



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**Posicionamento de herbicidas isolados e/ou associados na
dessecação pré-colheita de soja X-Tend-Intacta**

João Victor de Oliveira Moura
Letícia Harumy Brito Ohashi

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2023



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Posicionamento de herbicidas isolados e/ou associados na dessecação pré-colheita de soja X-Tend-Intacta

João Victor de Oliveira Moura

Letícia Harumy Brito Ohashi

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vinícius da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado à Universidade Federal da Grande
Dourados, como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2023



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O36p Ohashi, Leticia Harumy Brito
Posicionamento de herbicidas isolados e/ou associados na dessecação pré-colheita de soja
X- Tend-Intacta [recurso eletrônico] / Leticia Harumy Brito Ohashi, João Victor de Oliveira Moura.
-- 2023.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Paulo Vinícius da Silva .
TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2023.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Dessecantes. 2. Antecipação. 3. Glycine max. 4. Alternativas. 5. Maturação. I. de Oliveira Moura, João Victor. II. Silva, Paulo Vinícius Da. III. 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.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Posicionamento de herbicidas isolados e/ou associados na dessecação pré-colheita de soja X-Tend-Intacta

Por

João Victor de Oliveira Moura

Letícia Harumy Brito Ohashi

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em: 31 de agosto de 2023

Documento assinado digitalmente
gov.br PAULO VINICIUS DA SILVA
Data: 11/09/2023 14:39:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva

Orientador – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
gov.br MUNIR MAUAD
Data: 11/09/2023 22:08:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Munir Mauad

Membro da banca – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
gov.br ELIAS SILVA DE MEDEIROS
Data: 12/09/2023 13:03:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Elias Silva de Medeiros

Membro da banca – UFGD



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que, de maneira direta e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, dentre os quais:

À Deus, pela graça da vida e todas as bênçãos concedidas.

À nossa família, pelo apoio absoluto e amor incondicional.

A todos na Universidade Federal da Grande Dourados - professores, técnicos, direção e administração - nosso sincero reconhecimento pelo apoio fundamental prestado. Sua dedicação tem sido essencial para nosso progresso e para que pudéssemos vislumbrar novos horizontes.

Ao nosso orientador Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva, pela admirável dedicação em nos conduzir e sanar as dúvidas de maneira clara. Assim como à disposição para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos demais orientados e integrantes do GEPLAD, grupo de estudos em plantas daninhas, pela solicitude, nos amparando em momentos imprescindíveis no decorrer das atividades.

Agradecemos ao Prof. Dr. Elias Medeiros pelo essencial suporte nas análises estatísticas necessárias para a conclusão deste projeto. Sua contribuição foi de valor inestimável.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 A cultura da soja e sua importância socioeconômica	13
3.2 Tecnologia X-TEND.....	13
3.3 Dessecação pré-colheita	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Local de realização do Experimento	17
4.2 Instalação e Condução do Experimento.....	17
4.3 Avaliações Experimentais.....	20
4.3.1 Avaliação de Dessecação e Desfolha.....	20
4.3.2 Determinação do Teor de Água – Através de Estufa a 105 ± 3 °C.....	22
4.3.3 Produtividade.....	23
4.3.4 Análise estatística.....	23
5. RESULTADOS.....	24
5.1 ImageJ.....	25
5.2 Análises visuais de desfolha e fitotoxicidade	26
5.3 Peso de mil grãos	33
5.4 Produtividade	34
6. DISCUSSÃO.....	35
7. CONCLUSÃO	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



Moura, Oliveira de, João Victor; Ohashi, Harumy Brito, Letícia. **Posicionamento de herbicidas isolados e/ou associados na dessecação pré-colheita de soja X-Tend-Intacta**, 2023. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrônômica) - Faculdade de ciências agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2023.

RESUMO

A dessecação pré-colheita no sistema produtivo de soja, contribui para o controle de plantas daninhas, homogeneização e uniformização das plantas de soja de forma prévia à colheita. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor posicionamento de herbicidas isolados ou associados na dessecação pré-colheita da soja X-Tend-Intacta. Para tal foi realizado um experimento em campo na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com aplicação dos seguintes tratamentos de herbicidas no estágio fenológico R7.3 da soja: glufosinato (400g ha^{-1}); saflufenacil (70g ha^{-1}); flumioxazin (50g ha^{-1}); carfentrazone (20g ha^{-1}); diquat (400g ha^{-1}); tiafenacil ($67,8\text{g ha}^{-1}$); diquat + flumioxazin ($747 + 50\text{g ha}^{-1}$); diquat + amicarbazone ($747 + 100\text{g ha}^{-1}$); diquat + carfentrazone ($300 + 20\text{g ha}^{-1}$); diquat + glufosinato ($300 + 300\text{g ha}^{-1}$); diquat + tiefenacil ($300 + 50,35\text{g ha}^{-1}$); diquat + saflufenacil ($300 + 35\text{g ha}^{-1}$); glufosinato + saflufenacil ($300 + 35\text{g ha}^{-1}$); glufosinato + flumioxazin ($300 + 20\text{g ha}^{-1}$); glufosinato + carfentrazone ($300 + 20\text{g ha}^{-1}$) e glufosinato + tiafenacil ($300 + 50,35\text{g ha}^{-1}$), além da testemunha sem aplicação de herbicidas. Aos 3, 5, 7 e 10 dias após a aplicação (DAA), ocorreram avaliações visuais de fitotoxicidade, desfolha, captura de fotos das parcelas para análise de dessecação das plantas, através do software ImageJ, e teor de umidade dos grãos. Ao final das avaliações transcorreram-se ainda análises de produtividade e peso de 1000 grãos. Os dados foram submetidos à análise de *Deviance* com 5% de significância para todas as variáveis pelo teste F, e ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade. Na presença de interação entre os fatores, estes foram desdobrados e analisados através de Teste de Tukey (5% de significância) e por regressão GAMLSS. Nenhum dos herbicidas isolados ou associados apresentaram diferença entre si na avaliação da porcentagem de área dessecada através do software ImageJ, teor de água dos grãos e peso de mil grãos. Porém, ao avaliar fitotoxicidade e



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

desfolha, houve significância entre os tratamentos com herbicidas. Considerando as condições climáticas durante o estudo realizado, o herbicida diquat proporcionou um rápido efeito na fitotoxicidade e desfolha. Em contrapartida, o glufosinato de amônio apresentou maior lentidão em seu efeito dessecante. Dentre os herbicidas inibidores da PROTOX, destaca-se o tiafenacil pela rápida ação fitotóxica, devido à maior quantidade de acúmulo de protoporfirina IX. Saflufenacil ao ser associado ao glufosinato de amônio, apresenta efeito dessecante mais rápido do que aplicado de forma isolada. Por fim, a prática de dessecação proporcionou maior produtividade com o uso do herbicida diquat comparado à testemunha sem aplicação.

Palavras-chave: *Glycine max*; Dessecantes; Antecipação; Alternativas; Maturação.



ABSTRACT

Pre-harvest desiccation in the soybean production system contributes to weed control, homogenization, and uniformization of soybean plants prior to harvest. In light of the aforementioned, the aim of this study was to evaluate the optimal positioning of isolated or combined herbicides in the pre-harvest desiccation of X-Tend-Intacta soybeans. For this purpose, a field experiment was conducted at the Experimental Farm of Agricultural Sciences (FAECA) of the Federal University of Grande Dourados - UFGD. The experimental design was randomized complete blocks, with the application of the following herbicide treatments at the R7.3 phenological stage of soybeans: glufosinate (400g ha⁻¹); saflufenacil (70g ha⁻¹); flumioxazin (50g ha⁻¹); carfentrazone (20g ha⁻¹); diquat (400g ha⁻¹); tiafenacil (67.8g ha⁻¹); diquat + flumioxazin (747 + 50g ha⁻¹); diquat + amicarbazone (747 + 100g ha⁻¹); diquat + carfentrazone (300 + 20g ha⁻¹); diquat + glufosinate (300 + 300g ha⁻¹); diquat + tiafenacil (300 + 50.35g ha⁻¹); diquat + saflufenacil (300 + 35g ha⁻¹); glufosinate + saflufenacil (300 + 35g ha⁻¹); glufosinate + flumioxazin (300 + 20g ha⁻¹); glufosinate + carfentrazone (300 + 20g ha⁻¹); and glufosinate + tiafenacil (300 + 50.35g ha⁻¹), in addition to the control without herbicide application. At 3, 5, 7, and 10 days after application (DAA), visual assessments of phytotoxicity and defoliation were conducted, and photos of the plots were taken for plant desiccation analysis using ImageJ software, grain moisture content was also measured. At the end of the evaluations, productivity and 1000-grain weight were analyzed. The data were subjected to Deviance analysis at 5% significance for all variables using the F-test, and the Shapiro-Wilk test was applied to check for normality. In the presence of interaction between factors, they were further analyzed using the Tukey test (5% significance) and GAMLSS regression. None of the isolated or combined herbicides showed differences in the evaluation of the percentage of desiccated area using ImageJ software, grain moisture content, and 1000-grain weight. However, when evaluating phytotoxicity and defoliation, there was significance among the herbicide treatments. Considering the climatic conditions during the study, the herbicide diquat provided a rapid effect on phytotoxicity and defoliation. On the other hand, glufosinate ammonium exhibited a slower desiccating effect. Among the PROTOX-inhibiting herbicides, tiafenacil stood out for its rapid phytotoxic action due to a higher accumulation of



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

protoporphyrin IX. When saflufenacil was combined with glufosinate ammonium, it had a faster desiccating effect compared to applied alone. Ultimately, the desiccation practice led to higher productivity with the use of the diquat herbicide compared to the control without application.

