + 1400\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil ($1,9 + 49\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T14**-florpirauxifeno + carfentrazona ($1,9 + 25\text{g i.a.ha}^{-1}$), **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno ($50,85 + 5,9\text{g i.a.ha}^{-1}$) e **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha^{-1}) apresentaram o comportamento da curva semelhantes, com um crescimento linear inicialmente até os 7 DAA, após isso apresentando um crescimento moderado, com todos tratamentos apresentando valores superiores a 90% de desolha aos 10 DAA.



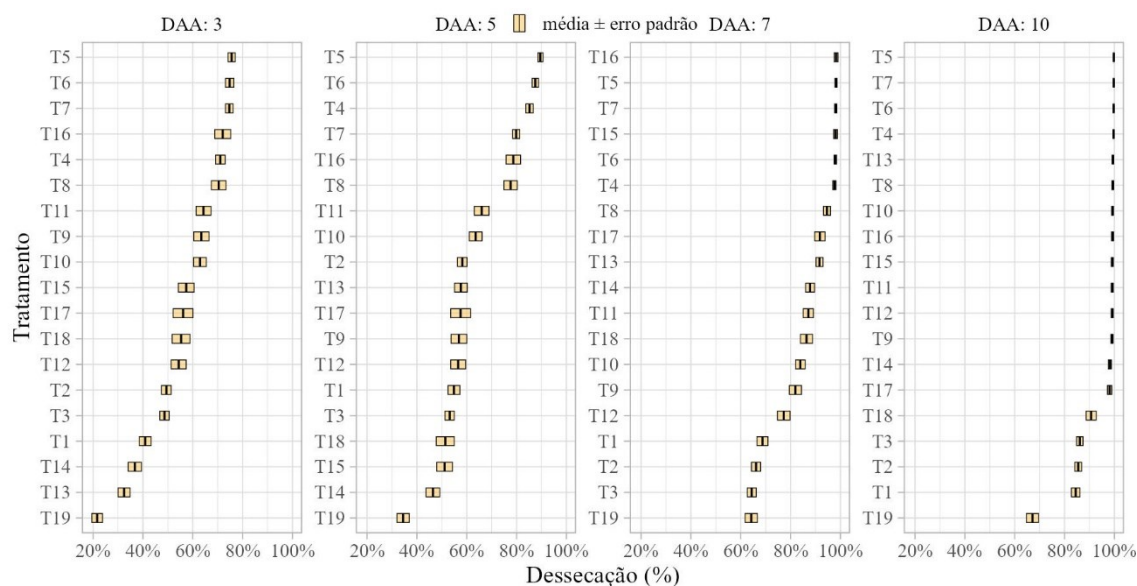
T1- saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹); **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹); **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹); **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹); **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹); **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹); **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹); **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹); **T9**-florpiraxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹); **T10**-florpiraxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T11**-florpiraxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹); **T12**-florpiraxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹); **T13**-florpiraxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹); **T14**-florpiraxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹); **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹); **T17**-tiafenacil + florpiraxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹); **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹); **T19**-testemunha.

Figura 3. Resultado do ajuste da regressão quando avaliada a Desfolha (%) em função dos DAA.

Na figura 4 são apresentados os dados de dessecação. Aos 3 DAA foi observado que nenhum dos tratamentos alcançou uma taxa de dessecação de 80%, porém alguns alcançando valores próximos, sendo eles **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹) e **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹) tendo apresentado valores de dessecação próximos a 75%, com outros tratamentos performando com valores um pouco inferiores, onde os mesmo são o **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹), **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹) e **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹) atingindo valores próximos a 70%, os tratamentos **T10**-florpiraxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹), **T11**-florpiraxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹); e **T9**-florpiraxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹) expressaram valores de dessecação próximos a 65%.

Já os tratamentos **T12**-florpiraxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹), **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹); **T17**-tiafenacil + florpiraxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹); e **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹) resultaram em 55% de dessecação, os tratamentos **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹) e **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) apresentaram dessecação próxima a 50%, tendo o tratamento **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹) resultado em 40% de dessecação. Com os tratamentos **T14**-florpiraxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹) e **T13**-florpiraxifeno

+ saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹) apresentando o valor próximo a 35% de dessecação, com a **T19**-testemunha resultando em dessecação de 20%.



T1- saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹); **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹); **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹); **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹); **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹); **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹); **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹); **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹); **T9**-florpiraxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹); **T10**-florpiraxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T11**-florpiraxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹); **T12**-florpiraxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹); **T13**-florpiraxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹); **T14**-florpiraxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹); **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹); **T17**-tiafenacil + florpiraxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹); **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹); **T19**-testemunha

Figura 4. Caterpillar Plot das estimativas dos tratamentos em cada DAA quando avaliada a Dessecação (%).

Aos 5 DAA o tratamento **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹) foi o único que atingiu 90% de dessecação, seguido pelos tratamentos **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹) que apresentou porcentagem próxima a 88% de dessecação e o tratamento **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹) que atingiu valor próximo a 85%, os tratamentos **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹), **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹) e **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹) apresentaram dessecação próxima a 80%, já os tratamentos **T11**-florpiraxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹) e **T10**-florpiraxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹), foram inferiores a 80% tendo atingido valores próximos a 75% de dessecação.

Os tratamentos **T9**-florpiraxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹), **T12**-florpiraxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹), **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹); **T13**-florpiraxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹), **T17**-tiafenacil + florpiraxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹) ficaram próximos a 60% de dessecação, com os tratamentos **T1**- saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹) e **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹) apresentando resultados próximos a 55% de dessecação, com valores próximos os tratamentos **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹) e **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹) apresentaram 50% de dessecação, com o tratamento **T14**-florpiraxifeno + carfentrazone (1,9

+ 25g i.a.ha⁻¹) expressando 45% de dessecação e o tratamento **T19**-testemunha sendo o único que apresentou índices de dessecação inferiores a 40%, resultando em 35% de dessecação.

Aos 7 DAA os tratamentos **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹), **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹), **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹), **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹) e **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹), atingiram valores superiores a 98% , outros tratamentos apresentaram valores entre 90% a 95% sendo eles **T8**-diquat + carfentrazona (200 + 25g i.a.ha⁻¹), **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹) e **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹).