Keywords: *Glycine max*; Desiccants; Anticipation; Alternatives; Maturation.



1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L). Merrill] é uma leguminosa de origem chinesa, que adquiriu importância econômica para o país em meados da década de 1940 e 1960, “impulsionada pela política de subsídios ao trigo, visando sua autossuficiência nacional” (ALVES et al. 2022). Essa importância pode ser observada através do setor econômico brasileiro, uma vez que, a produção da safra de 22/23 foi cerca de 154,5 milhões de toneladas, tornando o Brasil o maior produtor do mundo (CONAB, 2023).

Esse avanço é um reflexo das novas tecnologias utilizadas no campo, dentre esses um dos fatores que podem contribuir é a disponibilidade de variedades com tolerância a herbicidas, como o caso da soja Intacta 2 Xtend. Cultivares com essa tecnologia apresentam tolerância aos herbicidas glifosato e dicamba, a tolerância ao dicamba se deve pelo uso do gene dicamba monooxygenase (DMO), presente na *Pseudomonas maltophilia* (cepa DI-6), uma bactéria que codifica para Rieske não heme monooxygenase, transformando assim o dicamba em ácido 3-6-diclorosalicílico (NANDULA, 2019). Sendo assim, é inserido como uma nova opção para dessecação pré-semeadura na cultura da soja, permitindo maior flexibilidade no tempo entre uso do produto e plantio da cultura, que pode ser realizado em seguida da aplicação (OLIVEIRA e FERREIRA, 2020).

Mediante ao uso da soja Intacta 2 Xtend, surgem dúvidas em relação ao posicionamento de herbicidas, e o possível equívoco em cogitar que a mesma é tolerante ao glufosinato de amônio, como a soja Enlist E3® da Corteva. Ademais, surgem apontamentos se a dessecação pré-colheita na soja Intacta 2 Xtend pode ser influenciada pela tolerância dos herbicidas que compõem o seu pacote tecnológico (WECHSLER et al., 2019). O esclarecimento dessas dúvidas se faz necessário, pois a dessecação é uma prática que contribui para a rentabilidade da produção, já que promove perda de água dos grãos, queda das folhas e secamento das hastes das plantas, culminando em uniformização da área e estabelecimento da umidade ideal dos grãos entre 13 e 15%, viabilizando a antecipação da colheita (KAMPHORST e PAULUS, 2019).

Além disso, essa prática também contribui para o controle de plantas daninhas prejudiciais à colheita e na redução de infestação na cultura cultivada em sucessão (LERMEN e LAZZARETI, 2019). Além disso, antecipa o planejamento da próxima cultura, sendo que em



regiões como o Centro-Oeste, onde há predominância da sucessão soja-milho, possibilita a semeadura desta segunda cultura de forma antecipada, resultando em melhores condições climáticas para o seu desenvolvimento (DE QUADROS et al., 2023).

Em contrapartida, o produtor tem a opção de não realizar a dessecação pré-colheita, porém devem ser consideradas as vantagens em utilizar essa prática (SILVA et al. 2023). Visto que, o uso frequente de variedade de soja com ciclos mais curtos, que atingem a maturação fisiológica mais precocemente, porém de maneira desuniforme, evidencia a importância da utilização de ferramentas de manejo, visando minimizar perdas pós maturação fisiológica e uniformização da cultura (BOTELHO et al., 2022).

Somado a isso, evitam a permanência da cultura em condições climáticas desfavoráveis como ocorrência de chuvas e a alta umidade relativa do ar, que podem atrasar a colheita, já que provoca o risco de perder aplicações de herbicidas e dificultam a entrada de maquinários devido ao solo encharcado. Dessa forma, o grão se torna vulnerável e mais exposto a doenças e pragas, afetando aspectos quantitativos, qualitativos e sanitários do produto a ser colhido (BOTELHO et al., 2019).

No âmbito desta situação, a técnica de dessecação prévia à colheita emerge como uma opção plausível com vistas a adiantar o ciclo produtivo da soja. Mediante a utilização de agentes herbicidas desseccantes, torna-se viável atenuar as consequências derivadas da persistência da cultura no campo, abrindo espaço para um aprimoramento na estratégia de colheita da soja. (KAMPHORST e PAULUS, 2019). Dessa forma, o momento ideal para esta prática é quando o estágio fenológico da cultivar está em R7.3, na qual as vagens atingiram 75% do grau de maturação completa (LERMEN e LAZARETTI, 2019), uma vez que, nesse momento a planta chega ao seu peso máximo de matéria seca e interrompe a translocação para os grãos.

Em um passado recente, o paraquat representava o principal herbicida para dessecação pré-colheita, o qual se trata de um herbicida de contato não-seletivo, que age no sistema da membrana fotossintética (chamado Fotossistema I), porém sua comercialização foi banida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária oficialmente em 22 de setembro de 2020 (ANVISA, 2020). A proibição foi realizada com base nas conclusões do Parecer Técnico de Reavaliação nº 08/GGTOX/Anvisa, de 13 de junho de 2016, e visa a redução do risco aos agricultores e trabalhadores que sofrem exposição crônica ao produto (DINIZ et al., 2023).



Mediante a saída do paraquat, alternativas surgiram para substituí-lo. Herbicidas como o diquat, inibidor da fotossíntese no fotossistema I, e o glufosinato de amônio, que atua inibindo a enzima Glutamina Sintetase (GS) na rota de assimilação do Nitrogênio, começaram a ser mais empregados no manejo de dessecação pré-colheita. Outros herbicidas menos utilizados como flumioxazin, carfentrazone, saflufenacil e tiafenacil, inibidores da PROTOX, também representam opções para os produtores (DO CARMO et al., 2023).

Adicionalmente, as empresas desenvolveram herbicidas em associações para tentar suprir o déficit de dessecantes no mercado, como o diquat + flumioxazin, sendo o primeiro um herbicida de contato que atua inibindo a fotossíntese no fotossistema I e o segundo com ação na PROTOX. Outra associação comercial é o diquat + amicarbazone, sendo que o segundo herbicida atua inibindo o fotossistema II (AGROFIT, 2023).

Associações de tanque podem ser empregadas, sendo que essas podem melhorar a dessecação da soja, por conta do sinergismo (associação de dois produtos que potencializa a eficácia de controle). Entretanto, incompatibilidades físico-químicas entre os produtos podem ocorrer, ao exemplo do antagonismo que alteram a absorção, translocação e metabolização no sítio de ação na planta, ocasionando diminuição ou perda da aplicação do herbicida (DE QUADROS et al., 2023).

Dessa forma, é fundamental pesquisas que desmistificam a dessecação pré-colheita na soja com tolerância ao dicamba, plataforma Intacta 2 Xtend, de uma forma que avalie o melhor posicionamento dos herbicidas isolados ou associados que contribuam para um manejo eficaz. Pois como citado anteriormente, é evidente a importância da dessecação, visto que esta prática pode afetar diretamente na produtividade e ganho de tempo para os produtores.

2. OBJETIVOS

Este trabalho objetivou avaliar o melhor posicionamento de herbicidas isolados ou associados na dessecação pré-colheita da soja X-Tend-Intacta. Além disso, foram considerados objetivos específicos como a determinação do efeito de fitotoxicidade, desfolha, teor de água dos grãos e produtividade da cultura da soja, sendo avaliados em dias após a aplicação dos tratamentos.



3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da soja e sua importância socioeconômica

A soja desempenha um papel de vital importância na economia global, sendo sua relevância na esfera socioeconômica derivada do amplo aproveitamento de seus grãos. Essa leguminosa oferece uma variedade de produtos e subprodutos essenciais tanto para o consumo humano quanto para a alimentação animal, abrangendo um leque diversificado de necessidades. Além disso, a soja desempenha um papel crucial como matéria-prima na fabricação de uma gama de produtos industrializados, contribuindo para cadeias produtivas complexas e interconectadas. Adicionalmente, a cultura emerge como uma fonte viável de biocombustível alternativo, alinhando-se com as crescentes demandas por fontes energéticas mais sustentáveis e renováveis (YOKOYAMA, 2022).

De acordo com a CONAB (2023), o Brasil tem mantido o posto de maior produtor de soja do mundo desde 2020, somente a última safra somou 155 milhões de toneladas da cultura, sendo 47% representada pelo centro-oeste do país. Entre os fatores que contribuíram para o alto nível de produção está o uso de herbicidas na dessecação pré-colheita que permite estabelecer altos padrões quantitativos e qualitativos na soja para produção de grãos (SILVA et al., 2022).

A expansão contínua desta cultura e os desafios inerentes ao seu manejo ressaltam de maneira clara a necessidade premente de impulsionar a geração de conhecimento científico. Esse esforço é essencial para efetivamente consolidar a produtividade da cultura, através da implementação de estratégias de proteção das colheitas.

3.2 Tecnologia X-TEND

A tecnologia Intacta 2 X -TEND® é a terceira geração biotecnológica da Bayer, que oferece mais uma opção no controle das plantas daninhas de folha larga, uma vez que, mantém sua tolerância ao glifosato, aliado ao dicamba, presente na nova tecnologia. Ademais, oferece proteção às principais lagartas da cultura, que garantem maior proteção contra as principais lagartas da cultura da soja (MESNAGE et al., 2021). A soja Roundup Ready 2 Xtend (RR2Xtend), tolerante à dicamba, foi regulamentada em 2015 no Brasil pela (CTNBio) Comissão



Técnica Nacional de Biossegurança, responsável pela autorização dos Organismos Geneticamente Modificados – OGM, que realizou a liberação da tecnologia, através de testes que comprovam sua qualidade (CTNBio – Processo: 01200.004906/2014-13).