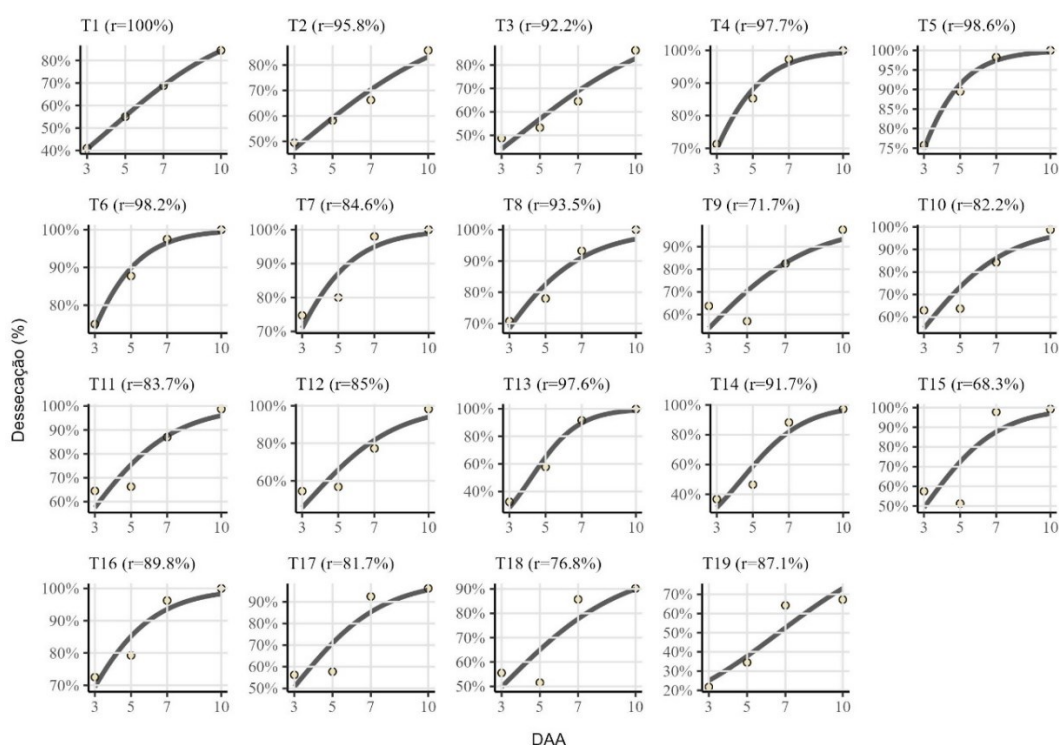
Uma sequência de tratamentos apresentou valores entre 88% a 90% sendo eles **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹), **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹) e **T14**-florpirauxifeno + carfentrazona (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹). Já o tratamento **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹) apresentou dessecação próxima a 84% seguido de perto pelo tratamento **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹) que resultou em valores semelhantes próximos a 82% de dessecação, o tratamento **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹) atingiu o valor aproximado de 78% de dessecação, os demais tratamentos apresentaram valores entre 65% a 70% de dessecação sendo eles **T1**- saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T19**-testemunha, **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) e **T3**-carfentrazona (30g i.a.ha⁻¹).

Aos 10 DAA os tratamentos **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹); **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹); **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹); **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹), **T8**-diquat + carfentrazona (200 + 25g i.a.ha⁻¹); **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹); **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹); **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹); **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹); **T14**-florpirauxifeno + carfentrazona (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹); **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹); **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹), atingiram o valor de dessecação de 100%. Já o tratamento **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹), resultou em dessecação de 90%. Os tratamentos **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹), **T3**-carfentrazona (30g.i.a.ha⁻¹) e **T1**- saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹) resultaram em dessecação de 85% de dessecação, o único tratamento que resultou em dessecação inferior a 80% foi **T19**-testemunha com 67%.

Na figura 5, podemos visualizar o resultado do ajuste de regressão quando avaliada a dessecação, onde é demonstrado que os tratamentos **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹); **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹); **T3**-carfentrazona (30g i.a.ha⁻¹), **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹) e **T19**-Testemunha apresentaram um comportamento linear com o a porcentagem de dessecação aos 10 DAA o tratamento T18 resultou em 90% de dessecação, sendo que os tratamentos **T1**-

saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) e **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹) apresentaram valores de 85% e o tratamento **T19**-Testemunha apresentou porcentagem máxima de 67%.

Já os tratamentos **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹), **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazone (400 + 100g i.a.ha⁻¹), **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹), **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹) e **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹) apresentaram um acelerado crescimento inicial da curva, pois aos 5 DAA já apresentavam dessecação superior a 70%, sendo que esses tratamentos estabeleceram 100% de desfolha aos 10 DAA. Os tratamentos **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹), **T10**-florpirauxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹), **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹), **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹), **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹), **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹), **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹) e **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹) apresentaram crescimento linear até aos 7 DAA, após esse período a curva passou a expressar um crescimento moderado, tendo esses tratamentos aos 7 DAA já ultrapassado 80% de dessecação com exceção do tratamento T12 que apresentou valores próximo a 78%.



T1- saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹); **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹); **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹); **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹); **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹); **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹); **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹), **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹); **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹); **T10**-florpirauxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹); **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹); **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹); **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹); **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹); **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹); **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹); **T19**-testemunha.

Figura 5. Resultado do ajuste da regressão quando avaliada a Dessecação (%) em função dos DAA.

Os resultados demonstrados na tabela 4, comprova que para as variáveis danos de membrana, peso de 1000g, produtividade, umidade (%), taxa de transporte de elétrons (Fv/Fm), Florescência inicial (Fo) e florescência máxima (Fm), apresentaram significância a um nível de 5% pelo teste F da análise de Deviance. Além disso, o teste de normalidade Shapiro-Wilk revelou valores de p de 0,002 para danos de membrana, 0,000 para peso de 1000g, 0,351 para produtividade, 0,133 para umidade (%), 0,420 para taxa de transporte de elétrons (Fv/Fm), 0,061 para Florescência inicial (Fo) e 0,043 para florescência máxima (Fm). Esses valores superiores a 0,05 indicam que a distribuição normal modela adequadamente os resíduos produzidos pela regressão GAMILSS. Em relação ao coeficiente de variação foi de 16,55% para danos de membrana, 10,87% para peso de 1000g, 11,99% para produtividade, 9,86% para umidade (%), 7,98% para taxa de transporte de elétrons (Fv/Fm), 21,84% para florescência inicial (Fo) e 21,39% para florescência máxima (Fm), levando em consideração que é um experimento a campo esses valores indicam uma baixa variabilidade.

Tabela 4. Resultados do Teste F da análise de Deviance seguidos do Coeficiente de Variação (CV) e do valor p do Teste de Normalidade (p-SW).

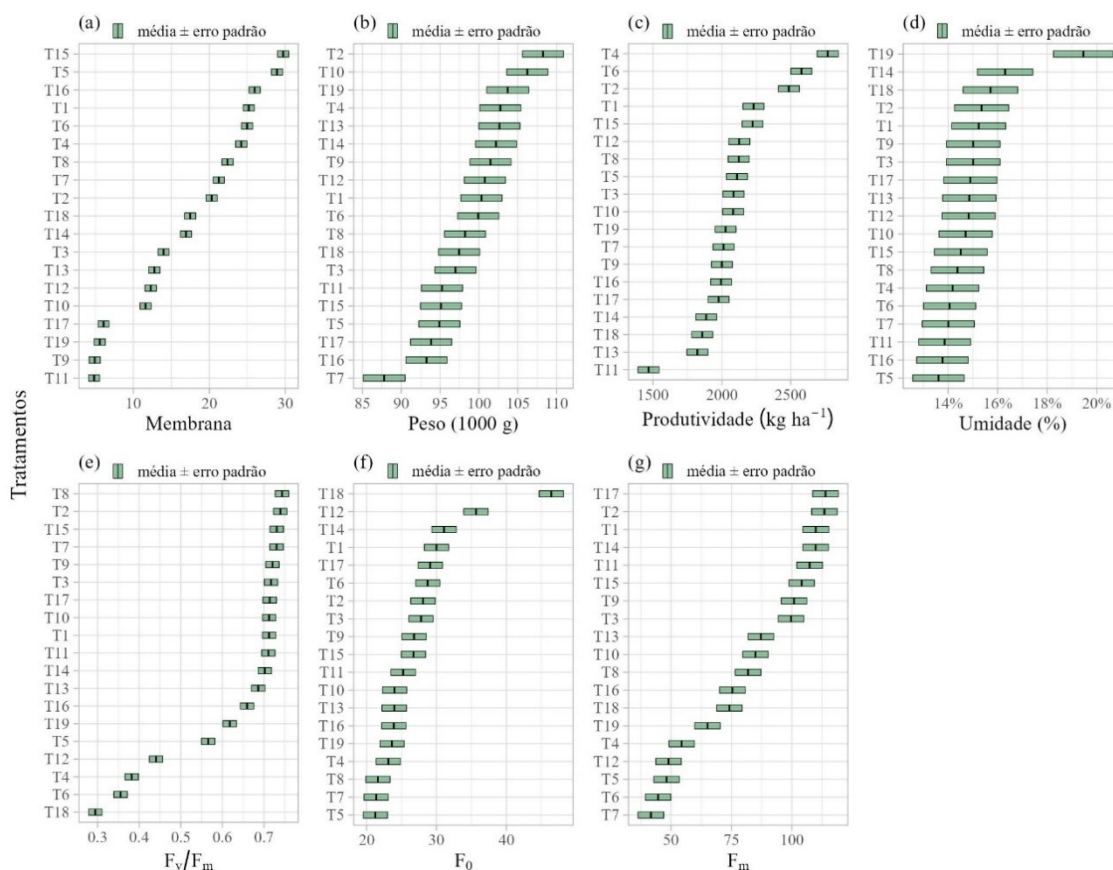
Variável	Estatística F (**, significativa a 5%) Tratamento (T)	CV	p-SW
Danos de Membrana	68,624**	16,55%	0,002
Peso de 1000 grãos	4,019**	10,87%	0,000
Produtividade	13,592**	11,99%	0,351
Umidade (%)	2,974**	9,86%	0,133
Fv/Fm	85,083**	7,98%	0,420
F0	12,275**	21,84%	0,061
Fm	25,648**	21,39%	0,043

**, 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 6 podemos notar que na avaliação de destruição de membrana o tratamento **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹) foi o único que atingiu 30% de dano, com valores próximos ao tratamento **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹) com porcentagem próxima a 28%. Já os tratamentos **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹), **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹) e **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹) apresentaram valores próximos a 25%. Os tratamentos **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹), **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹) e **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹) resultaram em valores inferiores a 23% e superiores a 20%.

Em relação a **T14**-florpiraxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹) e **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹) os valores foram próximos a 17% de danos de membranas. Já

T3-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹), **T10**-florpirauxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹), **T12**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹) e **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹), resultaram em porcentagens entre 11% e 14%. Apenas os tratamentos **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹), **T19**-Testemunha, **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹) e **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹) apresentaram valores menores que 10% de danos de membrana.



T1- saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹); **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹); **T3**-carfentrazone (30g i.a.ha⁻¹); **T4**-diquat (400g i.a.ha⁻¹); **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50g i.a.ha⁻¹); **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100g i.a.ha⁻¹); **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49g i.a.ha⁻¹); **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25g i.a.ha⁻¹); **T9**-florpirauxifeno (5,9g i.a.ha⁻¹); **T10**-florpirauxifeno + flumioxazina (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85g i.a.ha⁻¹); **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400g i.a.ha⁻¹); **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49g i.a.ha⁻¹); **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25g i.a.ha⁻¹); **T15**-tiafenacil (118,65g i.a.ha⁻¹); **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400g i.a.ha⁻¹); **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9g i.a.ha⁻¹); **T18**-amicarbazona (1400g i.a.ha⁻¹); **T19**-testemunha

Figura 6. Caterpillar Plot das estimativas dos tratamentos com herbicidas isolados e em associação para as variáveis: Danos de membranas, Peso de 1000 grãos, Produtividade (Kg.ha⁻¹), Umidade (%), Fv/Fm, F0 e Fm.

Na figura 6 são apresentados os dados de peso de 1000 grãos onde o tratamento **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) resultou no maior valor, próximo a 108gramas, seguido de **T10**-florpirauxifeno + flumioxazina (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹), com 106 gramas. Já **T9**-florpirauxifeno (5,9 g.i.a. ha⁻¹), **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49 g.i.a. ha⁻¹), **T4**-diquat (400 g.i.a. ha⁻¹), **T19**-testemunha, **T10**-florpirauxifeno + flumioxazina (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹); e **T2**- flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) apresentaram valores entre 102 a 104gramas. Em relação a **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T12**-

florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400 g.i.a. ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100 g.i.a. ha⁻¹), o peso foi próximo a 100 gramas. Já os tratamentos **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T3**-carfentrazone (30 g.i.a. ha⁻¹) e **T18**-amicarbazona (1400 g.i.a. ha⁻¹), resultaram em peso próximo a 97 gramas. Para **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85 g.i.a. ha⁻¹), **T15**-teafenacil (118,65 g.i.a. ha⁻¹), **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50 g.i.a. ha⁻¹), **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha⁻¹) e **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400 g.i.a. ha⁻¹), o peso ficou entre 93 e 95 gramas. Já **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49 g.i.a. ha⁻¹), resultou no menor peso, com 87 gramas.

Na figura 6 apresenta os resultados de produtividade, o tratamento **T4** foi o que expressou o maior valor com 2750 kg ha⁻¹, seguido pelos tratamentos **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) e **T6** com valores próximos a 2500 kg ha⁻¹. Já os tratamentos **T1**- saflufenacil (98 g.i.a. ha⁻¹) e **T15**-teafenacil (118,65 g.i.a. ha⁻¹) resultaram em 2250 kg ha⁻¹, com resultados próximos aos tratamentos **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400 g.i.a. ha⁻¹), **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50 g.i.a. ha⁻¹), **T3**-carfentrazone (30 g.i.a. ha⁻¹); e **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹) com produtividade entre 2080 a 2125 kg ha⁻¹. Para os tratamentos **T19**-testemunha, **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49 g.i.a. ha⁻¹), **T9**-florpirauxifeno (5,9 g.i.a. ha⁻¹), **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400 g.i.a. ha⁻¹) e **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha⁻¹); os valores foram próximos a 2000 kg ha⁻¹. Em relação a **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T18**-amicarbazona (1400 g.i.a. ha⁻¹) e **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49 g.i.a. ha⁻¹) os valores foram entre 1800 a 1875 kg ha⁻¹. O único tratamento que apresentou valores inferiores a 1800 kg ha⁻¹ foi **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85 g.i.a. ha⁻¹), com produtividade próxima a 1400 kg ha⁻¹.

Na figura 6d, são demonstrados os valores de umidade dos grãos, sendo que o tratamento **T19**-testemunha atingiu 19,5% de umidade. Para **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹) a umidade foi próxima a 16,3%. Os tratamentos **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) e **T18**-amicarbazona (1400 g.i.a. ha⁻¹) resultaram em umidade entre 15,3 a 15,6%. Em relação a **T9**-florpirauxifeno (5,9 g.i.a. ha⁻¹), **T3**-carfentrazone (30 g.i.a. ha⁻¹), **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha⁻¹), **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49 g.i.a. ha⁻¹) e **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400 g.i.a. ha⁻¹) os valores foram próximos a 15%. Em relação a **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹) e **T15**-teafenacil (118,65 g.i.a. ha⁻¹) as porcentagens foram próximas a 14,6%, seguido de **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T4**-diquat (400 g.i.a. ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100 g.i.a. ha⁻¹), **T7**-diquat + saflufenacil (200 +

49 g.i.a. ha⁻¹) com valores entre 14 a 14,3%. Em relação a **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85 g.i.a. ha⁻¹) e **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400 g.i.a. ha⁻¹) os valores forma próximos a 13,8. **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50 g.i.a. ha⁻¹) apresentou menor valor para umidade com 13,5%.