A capacidade das plantas de tolerar o herbicida dicamba decorre da introdução do gene dicamba monooxygenase (DMO), proveniente da bactéria *Pseudomonas maltophilia* (cepa DI-6). Esse gene é responsável por codificar a enzima Rieske não heme monooxygenase, que desempenha um papel fundamental na conversão do dicamba em uma substância conhecida como ácido 3-6-dichlorosalic (DCSA) (NANDULA, 2019), permitindo que o mesmo possa ser aplicado em culturas com plataforma intacta xtend (soja, milho e algodão), para controle de daninhas de folha larga.

Apesar disto, não houve liberação para o uso em pós-emergência no Brasil, devido a influência que o dicamba pode sofrer por condições diversas de aplicação, como deriva e volatilização. Uma das consequências, nos Estados Unidos, foi o aparecimento de sintomas fitotóxicos do herbicida em culturas susceptíveis, localizadas perto de área que haviam recebido aplicação do produto (ZACCARO et al., 2020), principalmente em soja, uma vez que, normalmente não apresenta tolerância ao produto (ALVES et al., 2021).

O aparecimento de novas tecnologias traz novos desafios para adaptabilidade dos produtores, que podem cometer equívocos em cogitar que a plataforma Intacta X-Tend possui a mesma tolerância ao glufosinato de amônio, da variedade Enlist, Corteva, por possuírem uma breve similaridade tecnológica, mas que pode ser fatal no caso de falhas, acarretando em morte da cultura (CARVALHO et al., 2020). Dessa forma a plataforma Enlist, perde um eficiente dessecante para cultura, tornando a X-tend uma alternativa no que diz respeito ao uso do glufosinato de amônio na dessecação pré-colheita, que junto com Diquat compõem os dois produtos mais usado para tal prática (Botelho et al., 2019).

3.3 Dessecação pré-colheita

No processo de produção da soja, a colheita deve ser realizada no estágio de maturidade fisiológica, que é afetado pelo alto teor de água nas sementes (FILHO et al., 2020). A partir do processo de desprendimento dos grãos das vagens, se inicia a deterioração do grão, sendo esta irreversível, só retardada após o armazenamento (LEITE, 2022). A dessecação química é uma



importante alternativa para minimizar risco de danos às sementes, perdas de qualidade e antecipar a colheita (BOTELHO et al., 2019), indicada no estágio R7.3 de acordo com Botelho et al., 2022, e pode oferecer diversos benefícios como, a perda antecipada de umidade dos grãos, de forma acelerada em comparação com o ciclo natural, mitigando o efeito de chuvas excessivas, pragas e doenças de final de ciclo, além de aumentar o desempenho da colheita mecanizada, facilitando na separação do grão da vagem (ZUFFO et al., 2020).

No sistema de sucessão soja/milho, amplamente praticado, a dessecação pré-colheita é uma etapa crucial, uma vez que pode facilitar a implantação da cultura em sucessão dentro do período ideal recomendado para a região, evitando condições climáticas desfavoráveis, sobretudo em casos de atraso da semeadura da aleuro-oleaginosa, além de também oferecer um controle residual para cultura do milho, como o flumioxazin e amicarbazone, isolado ou em associações (KAMPHORST e PAULUS, 2019).

Conforme discutido por Pereira et al. (2020), a utilização de dessecantes antes da colheita requer atenção a aspectos cruciais. Isso envolve escolher o herbicida apropriado e determinar o momento exato para a aplicação. Utilizar dessecantes de maneira inadequada pode resultar em prejuízos significativos à produtividade e à qualidade das sementes. Além disso, é fundamental considerar o tipo e o modo de ação do produto, juntamente com o período em que é aplicado. Essa escolha influencia não apenas a qualidade das sementes, mas também a possibilidade de resíduos do dessecante persistirem, o que poderia impedir o uso subsequente tanto para sementes quanto para grãos (BUENO, 2019).

Segundo Silva et al. (2022), moléculas como diquat, glufosinato de amônio e saflufenacil podem ser uma opção eficaz e segura para substituir o paraquat, antigo dessecante amplamente difundido. Além do mais, de acordo com Costa et al. (2019) a associação de herbicidas de forma simultânea ou sequencial vem sendo uma estratégia eficaz na dessecação de culturas, aumenta eficiência de um princípio ativo ou mais, e o controle de plantas daninhas, reduzindo a chance da seleção de biótipos resistente.

Já o glufosinato de amônio, se destaca por ser o único a inibir a enzima glutamina sintetase na via de assimilação de nitrogênio, etapa fundamental. Essa enzima desempenha papel crucial na síntese de diversos aminoácidos, incluindo a prolina (YOKOYAMA, 2022). Classificado como herbicida de ação localizada, apresenta limitada capacidade de translocação



interna na planta, atuando em curtas distâncias. Importante salientar que sua eficácia pode ser afetada pela exposição à luz. De acordo com Takano et al., 2020 plantas sob luz tiveram maior acúmulo de glutamina, acarretando em cerca de 80% de lesão visual, enquanto plantas sob escuridão demonstraram alta translocação e mantiveram baixos níveis de glutamina, sendo assim, não se prejudicaram (1,7%), mostrando a influência da luz na eficácia do produto.

Os herbicidas inibidores da PROTOX (protoporfirinogênio oxidase), saflufenacil, flumioxazin e carfentrazone contam com mais uma alternativa, o tiafenacil (PRESOTO et al., 2020), que como os outros do grupo, tem sua ação no cloroplasto, inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase. Ao suprimir a atividade da enzima, ocorre o acúmulo de protoporfirinogênio nos cloroplastos, que subsequentemente migra para o citoplasma. Nesse contexto, se desencadeia a oxidação do protoporfirinogênio, levando à formação de protoporfirina IX, um precursor crucial tanto para a clorofila quanto para grupos heme.

Quando exposta à luz, a protoporfirina IX sofre uma reação no cloroplasto com moléculas de oxigênio, gerando um estado singlete que desempenha um papel central na peroxidação lipídica das membranas celulares. Esse processo, por sua vez, acarreta a degradação de proteínas e lipídios, culminando na perda de pigmentos como clorofila e carotenoides, além da ruptura das membranas celulares (YOKOYAMA, 2022). Este mecanismo de ação apresenta alta solubilidade em água, rápida adsorção por colóides do solo viabilizando o uso do sistema aplique e plante, ação mais rápida na presença de luz, não seletividade, baixa translocação, além da acelerada absorção nas folhas por conta de sua passagem rápida pela cutícula.

Assim como o paraquat (DINIZ, 2023), o diquat é classificado como um inibidor do Fotossistema I (HRAC-BR). Esse grupo de princípios ativos são caracterizados por comportamento de contato (baixa translocação e persistência), pós-emergente, usados para o controle total da vegetação (SOUSA et al., 2023). A ação de herbicidas com este mecanismo envolve o processo de captura de elétrons provenientes da fotossíntese e da respiração, formam os chamados radicais tóxicos. A instabilidade destes radicais faz com que sofram auto-oxidação, ocasionando na produção de radicais superóxidos. Esses radicais, por sua vez, se desintegram em um processo de dismutação, formando o peróxido de hidrogênio, que desencadeia a peroxidação de lipídios e provoca a deterioração de membranas, vazamento do suco celular e finalmente morte dos tecidos.



De acordo com Costa et al. (2019) a associação de herbicidas de forma simultânea ou sequencial vem sendo uma estratégia eficaz no controle de plantas daninhas, reduzindo a chance da seleção de biótipos resistente, com o uso de misturas de produtos ou rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Segundo SOUSA et al. (2023), a interação desses produtos pode resultar em reações químicas que afetem a absorção, translocação e metabolização nas plantas-alvo, levando a um efeito antagônico entre os herbicidas. Podendo também sofrer sinergismo, aumentando a eficiência dessas moléculas (COSTA et al., 2019).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de realização do Experimento

O experimento de campo foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, a uma altitude de 411 metros, nas seguintes coordenadas geográficas: 21°57' de latitude sul e 46°51' de longitude oeste. O tipo de classificação climática de Köppen característico é o Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos) com temperatura média anual de 22,7°C (FIETZ et al., 2020). O experimento foi instalado em dezembro de 2022 e acompanhado até fevereiro de 2023. Entre os dias 18 de fevereiro e 1 de março de 2023 foram realizadas as avaliações do experimento.

4.2 Instalação e Condução do Experimento

Anteriormente à instalação da cultura da soja para o experimento, foram retiradas amostras de solo da área experimental para a caracterização química de 0-20 cm de profundidade, conforme a Tabela 1. O solo foi então preparado para a semeadura direta, a partir da dessecação pré-semeadura e a semeadura propriamente dita, diretamente sob a palhada. A cultivar selecionada foi a M 6410 IPRO (Soja Intacta 2 Xtend), a qual recebeu tratamento de sementes com fungicida e inseticida, piraclostrobina (5 g i.a.ha⁻¹) + tiofanato metílico (45 g i.a. ha⁻¹) + fipronil (50 g i.a. ha⁻¹) para 100 kg de sementes de soja antes da semeadura.



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

Análise química do solo									
cmol/dm ³									
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 CaCl ₂	pH H ₂ O		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 semeadura foi realizada por meio de uma semeadora mecânica, composta por vinte e seis linhas distribuídas em um espaçamento de 0,45 metros. Com uma distribuição de 12 sementes por metro linear, que resultou em uma população final de aproximadamente 266 mil plantas por hectare. As parcelas experimentais foram definidas como áreas de 3x5 metros, totalizando um espaço de 15 m². Em cada parcela, foram cultivadas 6 linhas de plantas de soja.