Na figura 6e são apresentados os dados de Fv/Fm relativos à taxa de transporte de elétrons, destaca-se os tratamentos com herbicidas dos mecanismos de ação do fotossistema II ou I isolados, Logo **T8**-diquat + carfentrazone (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹), **T15**-teafenacil (118,65 g.i.a. ha⁻¹) e **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49 g.i.a. ha⁻¹), apresentaram valores próximo a 0,75 e os tratamentos **T9**-florpirauxifeno (5,9 g.i.a. ha⁻¹), **T3**-carfentrazone (30 g.i.a. ha⁻¹), **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha⁻¹), **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85 g.i.a. ha⁻¹), **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹) e **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49 g.i.a. ha⁻¹) valores próximos a 0,7 na taxa de transporte de elétrons. Já para **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400 g.i.a. ha⁻¹) o valor foi próximo a 0,65 e o tratamento **T19**-testemunha estabeleceu 0,6 sendo estes valores bem próximos. O tratamento **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50 g.i.a. ha⁻¹) apresentou taxa de transporte de elétrons de 0,55 e o tratamento **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400 g.i.a. ha⁻¹) valor próximo a 0,45. Para o tratamento **T4**-diquat (400 g.i.a. ha⁻¹) se observou uma taxa de transporte de elétrons 0,4. O tratamento **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100 g.i.a. ha⁻¹) expressou valor próximo a 0,35. E o tratamento com o menor valor de transporte de elétrons foi **T18**-amicarbazone (1400 g.i.a. ha⁻¹) com 0,3.

Na figura 6f são apresentados os dados de fluorescência inicial, através dessa variável foi possível determinar que quanto maior foi o dano ao complexo de antena maior será o valor da maior será o valor da de fluorescência inicial e consequentemente a extensão do dano observado. Dessa forma, o tratamento **T18**-amicarbazone (1400 g.i.a. ha⁻¹); resultou no maior valor de fluorescência inicial, próximo a 47, seguido por **T12**-florpirauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400 g.i.a. ha⁻¹) que apresentou 35 de fluorescência inicial, já os tratamentos **T14**-florpirauxifeno + carfentrazone (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T1**-saflufenacil (98g i.a.ha⁻¹), **T17**-tiafenacil + florpirauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha⁻¹), **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100 g.i.a. ha⁻¹) apresentaram valores próximos a 30. Valores entre 26 a 28 foram estabelecidos para **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹), **T3**-carfentrazone (30 g.i.a. ha⁻¹), **T9**-florpirauxifeno (5,9 g.i.a. ha⁻¹) e **T15**-teafenacil (118,65 g.i.a. ha⁻¹). Já o tratamento **T11**-florpirauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85 g.i.a. ha⁻¹) apresentou valor próximo a 25 e os tratamentos **T10**-florpirauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T13**-florpirauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49 g.i.a. ha⁻¹), **T16**-

tiafenacil + diquat (50,85 + 400 g.i.a. ha⁻¹), **T19**-testemunha e **T4**-diquat (400 g.i.a. ha⁻¹) resultaram em 24. Os valores mais baixos foram observados para **T8**-diquat + carfentrazona (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹), **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49 g.i.a. ha⁻¹) e **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50 g.i.a. ha⁻¹) próximos a 22.

Na figura 6g, podemos observar o valor de florescência máxima, podemos notar que o tratamento **T17**-tiafenacil + florpiauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha⁻¹) e **T2**-flumioxazina (50g i.a.ha⁻¹) apresentaram valores próximos a 112. Já os tratamentos **T1**- saflufenacil (98 g.i.a. ha⁻¹) e **T14**-florpiauxifeno + carfentrazona (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹) ficaram próximos a 110. O tratamento **T11**-florpiauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85 g.i.a. ha⁻¹), resultou em 107 seguido pelo **T15**-teafenacil (118,65 g.i.a. ha⁻¹) que apresentou 105. Os tratamentos **T9**-florpiauxifeno (5,9 g.i.a. ha⁻¹) e **T3**-carfentrazona (30 g.i.a. ha⁻¹); estabeleceram 100 de florescência máxima e o tratamento **T13**-florpiauxifeno + saflufenacil (1,9 + 49 g.i.a. ha⁻¹) resultou valor de 87. Para **T10**-florpiauxifeno + flumioxzina (1,9 + 25 g.i.a. ha⁻¹) e **T8**-diquat + carfentrazona (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹) os valores ficaram entre 81 a 84, ambos os tratamentos **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400 g.i.a. ha⁻¹) e **T18**-amicarbazone (1400 g.i.a. ha⁻¹) ficaram com valor de 75, o tratamento **T19**-testemunha apresentou valor próximo a 62 e o **T4**-diquat (400 g.i.a. ha⁻¹) valor de 53. Os tratamentos **T12**-florpiauxifeno + amicarbazona (1,9 + 1400 g.i.a. ha⁻¹) e **T5**-diquat + flumioxazina (400 + 50 g.i.a. ha⁻¹) resultou em valor de 50. Os menores valores de florescência máxima foram expressados para **T6**-diquat + amicarbazona (400 + 100 g.i.a. ha⁻¹) e o **T7**-diquat + saflufenacil (200 + 49 g.i.a. ha⁻¹) ambos com valores entre 44 e 46.

6 DISCUSSÃO;

No presente experimento, ao longo dos 3, 5 e 7 DAA, a aplicação de diquat, seja de forma isolada ou associada, promoveu efeitos de desfolha mais rápidos quando comparados aos demais tratamentos, fato perceptível aos 7 DAA, onde os únicos tratamentos com máxima desfolha foram os com diquat na composição, isolados e/ou associados. Resultados semelhantes forma observados na dessecação, pois os únicos tratamentos que estabeleceram o ponto ideal de colheita aos 7 DAA, foram os com diquat.

Isso ocorre, pois o diquat trata-se de um produto de contato o que permite uma rápida velocidade de eficácia e consequente mais rápida expressão dos sintomas quando comparado aos demais herbicidas (Albrecht *et al.*, 2022; Agrofit, 2024) associado a isso, Marchi *et al.*, (2008), explica que herbicidas inibidores do Fotossistema I (diquat) ativam um acceptor de

elétrons na ferredoxina, proteína responsável por transportar elétrons para moléculas NADP^+ , gerando elementos reativos de oxigênio, que, por sua vez, cedem elétrons ao citoplasma e interferem em estruturas celulares e rotas bioquímicas, o que confere a esses herbicidas como sintoma principal, a rápida morte do tecido foliar, visto que ainda que seja um inibidor do Fotossistema I, afeta vários componentes da estrutura celular, como membranas fotossintéticas e pigmentos, resultando na inibição do Fotossistema II (Brunharo; Hanson, 2017).

O rápido efeito do diquat é corroborado pelo trabalho de Albrecht *et al.*, (2022), que ao avaliar a eficácia dos herbicidas diquat e glufosinato sal de amônio em relação à antecipação da colheita da soja, notou que para diquat, o estabelecimento do momento ideal de colheita foi estabelecido entre os 3 e 7 dias após a aplicação, favorecendo assim, a antecipação da colheita. Da Silva *et al.*, (2022), avaliando diferentes herbicidas na dessecação pré-colheita da soja, observou que o herbicida diquat, seja isolado ou em associação com flumioxazina, resultou em efeitos de desfolha superiores a 90% ainda aos 3 dias após a aplicação quando aplicado no estágio fenológico R7.3, o que corrobora com os valores de rápida desfolha observados sob mesmas condições.

É notável ainda que os tratamentos com o herbicida tiafenacil apresentaram altos índices de desfolha e dessecação (próximos ou superiores a 50% aos 3DAA), sendo esses valores superiores aos apresentados pelo herbicida saflufenacil (**T17**-tiafenacil + florpiauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha^{-1}) (próximos a 25%) independentemente se associados (**T11**-florpiauxifeno + tiafenacil (1,9 + 50,85 g.i.a. ha^{-1}), **T16**-tiafenacil + diquat (50,85 + 400 g.i.a. ha^{-1}) e **T17**-tiafenacil + florpiauxifeno (50,85 + 5,9 g.i.a. ha^{-1}) ou aplicados de forma isolada (**T15**). Entretanto, quando comparadas as associações de ambos os herbicidas com diquat (tiafenacil + diquat e saflufenacil + diquat), ambas apresentaram valores muito próximos entre si em todos os períodos de avaliação, enquanto os demais tratamentos com qualquer um de ambos os herbicidas apresentaram menores porcentagens, podendo-se inferir que os altos valores se dão pela associação com diquat.

Yoon *et al.*, (2019), ao avaliar a ação bioquímica dos herbicidas inibidores da enzima PROTOX (tiafenacil e saflufenacil), notou que o herbicida tiafenacil (**T15**-teafenacil (118,65 g.i.a. ha^{-1}) apresentou maior afinidade à enzima alvo, e consequentemente, ocasionou em maior concentração de protoporfirina IX, e ainda, resultando em maior e mais rápida morte celular quando comparado aos efeitos apresentados pelo saflufenacil (**T1**- saflufenacil (98 g.i.a. ha^{-1}). Já em relação ao carfentrazone (**T3**-carfentrazone (30 g.i.a. ha^{-1}), nota-se que o único cenário no qual esse herbicida apresentou rápido efeito de desfolha e dessecação, foi quando associado ao diquat, sendo que esse sinergismo no desempenho é associado ao herbicida inibidor do

fotossistema I, uma vez que a cultura da soja apresenta denominada “tolerância intermediária” ao carfentrazone, ou seja, pode metabolizar parte das moléculas, o que consequentemente, pode vir a ocasionar na menor rapidez de efeitos fitotóxicos (Thompson & Nissen, 2000). Entretanto, vale ressaltar que quando submetida à aplicação de carfentrazona, ainda são encontradas formas tóxicas do ingrediente ativo no corpo vegetal como demonstrado por Thompson & Nissen, 2000, indicando que a proteção da planta contra o carfentrazona pode se dar devido a diferentes fatores como degradação enzimática e sistema antioxidante (Dayan & Duke, 1997).

Ainda, para os demais herbicidas inibidores da PROTOX (saflufenacil e flumioxazina), com exceção de tiafenacil, foram encontrados efeitos semelhantes ao carfentrazona para na dessecação pré-colheita da soja, ou seja, apresentaram baixos índices quando isolados. Esse fato é notado por Soltani *et al.*, (2010), que ao avaliar a tolerância de diferentes leguminosas ao saflufenacil, observou que a soja apresentou certa tolerância para o herbicida, com uma fitotoxicidade decrescente ao longo dos períodos de avaliação, o que indica a metabolização e/ou degradação do herbicida. Além disso, Mahoney *et al.*, (2014), observou que o herbicida flumioxazina quando testada a tolerância da cultura da soja, apresentou valores baixos nos períodos de avaliação, sendo que a fitotoxicidade passou a ser significativa apenas quando associado a herbicidas de outro mecanismo de ação.

Tais fatos são corroborados pelo trabalho de Altmann *et al.*, (2024), no qual o autor notou que a associação: (T8-diquat + carfentrazona (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹) apresentou valores de desfolha iguais a 100% aos 7 DAA, valores estes, semelhantes aos encontrados para a aplicação isolada de diquat (95%). Simultaneamente, Silva *et al.*, (2023), encontrou baixos valores de desfolha para o carfentrazona (50g i.a.ha⁻¹) quando aplicado de forma isolada, sendo que aos 5 dias após a aplicação o valor obtido era de 68,8%. Simultaneamente, o herbicida diquat isolado já apresentava índices próximos a 100% independentemente da dose analisada. Tais fatos são novamente explicados pela capacidade da cultura em metabolizar o herbicida como afirmado por Thompson & Nissen (2000) e Dayan et al. (1997).

Por fim, para ambas as avaliações (desfolha e dessecação), foi possível notar que os menores índices entre todos os tratamentos foram obtidos para os tratamentos que foram compostos pelos herbicidas aplicados de forma isolada, o que ocasionou no fato de que aos 10 DAA, os mesmos tratamentos foram os únicos que não obtiveram valores de desfolha e dessecação ideais para o momento de colheita, permitindo compreender assim, que para saflufenacil (T1), carfentrazona (T3) e flumioxazina (T2) se faz necessário a associação entre herbicidas para a efetiva dessecação e desfolha da Soja Enlist®, enquanto para tiafenacil (T15) e diquat (T4), a associação ou isolada se mostrou efetiva, ainda que o diquat tenha apresentado

índices satisfatório mesmo isolado. Assim como notado nesse experimento, Da Silva *et al.*, (2022), observou que o herbicida saflufenacil apresentou maiores índices de desfolha e dessecação quando associado com o herbicida glufosinato sal de amônio quando comparado com a aplicação isolada.

Ainda, em trabalho de Takano *et al.*, (2020), os autores reforçam a ideia de que o saflufenacil se mostra mais eficaz quando em associação. Como afirmado no trabalho, o sinergismo para saflufenacil com glufosinato se deve principalmente à interação entre o mecanismo de ação de ambos os herbicidas, visto que o glufosinato ocasiona em mudança na rota de glutamato no corpo vegetal, dirigindo os aminoácidos para a síntese de clorofila, que quando associado à ação de herbicidas inibidores da PROTOX (como o saflufenacil) ocasionam o acúmulo de proto, resultando no sinergismo.

Para Fv/Fm, foi possível observar que os menores valores foram obtidos pelo herbicida amicarbazone (T18), indicando menor eficiência fotoquímica do Fotossistema II. Tal fato pode ser explicado pelo mecanismo de ação do produto. De acordo com Yamamoto, (2001), o herbicida amicarbazone, é um inibidor do Fotossistema II, ligando à proteína D e interceptando na passagem de elétrons da plastoquinona A para a B. Esse fato ocasiona a formação de radicais livres, peroxidação de lipídios, e consequente maior emissão de fluorescência pelo aparato fotossintético, uma vez que a fluorescência se refere à energia não utilizada pela clorofila para a fotossíntese, e portanto, é liberada (Dayan & Zaccaro, 2012). Tal afirmação é corroborada pelos resultados obtidos para amicarbazone ao avaliar-se ETR, Fv/Fm e F0, visto que, devido ao mecanismo de ação, observando-se através da aplicação desse herbicida a maior interferência no transporte de elétrons e consequentemente menor eficiência fotoquímica, e consequentemente maiores valores para fluorescência analisada.

Ainda em relação às avaliações realizadas via fluorômetro, nota-se que os dados observados para Fm e Fv/Fm, das plantas tratadas com herbicidas foram inferiores aos da Testemunha. Controversamente, para F0, os índices observados foram superiores. Tal fato foi observado também por Hassannejad *et al.*, (2020) ao avaliar a identificação prévia do modo de ação de herbicidas por avaliações de fluorescência da clorofila. O autor explica tal fenômeno pelo fato de que a variável F0 indica o nível de oxidação da plastoquinona A, e, portanto, maiores valores indicam decréscimo na taxa de energia captada pelo Fotossistema II, que por vez, é resultado de danos ocasionados no Fotossistema II. Portanto, o decréscimo de Fm é explicado pela menor taxa de transferência de elétrons do Fotossistema II, resultando em maior acúmulo de energia impossibilitada de utilização pelo corpo vegetal, sendo, portanto, acumulada na forma de fluorescência.