A adubação de semeadura foi a base de 300kg.ha⁻¹ de adubo formulado 0-20-20, de acordo com a análise de solo. Durante a condução da área agrícola foi realizado o monitoramento objetivando o controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

Durante a condução do experimento, foram realizadas verificações diárias da pluviosidade na área de execução. Para tal, foi utilizada a base de dados inerente à estação agrometeorológica da Embrapa, interligada ao guia clima, sediada na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da universidade. Os dados coletados foram relativos à temperatura média, pluviosidade e umidade relativa do ar no período de condução do experimento (Figura 1).

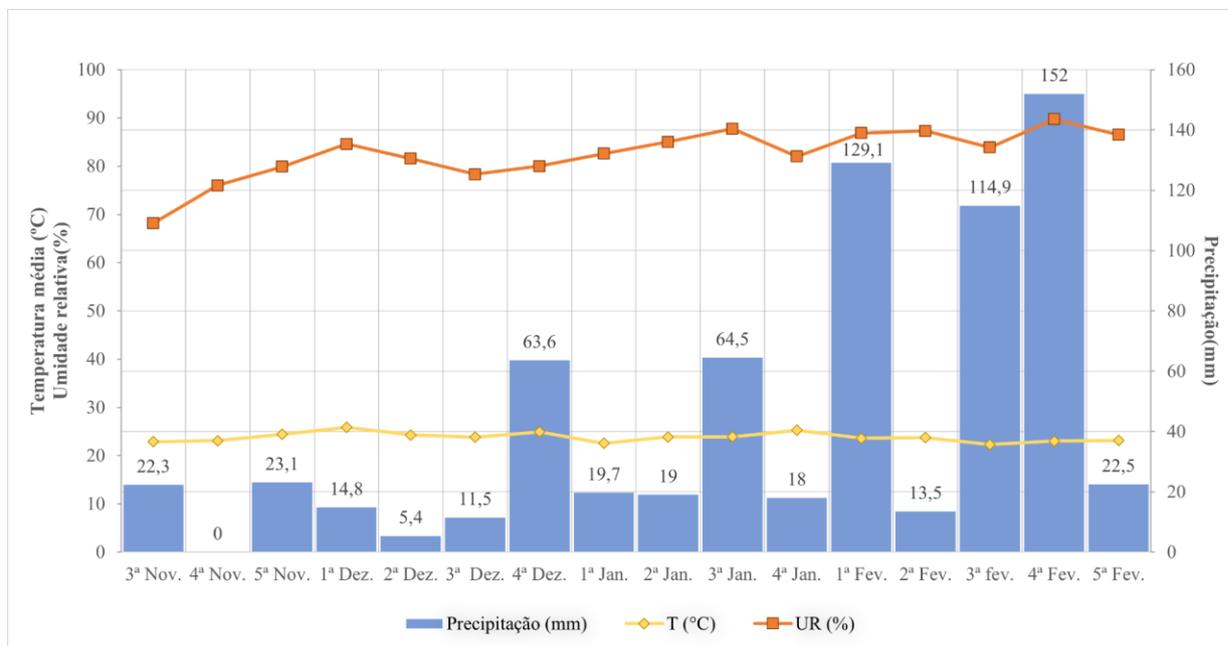


Figura 1. Dados de temperatura média, umidade relativa do ar, e índice pluviométrico durante o período de condução do experimento 15/11/2022 a 01/03/2023. Dourados-MS, UFGD, 2022-2023.

As plantas de soja, ao atingirem o estágio R7.3, receberam diferentes tratamentos de herbicidas visando a dessecação. Ao total, foram utilizados 16 tratamentos, além de uma testemunha sem aplicação (Tabela 2). Utilizou-se para aplicação dos tratamentos pulverizador pressurizado por CO₂, equipado com barra de seis pontas modelo TTI 110.02, com espaçamento de 0,50 m, mantidos a 0,50 m em relação a altura das plantas com um volume de calda de 150 L.ha⁻¹ e pressão de trabalho de 2 kgf.cm⁻². Os tratamentos foram aplicados no dia 28 de fevereiro de 2023 quando as plantas se encontravam em estágio R7.2. Durante as aplicações o ambiente apresentava 42% de umidade, temperatura de 30,7 °C e velocidade do vento de 4,32 km/h.



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Tabela 2. Lista de tratamentos com testemunha e diferentes herbicidas isolados ou associados suas respectivas doses, utilizados para dessecação pré-colheita cultura da soja.

Tratamentos	Produtos	Dose (g i.a.ha ⁻¹)
T1	Glufosinato + flumioxazin	300 + 20
T2	Flumioxazin	50
T3	Diquat + carfentrazone	300 + 20
T4	Diquat	400
T5	Glufosinato + saflufenacil	300 + 35
T6	Glufosinato	400
T7	Diquat + flumioxazin	747 + 50
T8	Diquat + saflufenacil	300 + 35
T9	Glufosinato + carfentrazone	300 + 20
T10	Testemunha	-----
T11	Saflufenacil	70
T12	Diquat + tiafenacil	300 + 50,85
T13	Carfentrazone	20
T14	Tiafenacil	67,8
T15	Diquat + amicarbazone	747 + 100
T16	Glufosinato + tiafenacil	300 + 50,85
T17	Diquat + glufosinato	300 + 300

i.a (Ingrediente ativo). *Tratamentos contendo herbicidas receberam adição de 5% de óleo (Joint). **Fonte:** Aurtoria, 2023.

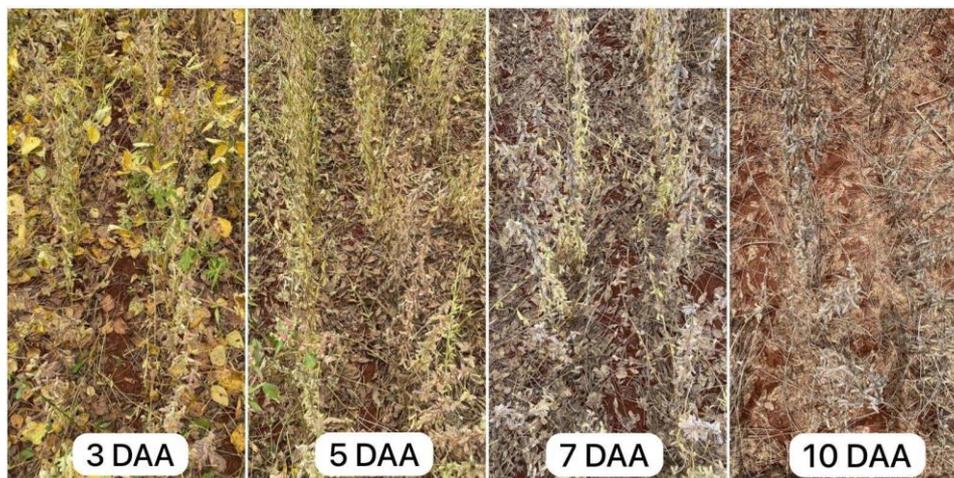
4.3 Avaliações Experimentais

4.3.1 Avaliação de Dessecação e Desfolha

Para avaliar o efeito da dessecação na cultura da soja, se seguiu a metodologia proposta pelo Conselho Europeu de Pesquisa de Plantas Daninhas (European Weed Research Council), sendo conduzidas análises de fitotoxicidade aos dias 3, 5, 7 e 10 após a aplicação (DAA). Este método estabelece uma relação entre a porcentagem de danos visuais e a manifestação dos sintomas de fitotoxicidade, em que 0% representa a ausência de danos, até 80-100%, indicando a mortalidade das plantas (EWRC, 1964).



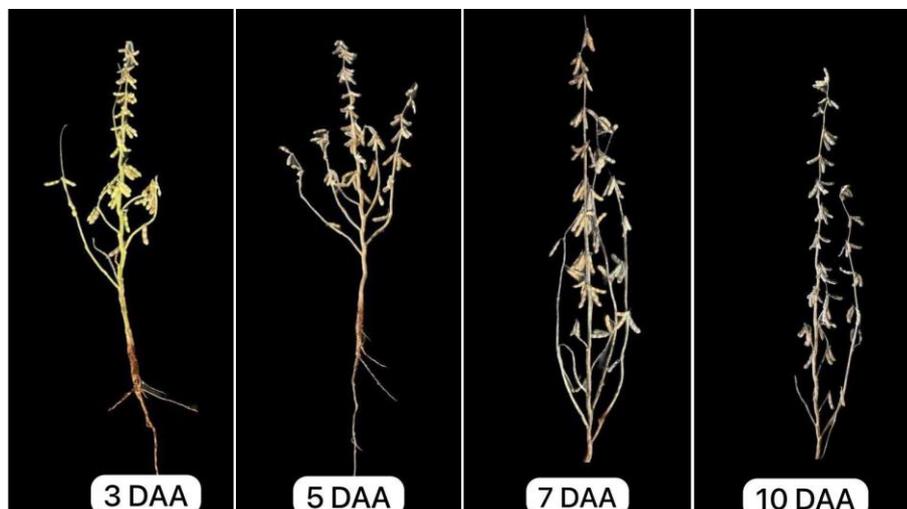
No mesmo período, foram conduzidas avaliações de desfolha, as quais foram realizadas através de observações visuais (Figura 2), de acordo com escala diagramática proposta por Hirano et al. (2010), adaptada para eficácia de herbicidas na desfolha de plantas.



Legenda: 3 DAA (três dias após a aplicação), 5 DAA (cinco dias após a aplicação), 7 DAA (sete dias após a aplicação), e 10 DAA (dez dias após a aplicação).

Figura 2. Captações visuais das parcelas de uma forma representativa aos tratamentos. **Fonte:** Arquivo pessoal (2023).

Para determinação de área dessecada, foram capturadas fotos de plantas representativas em todas as parcelas aos 3, 5, 7 e 10 dias após a aplicação (DAA), de acordo com a abordagem exposta por Da Silva et al. (2022), posteriormente foram analisadas por meio do software de processamento e análise de imagens ImageJ, de domínio público (National Institute of Mental Health EUA, 2012). A fim de minimizar possíveis influências das bordas das parcelas, as imagens foram ajustadas. O programa seleciona uma faixa de espectro de parâmetros como cor, matriz, saturação e luminosidade em função de diferenciar os pixels correspondentes as partes verdes da planta, dos que apresentam aspectos de tecido dessecado. Através da relação entre o número de pixels totais da imagem, e os com atividade fotossintética ativa, tem-se a porcentagem de área dessecada. A Figura 3 representa a imagens processadas pelo ImageJ, para avaliação da dessecação ao longo do tempo.



Legenda: 3 DAA (três dias após a aplicação), 5 DAA (cinco dias após a aplicação), 7 DAA (sete dias após a aplicação), e 10 DAA (dez dias após a aplicação).

Figura 3. Captações visuais das parcelas que posteriormente foram usadas no programa ImageJ, de uma forma representativa aos tratamentos. **Fonte:** Arquivo pessoal (2023).

4.3.2 Determinação do Teor de Água – Através de Estufa a $105 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Utilizou-se o método proposto por Brasil (1992), que se trata do método padrão para determinação da umidade de grão de soja, denominado método da estufa. As determinações foram feitas com grãos de soja inteiros, utilizando estufa a $105 \text{ }^\circ\text{C}$, e admitindo-se uma variação de $3 \text{ }^\circ\text{C}$. Foram colocados três cadinhos de metal com as tampas por tratamento, permanecendo por 24 horas. Após esse período, os cadinhos foram retirados da estufa e transferidas para um dessecador por uma hora. Após a retirada das cápsulas de metal com as tampas do dessecador, com a ajuda de uma balança analítica, aferiu-se o peso dos recipientes com suas tampas (Figura 4). A porcentagem de umidade foi determinada pela relação entre o peso da amostra fresca e o peso ao final do processo de secagem.



Figura 4. Análises realizadas para a determinação do teor de água, realizada no laboratório de sementes da FCA.
Fonte: Arquivo pessoal (2023).

4.3.3 Produtividade

Após o término dos períodos de avaliação, as unidades experimentais foram colhidas de forma individual e manualmente, através da retirada das três linhas centrais de cada parcela, evitando assim a ocorrência de erros na estimativa de produtividade por parcela. Logo em seguida as plantas foram submetidas a uma trilhadeira estacionária com sistema rotativo de debulha, permitindo a extração dos grãos para posterior pesagem em balança com precisão de três casas decimais. Os dados foram transformados em Kg.ha^{-1} .

4.3.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, com 16 tratamentos de herbicidas, além da testemunha sem aplicação de herbicidas, totalizando 17 tratamentos. Para análise estatística das variáveis desfolha, fitotoxicidade e porcentagem de dessecação por análise de imagem, utilizaram-se os modelos aditivos generalizados de localização, escala e forma (GAMLSS) com a família Beta Inflacionada de 1. As funções de ligação logit foram empregadas tanto para a média quanto para a variância. Os efeitos do tratamento, período e da interação foi avaliado através do teste de estatística F. A comparação entre os níveis de tratamento foi realizada através das médias marginais estimadas com ajuste através do teste de Tukey. Para análise da umidade e produtividade foram utilizados os modelos lineares com



distribuição normal. As demais variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Para análise de deviance foi utilizado dos Modelos Aditivos Generalizados para Localização, Escala e Forma (GAMLSS), com distribuição Beta para as variáveis ImageJ e Teor de Água e Beta inflacionada de 1's para Desfolha e Fito. A função de ligação logit tem sido utilizada para modelagem do parâmetro de locação, relacionada a média. No parâmetro de locação, os fatores Bloco, Tratamento, DAA e a interação, Tratamento versus DAA, foram considerados de efeito fixo e a parcela, formada pela combinação de blocos com Tratamento, foi inserida como efeito aleatório.

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

Todas as análises estatísticas foram executadas no software R (R Core Team) com apoio das bibliotecas gamlss (Rigby e Stasinopoulos, 2005), emmeans (Lenth, 2023) e ggplot2 (Wickham, 2016).

5. RESULTADOS

A análise de *Deviance* (Tabela 3) identificou diferença significativa em todas as variáveis (ImageJ, teor de água, fitotoxicidade e desfolha) com relação aos dias após a aplicação (DAA), mostrando que houve evolução de dessecação no decorrer dos dias. Ademais, todas os resíduos do ajuste das variáveis citadas apresentam distribuição normal, conforme pode-se observar pelo teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), estando adequados para a regressão GAMLSS. Através do coeficiente da variação (CV) avalia-se também que as análises tiveram baixa variabilidade. A interação entre os tratamentos e os dias após aplicação apresentou efeito significativo na avaliação de fitotoxicidade e desfolha, já para o teor de água dos grãos e a porcentagem de área dessecada, avaliada pelo software ImageJ, não houve interação significativa.

Tabela 3 - Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas a porcentagem.

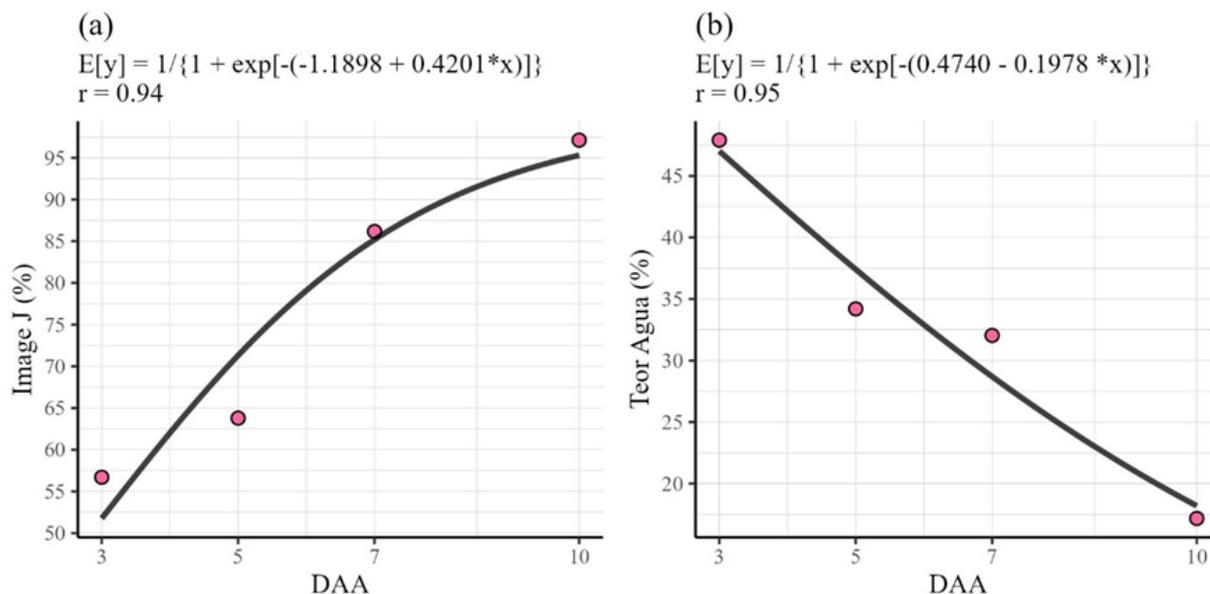


Variável	Teste F				
	Tratamento (T)	DAA (D)	T versus D	SH	CV
Image J	1,73	545,82**	0,76	0,81	12,57%
Teor de Água	0,92	683,08**	0,88	0,06	18,59%
Fitotoxicidade	0,78	252,68**	2,31**	0,70	2,34%
Desfolha	6,38**	365,06**	3,98**	0,07	3,63%

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

5.1 ImageJ

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para esta variável, apenas em relação a ação de dessecação ao longo do tempo, assim, na Figura 6A estão apresentados os resultados de ajuste de regressão da variável ImageJ, através da média dos tratamentos, avaliada aos 3, 5, 7 e 10 dias após a aplicação. Através deste método de avaliação, observa-se que houve uma tendência crescente da porcentagem de dessecação ao longo do tempo independentemente do tratamento com presença de herbicidas, ou seja, a dessecação avaliada pelo ImageJ foi homogênea para todos os tratamentos. Aos 3 DAA, a média dos tratamentos apresentaram valores próximos a 55% de área dessecada, seguido de aproximadamente 65% aos 5 DAA, valores acima de 85% aos 7 DAA e por fim, aos 10 DAA alcançaram valores próximos a 100%.



Legenda: 3 DAA (três dias após a aplicação), 5 DAA (cinco dias após a aplicação), 7 DAA (sete dias após a aplicação), e 10 DAA (dez dias após a aplicação).

Figura 6 - Resultados do ajuste da regressão das variáveis ImageJ (a) e Teor de Água (b) em relação aos DAA.