Por outro lado, para os tratamentos que apresentam o herbicida diquat na composição, foi notado que a associação com herbicida inibidor do Fotossistema II (amicarbazone), ocorreu maior decréscimo da eficiência fotoquímica do Fotossistema II (**T18**-amicarbazone (1400 g.i.a. ha⁻¹), enquanto quando associado a inibidores da PROTOX, apresentou aumento desses valores (**T8**-diquat + carfentrazona (200 + 25 g.i.a. ha⁻¹). A maior eficiência pode ser explicada pelo fato de que o local de ação do herbicida diquat se dá no Fotossistema I, e, portanto, quando associado com o amicarbazone, favoreceu o bloqueio da taxa de transporte de elétrons, apresentando então, menores valores para Fv/Fm e ETR, além de favorecer maior F0 (indicando maiores danos ao Fotossistema II), enquanto diquat isolado, apresentou menor índice visto que não atua diretamente sobre o Fotossistema II.

Entretanto, nota-se que mesmo isolado, os valores obtidos foram próximos aos encontrados pela associação com amicarbazone para Fv/Fm, o que pode ser explicado por Brunharo & Hanson, (2017), que afirmam que plantas expostas ao diquat tem a cadeia de transporte de elétrons comprometida, e, portanto, ocasionam em danos indiretos à eficiência do Fotossistema II. Já em relação aos baixos valores de F0 e Fm, se dão respectivamente pelos fatos de que F0 avalia danos no Fotossistema II, entretanto o local de ação do diquat se dá no Fotossistema I (Agrofit, 2024), e que o herbicida diquat não bloqueia a rota de elétrons, mas sim o desvia da rota bioquímica da fotossíntese, e portanto, não ocorre o acúmulo de energia na forma de fluorescência (Modo de ação e sintomatologia, 2024).

Ainda, os maiores valores encontrados para Fv/Fm para diquat quando em associação com herbicidas inibidores da PROTOX (saflufenacil, carfentrazona e flumioxazina) é explicado por Matringe et al. (1989), que afirma que se deve principalmente ao mecanismo de ação desses herbicidas (inibidores da PROTOX), que ao inibir a enzima proporfirogênio oxidase resultam na formação de protoporfirina IX, responsável pela produção de clorofila e citocromos e associadas no metabolismo vegetal ao magnésio e ferro, logo os herbicidas inibidores da PROTOX resultam em menores valores para emissão de fluorescência e maiores valores para eficiência fotoquímica devido à produção de clorofila.

Em relação à avaliação de danos de membrana, é possível observar que os tratamentos que apresentaram os maiores valores de condutividade foram T15-tiafenacil e T5-diquat + flumioxazina com índices próximos de 30 us/cm. Esses altos valores podem ser explicados pelo fato de que ambos os tratamentos apresentam um herbicida inibidor da PROTOX na composição (tiafenacil e flumioxazina), visto que, de acordo com Barker et al. (2023), Falk et al. (2006) e Zhao et al. (2020), ao promover a conversão de proporfirogênio IX em protoporfirina IX, ocorre acúmulo de substâncias de natureza lipofílica, que, portanto, são

exportadas do interior dos plastídios para o citoplasma e membranas celulares. Então, essas substâncias são convertidas em prótons, que reagem com a luz e oxigênio molecular, formando radicais de oxigênio *singlets*, que resultam na intensa peroxidação dos lipídios das membranas celulares.

Barker et al. (2023), afirma ainda, que plantas submetidas à aplicação de herbicidas inibidores da PROTOX, apresentam rápidos danos celulares e passam por uma sequência específica de processos ocorridos no interior vegetal, que ocasionam na destruição das membranas. Os processos são respectivamente: destruição do tonoplasto (membrana do vacúolo), inchaço das organelas, destruição das membranas das organelas, e então, ocorre o intenso extravasamento celular decorrente da intensa destruição das membranas, e por fim, a ruptura das membranas celulares.

Por outro lado, é notável que os tratamentos com a presença de florpirauxifeno resultaram em valores de danos de membrana significativamente baixos, sendo que se igualaram aos apresentados por T19-Testemunha, o que pode ser explicado pelo fato de que o modo de ação dos herbicidas mimetizadores da auxina passam por um processo mais extenso até a significativa destruição das membranas celulares quando comparado aos inibidores da PROTOX.

Portanto, pode se inferir que a aplicação de florpirauxifeno no estágio fenológico R7.3 não se mostrou vantajosa quando comparada aos demais tratamentos posicionados para essa modalidade. Dessa forma, o melhor posicionamento pode se dar nos estágios anteriores a R7.3 por se tratar de um herbicida sistêmico, o que permitiria a continuidade da translocação de seiva e fotoassimilados, resultando em melhor rendimento quando comparado com a aplicação do herbicida diquat na mesma modalidade, uma vez que devido à rápida ação do diquat, podem ocorrer perdas na produtividade quando posicionado em estágios anteriores (Khamporst & Paulus, 2019).

De acordo com Grossman, (2010), herbicidas mimetizadores da auxina atuam na planta em três fases distintas, sendo: fase de estimulação, inibição do crescimento da raiz, e fase de senescência e ruptura dos tecidos, de modo que os danos aos cloroplastos e destruição de membranas ocorre efetivamente apenas na terceira fase, e as duas primeiras tem duração aproximada de 12 e 24 horas. Portanto, pode se inferir que no momento da realização da avaliação de danos de membrana (24 horas após a aplicação) o processo de destruição de membranas promovido por florpirauxifeno ainda não ocorria de forma significativa (Cobb, 1992; Sterling & Hall, 1997; Grossman, 2003; Fedte & Duke, 2005; Kelley & Riechers, 2007).

Em relação à avaliação de umidade, pode se inferir que os resultados foram satisfatórios em relação ao ponto de colheita uma vez que ainda que todos os tratamentos tenham apresentado teores próximos entre si, todos foram eficazes na redução da umidade dos grãos e tiveram alta diferença para a Testemunha. Tal fato é corroborado por Neto et al. (2007), que afirma que a porcentagem adequada para o momento de colheita da cultura da soja se dá por volta de 13%, sendo que quando os grãos apresentarem umidade superior a 14% se tornam mais suscetíveis à ocorrência de danos mecânicos durante o processo. Controversamente, grãos com teor de umidade inferior a 12% resultam em maior sensibilidade à quebra e prejuízos em termos fisiológicos, podendo, portanto, inferir-se, que para a variedade de soja ENLIST®, se faz necessário a aplicação de herbicidas na dessecação pré-colheita, uma vez que sem a aplicação, a colheita necessitará um intervalo maior de espera.

Ainda, vale ressaltar que o manejo de dessecação pré-colheita da soja ao antecipar o momento da colheita, e consequentemente, reduzir o tempo de permanência da cultura no solo, além de favorecer a uniformização da área, permite a minimização de eventuais perdas ocasionadas por abertura de vagens e grãos ardidos oriundos do ataque de percevejos (Embrapa, 2020). Portanto, pode-se afirmar que tratamentos que, ainda que uniformizem a cultura, mas não antecipam o momento da colheita, como T1-saflufenacil, T2-flumioxazina, T3-carfentrazone e T18-amicarbazona, não se mostram eficazes para a modalidade de manejo na soja Enlist®, uma vez que deixam a cultura suscetível a possíveis perdas ao inviabilizar a colheita antecipada.

7 CONCLUSÕES

Com isso pode-se concluir que o herbicida diquat se mostrou como boa alternativa para a dessecação pré-colheita da soja Enlist®, podendo este, ser posicionado tanto de forma isolada quanto em associação com outros produtos, sendo o mais rápido em expressar os efeitos. O fluorpiraxifeno (T9) também apresenta uma boa opção, mesmo isolado conseguiu aos 10 DAA apresentar valores próximos a 100%, sendo possível adiantar a aplicação dele para R7.1 e R7.2 sem perda de produtividade diferente do diquat. Com exceção dos herbicidas isolados amicarbazona, saflufenacil, flumioxazina e carfentrazone, todos os outros produtos aos 10 DAA apresentaram dessecação da planta de soja, demonstrando que o único herbicida inibidor da PROTOX que permite a aplicação isolada é o tiafenacil, onde o mesmo aos 7 DAA já apresentava valores próximos a 100% de dessecação.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT, 2024. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit, Consulta aberta disponível em: <0>. Acesso: 16 de jan. 2024.
- 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.
- ALBRECHT, L. P. et al. glyphosate e associações em pós-emergência no desempenho agrônomo e na qualidade das sementes de soja RR. *Planta Daninha*, v. 30, n. 1, p. 139-146, 2012a.
- ALTMANN, H. M., MOREIRA, D.g., ADAMSKI, J. L., ANTONOWISKI, M., POTELICKI, V. A., & FIGURA, S. Efeito da Carfentrazona associada a Diquate e glufosinato na dessecação em pré-colheita da soja. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 23(1), 18-22, 2024.
- AZEVEDO, M.D., PAGNONCELLI, C. A., COLTRO-RONCATO, S., MATTE, S.D.S., GONÇALVES, E. D. V., DILDEY, O. D. F., HELING, A. L. Aplicação de diferentes herbicidas para dessecação em pré-colheita de soja. *Revista Agrarian*, v. 8, n. 29, p. 246-252, 2015.
- BARKER, A. L., PAWLAK, J., DUKE, S. O., BEFFA, R., TRANEL, P. J., WUERFFEL, J., & DAYAN, F. E. Discovery, mode of action, resistance mechanisms, and plan of action for sustainable use of Group 14 herbicides. *Weed Science*, 71(3), 173-188, 2023.
- BECCERRIL, J. M. & S. O. DUKE. Protoporphyrin IX content correlates with activity of photobleaching herbicides. *Plant Physiol.* 90:1175–1181, 1989.
- BRUNHARO, C.A.C.G. & HANSON, B.D. Vacuolar sequestration of paraquat is involved in the resistance mechanism in *Lolium perenne* L. spp. multiflorum. *Frontiers in Plant Science*. 8(1485). <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.0148>, 2017.
- BOREM, A.; SANTOS, D. E. *Biotecnologia Simplificada*. 2. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2004. v. 1. 302.
- BOTELHO, F. J. E. et al. Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidas de plantas dessecadas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, 14(3), 2019. Acesso em: 17 mai. 2024.
- BRASIL. *Ministério da Agricultura e Reforma Agrária*. Regras para análise de sementes. Brasília: CLAV/DNDV/SNAD/MA. 365pp, 1992.
- BRUNHARO, C. A. C.g., CHRISTOFFOLETI, P. J., NICOLAI, M. Aspectos dos mecanismos de ação do amônioglufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.13, n.2, p.163-177, 2014
- CARNEIRO, C. E. A., MOLINARI, H. B. C., ANDRADE, g. A., PEREIRA, L. F. P., VIEIRA, L.g. E. Produção de prolina e suscetibilidade ao glufosinato de amônio em plantas transgênicas de citrumelo Swingle. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 5, p. 747-753, 2006.
- COBB, A. H., Auxin-type herbicides, in *Herbicides and Plant Physiology*. Chapman and Hall, London, UK, pp. 82–106, 1992.

CHRISTOFFOLETI, P. J., MEDEIROS, D. E., MONQUEIRO, P. A., PASSINI, T. Plantas daninhas à cultura da soja: controle químico e resistência a herbicidas. In: CÂMARA, g.M.S. (Ed.) *Soja: tecnologia da produção*. Piracicaba: ESALQ, p.179-202. 2000.

CORTEVA. Os eventos de soja transgênica contidos nas variedades de sojas Enlist E3® e Conkesta E3®. Disponível em: <<https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/tecnologias/sistema-enlist.html>>. Acesso em: 20 de jan. 2023.

COMAS, C. C. Dessecação é uma importante estratégia no manejo da soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/31835117/desseccacao-e-uma-importante-estrategia-no-manejo-da-soja>. Embrapa, 2018. Acesso em: 20 de jan. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos, safra 2023/24. 9º levantamento. Acesso em: 22 jun. 2024.

CTNbio. Comissão técnica nacional de biossegurança. Consulta aberta disponível em; <<http://ctnbio.mctic.gov.br/processo-de-ogm>>. Acesso em: 07 de mar. 2023.

DALL'AGNOL, A., O complexo agroindustrial da soja brasileira. *Embrapa Soja Circular Técnica* (INFOTECA-E), 2007.

DAYAN, F. E., S. O. DUKE, J. D. WEETE e H. G. HANCOCK. Seletividade e modo de ação da carfentrazona-etil, um novo herbicida fenil triazolinona. *Pestício. Ciência*. 51:65–73, 1997.

DAYAN, F. E., & ZACCARO, M. L. D. M. Chlorophyll fluorescence as a marker for herbicide mechanisms of action. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 102(3), 189-197, 2012.

DIAS, D. C. F. S. Maturação de Sementes. *Seed News*. 06 nov. 2001. Bimestral. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/2179-maturacao-de-sementes-edicao-novembro-2001>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

DUKE, S. O., J. LYDON, & R. N. PAUL. Oxadiazon activity is similar to that of p-nitrodiphenyl ether herbicides. *Weed Sci*. 37:152–160, 1989.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja / Claudine Dinali Santos Seixas... [et al.] editores técnicos. – Londrina : Embrapa Soja, 2020. 347 p. - (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902 ; n. 17)

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dourados leituras e informações. *Embrapa Agropecuária Oeste*, guia Clima. Disponível em: <www.cpaio.embrapa.br/clima/>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

EMBRAPA. Dessecação é uma importante estratégia no manejo da soja, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31835117/desseccacao-e-uma-importante-estrategia-no-manejo-da-soja>>. Acesso em: 10 de mar. 2024.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of the 3rd and 4rd meetings of EWRC Committee of methods in weed research. *Weed Research*, Oxford, v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

FALK, J. S., AL-KHATIB, K., & PETERSON, D. E. Rapid assay evaluation of plant response to protoporphyrinogen oxidase (protox)-inhibiting herbicides. *Weed technology*, 20(1), 104-112, 2006.

FEDTKE, C. & DUKE, S. O. Herbicides, in *Plant Toxicology*, ed. by Hock B and Elstner EF. Marcel Dekker, New York, NY, pp. 247–330, 2005.

FIETZ, C. R., FISCH, g. F., COMUNELLO, E., FLUMIGNAN, D. O clima da região de Dourados, MS. Dourados: *Embrapa Agropecuária Oeste*. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1079733/1/>>

DOC201713.8FIETZ.pdf> . Acesso em: 13 de mar. 2024.