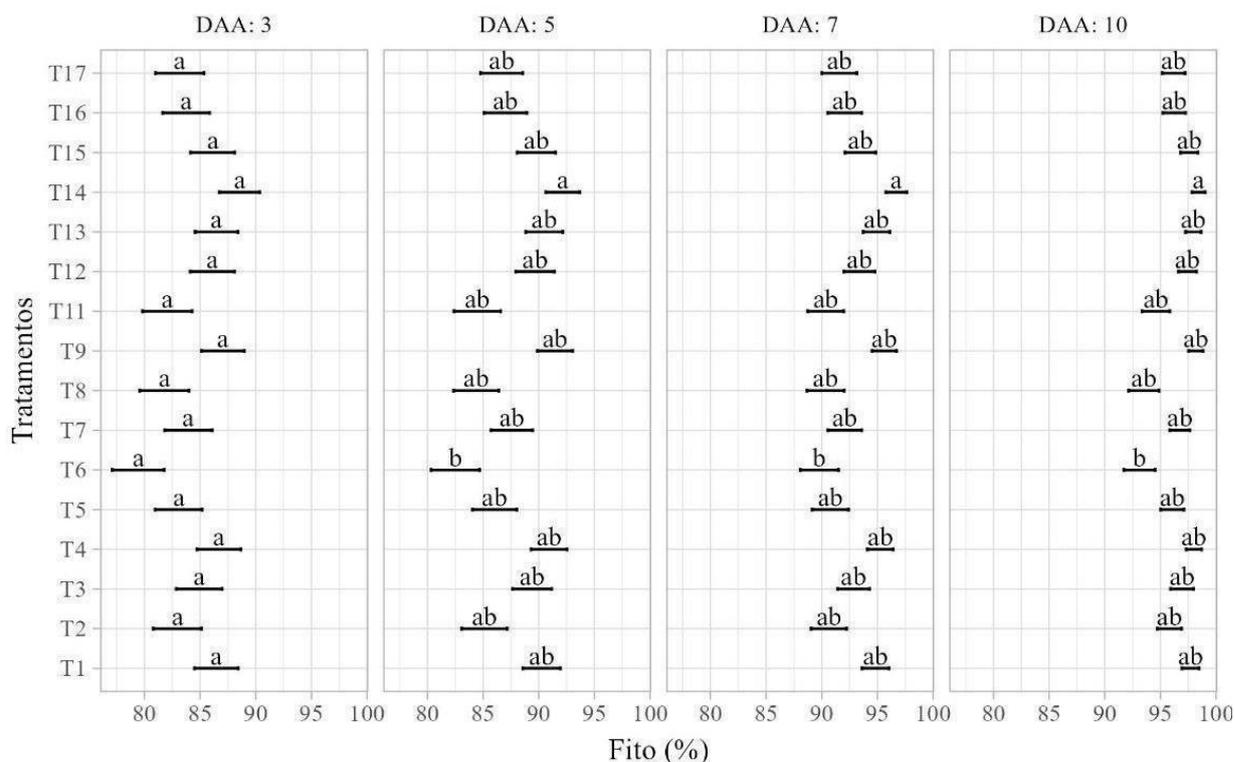
Da mesma forma que para a porcentagem de dessecação (ImageJ), o teor de água (% de umidade) também não apresentou interação significativa entre os tratamentos, diferindo apenas entre os dias após a aplicação. Na figura 6B estão apresentados os resultados de ajuste de regressão da variável teor de água (% de umidade) através da média dos tratamentos, avaliada aos 3, 5, 7 e 10 dias após a aplicação. De forma geral, para todos os tratamentos houve queda da porcentagem de umidade ao longo do tempo, portanto, uma curva decrescente, que indica a perda de água no grão. Aos 3 DAA, observam-se valores próximos a 50%, aos 5 DAA e 7 DAA em torno de 35%, e aos 10 DAA houve uma queda expressiva para aproximadamente 15%.

5.2 Análises visuais de desfolha e fitotoxicidade

As observações de fitotoxicidade e porcentagem de desfolha causada pelos herbicidas apresentaram efeito significativo para a interação dos fatores tratamento e período de avaliação, conforme resultado do Teste F da análise de *Deviance* (Tabela 3). Realizou-se assim, o desdobramento dos resultados dos tratamentos em função dos períodos de avaliação e para cada tratamento, o seu comportamento ao longo do tempo.



É possível observar que aos 3 DAA (Figura 7) não houve diferença significativa entre os herbicidas para a porcentagem de fitotoxicidade, sendo que todos os tratamentos apresentaram resultados de aproximadamente 80% ou acima na primeira data de avaliação. Aos 5 DAA, percebe-se que o tratamento 14 (tiafenacil 67,8 g.i.a ha⁻¹), que apresentou fitotoxicidade entre 90-95%, difere significativamente do tratamento 6 (glufosinato de amônio 400 g.i.a ha⁻¹), com valor inferior à 85%. Os demais tratamentos não diferiram entre si neste período.



Legenda: T1: glufosinato + flumioxazin (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T2: flumioxazin (50 g i. a. ha⁻¹); T3: diquat + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T4: diquat (400 g i. a. ha⁻¹); T5: glufosinato + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T6: glufosinato (400 g i. a. ha⁻¹); T7: diquat + flumioxazin (747 + 50 g i. a. ha⁻¹); T8: diquat + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T9: glufosinato + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T10: testemunha; T11: saflufenacil (70 g i. a. ha⁻¹); T12: diquat + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T13: carfentrazone (20 g i. a. ha⁻¹); T14: tiafenacil (67,8 g i. a. ha⁻¹); T15: diquat + amicarbazone (747 + 100g i. a. ha⁻¹); T16: glufosinato + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T17: diquat + glufosinato (300 + 300 g i. a. ha⁻¹)

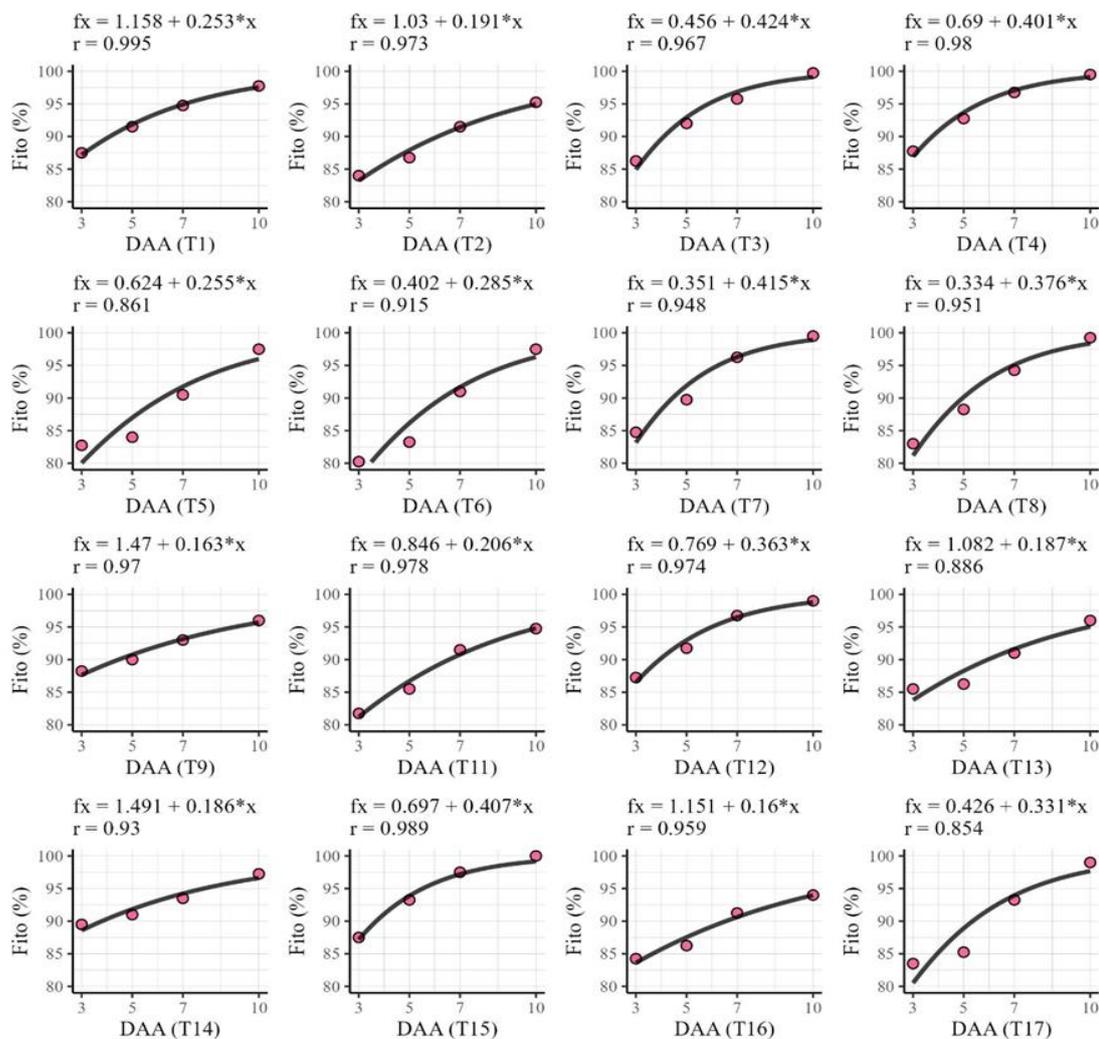
Figura 7 – Porcentagem de fitotoxicidade para cada tratamento em cada nível de DAA avaliado. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística através do teste de Tukey a 5% de significância.

O mesmo comportamento foi observado aos 7 e 10 DAA, com os tratamentos 14 (tiafenacil 67,8 g.i.a ha⁻¹) e 6 (glufosinato de amônio 400 g.i.a ha⁻¹) diferindo estatisticamente



um do outro. Nestes dois últimos períodos de avaliação, o tratamento 14 (tiafenacil 67,8 g.i.a ha⁻¹) se mostrou próximo a 100% de fitotoxicidade, se distinguindo do tratamento 6 (glufosinato de amônio 400 g.i.a ha⁻¹) que obteve porcentagens próximas aos 95%. Novamente, ambos os tratamentos não diferiram dos demais nos períodos citados.

A Figura 8 contempla os resultados do ajuste de regressão para porcentagem de fitotoxicidade em função dos períodos pós-aplicação para cada tratamento e indica que todos apresentaram evolução crescente. Alguns tratamentos tiveram uma evolução mais lenta para atingir a fitotoxicidade até o décimo dia, iniciando com valores inferiores de fitotoxicidade, próximos dos 80%, como os tratamentos 5 (glufosinato + saflufenacil 300 + 35 g i. a. ha⁻¹); 6 (glufosinato 400 g i. a. ha⁻¹); 7 (diquat + flumioxazin 747 + 50 g i. a. ha⁻¹); 8 (diquat + saflufenacil 300 + 35 g i. a. ha⁻¹) e 17 (diquat + glufosinato 300 + 300 g i. a. ha⁻¹). Apesar disto, os herbicidas citados estabeleceram valores próximos à 100% de fitotoxicidade aos 10 dias após aplicação (Figura 8).



Legenda: T1: glufosinato + flumioxazin (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T2: flumioxazin (50 g i. a. ha⁻¹); T3: diquat + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T4: diquat (400 g i. a. ha⁻¹); T5: glufosinato + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T6: glufosinato (400 g i. a. ha⁻¹); T7: diquat + flumioxazin (747 + 50 g i. a. ha⁻¹); T8: diquat + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T9: glufosinato + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T10: testemunha; T11: saflufenacil (70 g i. a. ha⁻¹); T12: diquat + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T13: carfentrazone (20 g i. a. ha⁻¹); T14: tiafenacil (67,8 g i. a. ha⁻¹); T15: diquat + amicarbazone (747 + 100g i. a. ha⁻¹); T16: glufosinato + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T17: diquat + glufosinato (300 + 300 g i. a. ha⁻¹)

Figura 8 – Regressão GAMLSS com distribuição Beta inflacionada de 1's para Fitotoxicidade (%) de cada tratamento em relação aos DAA. Os pontos em vermelho são os valores médios e as linhas suavizadas (cor preta) representam o ajuste do modelo logístico, $1/[1+\exp(-fx)]$.

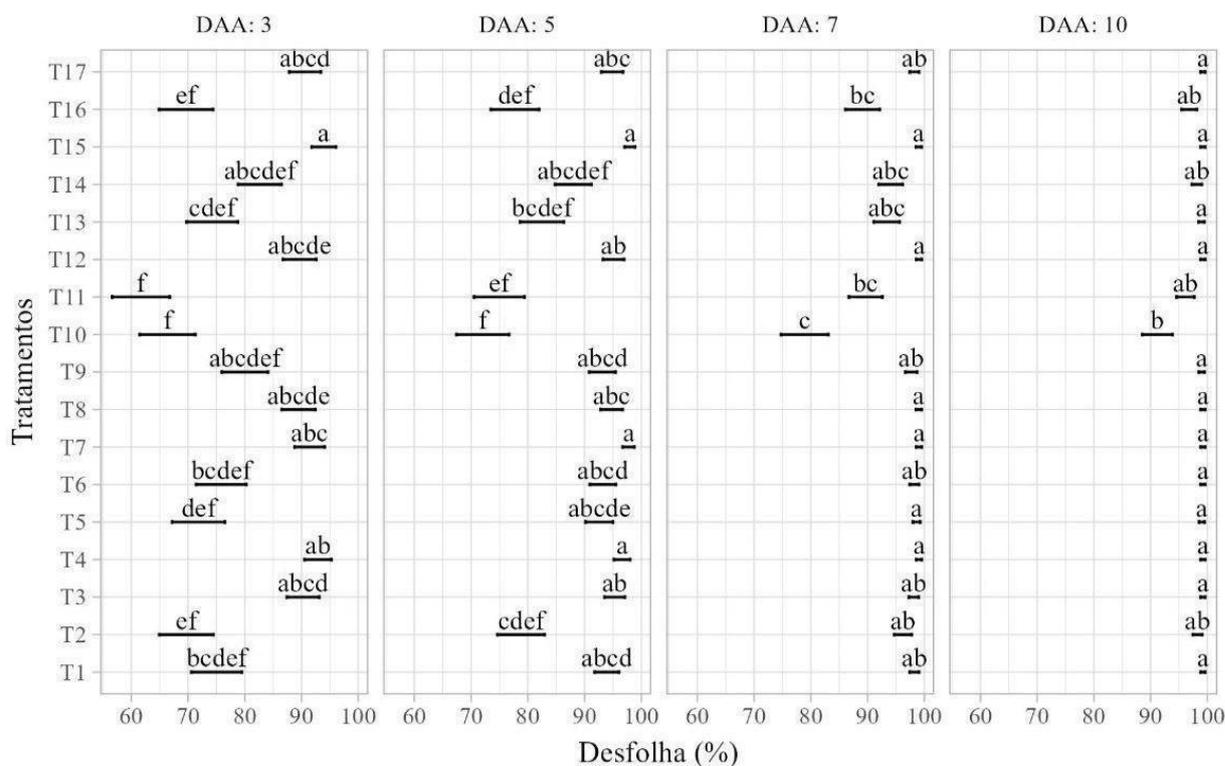
Os tratamentos que tiveram uma evolução mais lenta para atingir a fitotoxicidade até o décimo dia, iniciando nas primeiras avaliações com valores superiores, próximos a 90% de fitotoxicidade, e aos 10 dias após aplicação chegaram próximos aos 100%, foram os tratamentos



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

1 (glufosinato + flumioxazin 300 + 20 g i. a. ha⁻¹); diquat (400 g i. a. ha⁻¹); 9 (glufosinato + carfentrazone 300 + 20 g i. a. ha⁻¹); 12 (diquat + tiafenacil 300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); 14 (tiafenacil 67,8 g i. a. ha⁻¹) e 15 (diquat + amicarbazone 747 + 100g i. a. ha⁻¹), indicando uma alta eficiência de fitotoxicidade em menor tempo após a aplicação (Figura 8).

Quanto ao desdobramento do efeito dos tratamentos dentro de cada período avaliado (Figura 9) para a análise visual de porcentagem de desfolha, observa-se que aos 3 DAA o tratamento 15 (diquat + amicarbazone 747 + 100 g.i.a ha⁻¹) atingiu em torno de 95%, diferindo estatisticamente dos tratamentos 1 (glufosinato + flumioxazin 300+20 g.i.a ha⁻¹), 2 (flumioxazin 50 g.i.a ha⁻¹), 11 (saflufenacil 35 g.i.a ha⁻¹), 5 (glufosinato + saflufenacil 300+35 g.i.a ha⁻¹), 6 (glufosinato 400 g.i.a ha⁻¹), 13 (carfentrazone 20 g.i.a ha⁻¹), 16 (glufosinato + tiafenacil 300 + 50,85 g.i.a ha⁻¹) e testemunha, que obtiveram valores iguais ou menores que 75% de desfolha.



Legenda: T1: glufosinato + flumioxazin (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T2: flumioxazin (50 g i. a. ha⁻¹); T3: diquat + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T4: diquat (400 g i. a. ha⁻¹); T5: glufosinato + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T6: glufosinato (400 g i. a. ha⁻¹); T7: diquat + flumioxazin (747 + 50 g i. a. ha⁻¹); T8: diquat + saflufenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T9: glufosinato + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T10: testemunha; T11: saflufenacil (35 g i. a. ha⁻¹); T12: diquat + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T13: carfentrazone (20 g i. a. ha⁻¹); T14: tiafenacil (67,8 g i. a. ha⁻¹); T15: diquat + amicarbazone (747 + 100 g i. a. ha⁻¹); T16: glufosinato + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T17: glufosinato + flumioxazin (300 + 20 g i. a. ha⁻¹).



+ 35 g i. a. ha⁻¹); **T9**: glufosinato + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); **T10**: testemunha; **T11**: saflufenacil (70 g i. a. ha⁻¹); **T12**: diquat + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); **T13**: carfentrazone (20 g i. a. ha⁻¹); **T14**: tiafenacil (67,8 g i. a. ha⁻¹); **T15**: diquat + amicarbazone (747 + 100g i. a. ha⁻¹); **T16**: glufosinato + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); **T17**: diquat + glufosinato (300 + 300 g i. a. ha⁻¹)

Figura 9 – Porcentagem de desfolha para cada tratamento em cada nível de DAA avaliado. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística através do teste de Tukey a 5% de significância.