GARCIA, R. A. Dessecação é uma importante estratégia no manejo da soja. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31835117/dessecao-e-uma-importante-estrategia-no-manejo-da-soja>>. Acesso em: 18 de jan. 2023.

GROSSMANN, K. Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 66(2), 113-120, 2010.

GROSSMANN, K. Mediation of herbicide effects by hormone interactions. *J Plant Growth Regul* 22:109–122, 2003.

HIRANO, M., HIKISHIMA, M., SILVA, A. J. D., XAVIER, S. A., CANTERI, M.g. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. *Summa Phytopathologica*, v.36, n.4, 2010.

HASSANNEJAD, S., LOTFI, R., GHAFARBI, S. P., OUKARROUM, A., ABBASI, A., KALAJI, H. M., & RASTOGI, A. Early identification of herbicide modes of action by the use of chlorophyll fluorescence measurements. *Plants*, 9(4), 529, 2020.

ISAAA'sgM Approval. **Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações de Agrobiotecnologia** Consulta aberta disponível em:<<https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/>> . Acesso: 23 de jan. 2023.

JACOBS, J. M., N. J. JACOBS, T. D. SHERMAN, & S. O. DUKE. Effect of diphenyl herbicides on oxidation of protoporphrinogen to protoporphyrin in organellar and plasma membrane enriched fractions of barley. *Plant Physiol.* 97:197–203, 1991.

KAMPHORST, A., & PAULUS, C. Herbicidas para dessecação pré-colheita em soja como alternativa em substituição ao Paraquat. *Revista Cultivando o Saber*, 54-62, 2019.

KELLEY, K. B. & RIECHERS, D. E. Recent developments in auxin biology and new opportunities for auxinic herbicide research. *Pestic Biochem Physiol* 89:1–11, 2007.

NETO, J. B. F., KRZYZANOWSKI, F. C., PÁDUA,g. P., COSTA, N. P. HENNING, A. A. Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade. *Londrina: Embrapa Soja*, 2007. 12p. (Circular técnica, 40).

MAHONEY, K. J., TARDIF, F. J., ROBINSON, D. E., NURSE, R. E., & SIKKEMA, P. H. Tolerance of soybean (*Glycine max* L.) to protoporphyrinogen oxidase inhibitors and very long chain fatty acid synthesis inhibitors applied preemergence. *American Journal of Plant Sciences*, 2014.

MARCHI,g., MARCHI, E. C. S., &gUIMARÃES, T.g. Herbicidas: mecanismos de ação e uso. Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E), 2008.

MATRINGE, M. J., CAMADRO, J., LABETTE, P., SCALLA, R. Protoporphyrinogen oxidase as a molecular target for diphenyl ether herbicides. *BiochemistryJournal*, v.260, p.231-235, 1989.

MONSANTO. Produtos: herbicidas. 2012. Disponível em: <http://www.monsanto.com.br/produtos/herbicidas/herbicidas.asp> . Acesso em: 13 de dez. 2022.

Modo de ação e sintomatologia: como funcionam os herbicidas da absorção aos efeitos tóxicos que controlam as plantas daninhas / organizador: Cristiano Piasecki. - Santo Ângelo :Metrics, 2024. Disponível em: <https://editorametrics.com.br/livro/modo-de-acao-e-sintomatologia-como-funcionam-os-herbicidas>

OLIVEIRA, A. P. de; FERREIRA, B. S. BIOTECNOLOGIA ALIADA DA AGRICULTURA E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA. Revista científica eletrônica de ciências aplicadas da FAIT, 2020. Itapeva-SP. Disponível em: http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/SMli3MfWJotMX7I_2021-6-8-16-41-51.pdf. Acesso em: 18 jun. 2024.

PINTO, R. S. et al. Qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita. *Nativa*, v. 5, p. 463-470, 2017.

PLACIDO, H. F. Como fazer a dessecação da soja para colheita eficiente, 2020. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/dessecacao-de-soja-para-colheita/#>>. Acesso em: 12 de fev. 2023.

QUADROS, A. S., BANDEIRA, L., KASPER, N., ALVES, P. L. C. A., CONTI, L., IANCOTTI, P. R. F. Associações de herbicidas na dessecação pré-semeadura de soja. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.19, n.3, 2020.

RASBAND, W. S. ImageJ. Bethesda, Maryland: U. S. National Institutes of Health, 2011. Disponível em: <<https://imagej.nih.gov/ij>>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **guia de herbicidas**. 7. ed. Londrina: PbR, 648 p. 2018.

SAUER, H., WILD, A., RUHLE, W. The effect of phosphinotricin (glufosinate) on photosynthesis. II. The causes of inhibition of cell photosynthesis. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung*, v.42, n.3, p.270-278, 1987.

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, 2022.

SILVA, G. F. D., CHAMMA, L., LUPERINI, B. C. O., CHAVES, P. P. N., CALONEGO, J. C., NAKAGAWA, J., & SILVA, E. A. A. D. Physiological quality of soybean seeds as a function of soil management systems and pre-harvest desiccation. *Agronomy*, 13(3), 847, 2023.

SILVA, A. A. et al. Aspectos fitossociológicos da comunidade de plantas daninhas na cultura do feijão sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 17-24, 2005.

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.

SOLTANI, N., SHROPSHIRE, C., & SIKKEMA, P. H. Sensitivity of leguminous crops to saflufenacil. *Weed Technology*, 24(2), 143-146, 2010.

STERLING, T. M. & HALL, J. C. Mechanism of action of natural auxins and the auxinic herbicides, in *Herbicide Activity: Toxicology, Biochemistry and Molecular Biology*, ed. by Roe RM, Burton JD and Kuhr RJ. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, pp. 111–141, 1997.

TAKANO, H. K., BEFFA, R., PRESTON, C., WESTRA, P., & DAYAN, F. E. Glufosinate enhances the activity of protoporphyrinogen oxidase inhibitors. *Weed Science*, 68(4), 324-332, 2020.

THOMPSON, W. M.; NISSEN, S. J. Influence of shade and irrigation on the response of corn (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*), and wheat (*Triticum aestivum*) to carfentrazone-ethyl. *Weed Science*, Lawrence, v. 16, n. 2, p. 314-318, 2000.

TSUKAHARA, R. Y. et al. Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 51, n. 8, p. 905-915, 2016.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00344-003-0119-3> Vasquez-Tello, A., Yzuily-Fodil, A.T., P Ham Thi; Vieira da Silva, J.(1990).Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar contente as physiological tests for screening resistance to water stress in phaseolus and Vigna species.

YAMAMOTO, Y. Quality control of photosystem II. *Plant Cell Physiol.*, v. 42, n. 2, p. 121-128, 2001.

YOON, J., HAN, Y., AHN, Y. O., HONG, M. K., & SUNG, S. K. Characterization of HemY-type protoporphyrinogen IX oxidasegenes from cyanobacteria and their functioning in transgenic Arabidopsis. *Plant molecular biology*, 101(6), 561-574, 2019.

ZHAO, L. X., JIANG, M. J., HU, J. J., ZOU, Y. L., GAO, S., FU, Y., & YE, F. Herbicidal activity and molecular docking study of novel PPO inhibitors. *Weed Science*, 68(6), 565-574, 2020.

ZUFFO, A.; SANTOS, M. A.; OLIVEIRA, I. C.; ALVES, C. Z.; AGUILERA, J. G.; TEODORO, P. E. Does chemical desiccation and harvest time affect the physiological and sanitary quality of soybean seeds? *Revista Caatinga*, v. 32, n. 4, p. 934-942, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n409rc>.