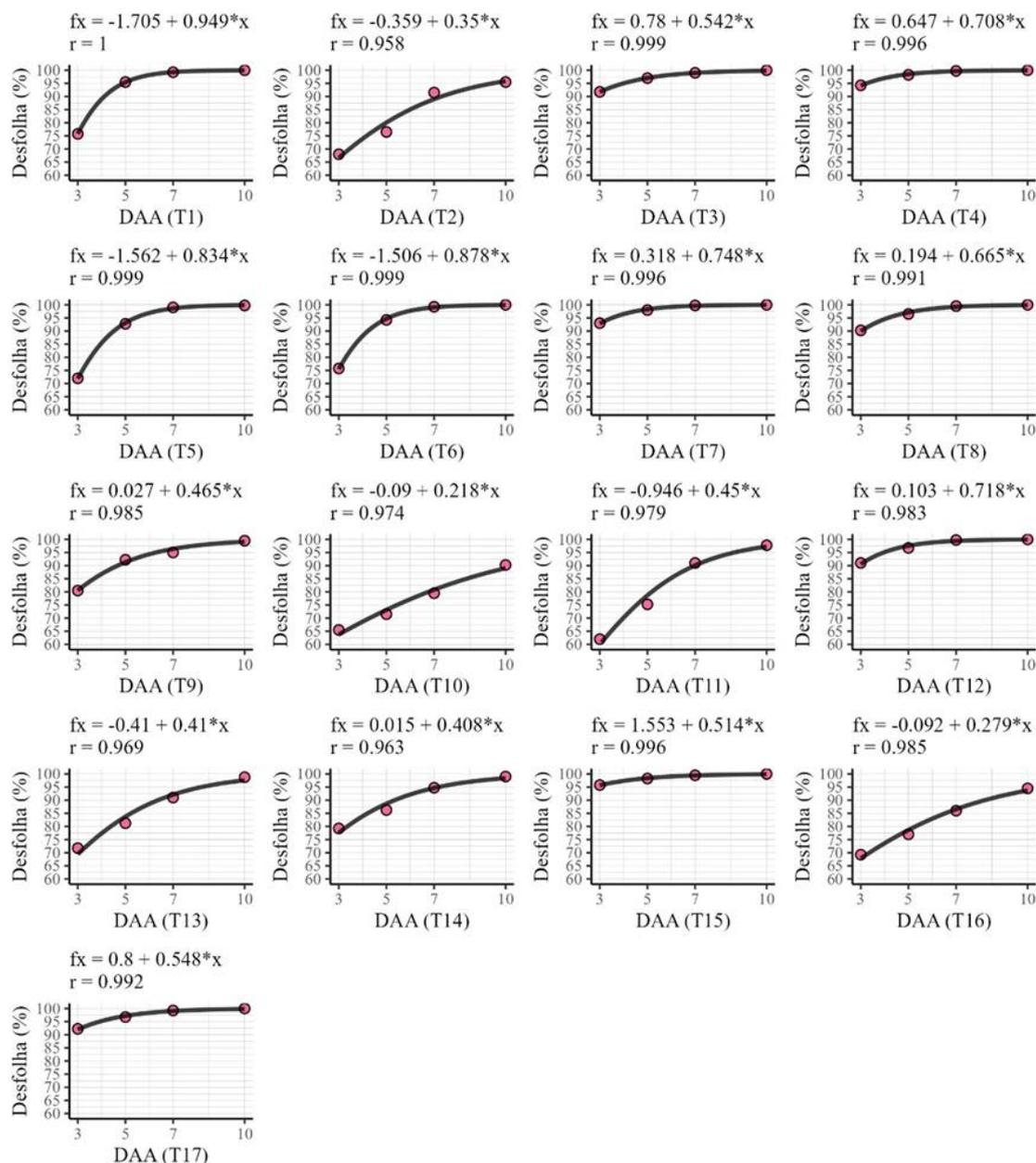
Aos 5 DAA, os tratamentos 4 (diquat 400 g.i.a ha⁻¹), 7 (diquat + flumioxazin 747+50 g.i.a ha⁻¹) e 15 (diquat + amicarbazone 747 + 100 g.i.a ha⁻¹) apresentaram diferença significativa da testemunha. Entretanto os tratamentos contendo 2 (flumioxazin 50 g.i.a ha⁻¹), 11 (saflufenacil 35 g.i.a ha⁻¹), 13 (carfentrazone 20 g.i.a ha⁻¹) e 16 (glufosinato + tiafenacil 300 + 50,85 g.i.a ha⁻¹) não diferiram da testemunha, com resultados inferiores a 85%.

Nos 7 DAA, os tratamentos 11 (saflufenacil 35 g.i.a ha⁻¹), 13 (carfentrazone 20 g i. a. ha⁻¹), 14 (tiafenacil 67,8 g i. a. ha⁻¹) e 16 (glufosinato + tiafenacil 300 + 50,85 g.i.a ha⁻¹) foram os únicos que não diferiram da testemunha, com níveis próximos a 90% para desfolha. Já aos 10 DAA, somente os tratamentos 2 (flumioxazin 50 g i. a. ha⁻¹), 11 (saflufenacil 35 g.i.a ha⁻¹), 14 (tiafenacil 67,8 g i. a. ha⁻¹) e 16 (glufosinato + tiafenacil 300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹) não alcançaram 100% de desfolha, e não diferiram estatisticamente da testemunha.

A Figura 10 contempla os resultados do ajuste de regressão para porcentagem de desfolha em função dos períodos pós-aplicação para cada tratamento e indica que todos apresentaram evolução crescente ao longo do tempo para esta variável. Os tratamentos que tiveram evolução mais lenta para atingir desfolha até o décimo dia, foram os tratamentos 5 (glufosinato + saflufenacil 300 + 35 g i. a. ha⁻¹), 11 (saflufenacil 70 g i. a. ha⁻¹) e 13 (carfentrazone 20 g i. a. ha⁻¹). Apesar desses produtos iniciarem aos 3 DAA com 60 a 70% de desfolha, conseguiram estabelecer padrões próximos à 100% desfolha aos 10 DAA.



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



Legenda: T1: glufosinato + flumioxazin (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T2: flumioxazin (50 g i. a. ha⁻¹); T3: diquat + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T4: diquat (400 g i. a. ha⁻¹); T5: glufosinato + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T6: glufosinato (400 g i. a. ha⁻¹); T7: diquat + flumioxazin (747 + 50 g i. a. ha⁻¹); T8: diquat + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T9: glufosinato + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T10: testemunha; T11: saflufenacil (70 g i. a. ha⁻¹); T12: diquat + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T13: carfentrazone (20 g i. a. ha⁻¹); T14: tiafenacil (67,8 g i. a. ha⁻¹); T15: diquat + amicarbazone (747 + 100g i. a. ha⁻¹); T16: glufosinato + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T17: diquat + glufosinato (300 + 300 g i. a. ha⁻¹)

Figura 10 – Regressão GAMLSS com distribuição Beta inflacionada de 1's para Desfolha (%) em relação aos DAA. Os pontos em vermelho são os valores médios e as linhas suavizadas (cor preta) representam o ajuste do modelo logístico, $1/[1+\exp(-fx)]$.



Os tratamentos que apresentaram evolução mais rápida para atingir desfolha até o décimo dia, foram os tratamentos 4 (diquat 400 g i. a. ha⁻¹), 7 (diquat + flumioxazin 747 + 50 g i. a. ha⁻¹) e 15 (diquat + amicarbazone 747 + 100g i. a. ha⁻¹). Apesar de uma menor inclinação na curva, ou seja, menor evolução da desfolha ao longo do tempo, indicaram maior eficiência para esta variável, com 95% na primeira avaliação (3 dias após aplicação), chegando próximo aos 100% apenas com 5 DAA.

5.3 Peso de mil grãos

A figura 11 representa a análise do peso da massa de mil grãos (PMMG), que não apresentou variabilidade estatística, ou seja, os valores encontrados foram semelhantes.

Tratamentos	MMG (g)
T1	125
T2	128
T3	130
T4	133
T5	125
T6	135
T7	130
T8	130
T9	135
T10	128
T11	125
T12	123
T13	125
T14	128
T15	128
T16	128
T17	130

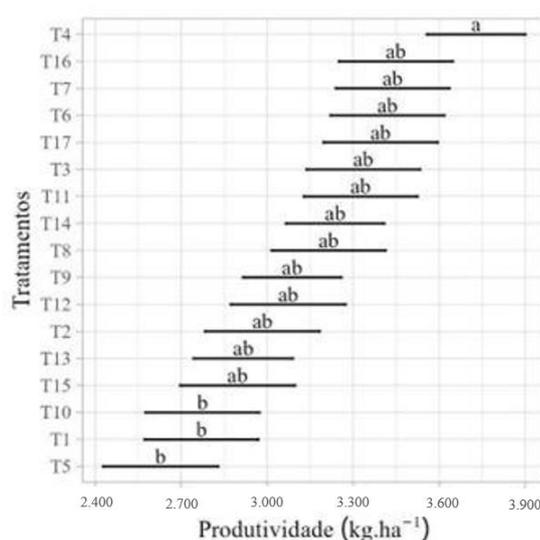
Legenda: **T1:** glufosinato + flumioxazin (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); **T2:** flumioxazin (50 g i. a. ha⁻¹); **T3:** diquat + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); **T4:** diquat (400 g i. a. ha⁻¹); **T5:** glufosinato + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); **T6:** glufosinato (400 g i. a. ha⁻¹); **T7:** diquat + flumioxazin (747 + 50 g i. a. ha⁻¹); **T8:** diquat + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); **T9:** glufosinato + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); **T10:** testemunha; **T11:** saflufenacil (70 g i. a. ha⁻¹); **T12:** diquat + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); **T13:** carfentrazone (20 g i. a. ha⁻¹); **T14:** tiafenacil (67,8 g i. a. ha⁻¹); **T15:** diquat + amicarbazone (747 + 100g i. a. ha⁻¹); **T16:** glufosinato + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); **T17:** diquat + glufosinato (300 + 300 g i. a. ha⁻¹).

Figura 11 - Peso de mil grãos de plantas de soja expostas aos tratamentos contendo herbicidas e a testemunha (sem aplicação).



5.4 Produtividade

Quanto à análise de produtividade (Figura 12), o tratamento 4 (diquat 400 g i. a. ha⁻¹) alcançou valores próximos de 3.900 kg.ha⁻¹, diferindo estaticamente dos tratamentos 1 (glufosinato + flumioxazin 300 + 20 g i. a. ha⁻¹), 5 (glufosinato + saflufenacil 300 + 35 g i. a. ha⁻¹) e testemunha, com produtividade próxima aos 3.000 kg.ha⁻¹. Tais tratamentos não diferiram estatisticamente dos demais avaliados para esta variável.



Legenda: T1: glufosinato + flumioxazin (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T2: flumioxazin (50 g i. a. ha⁻¹); T3: diquat + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T4: diquat (400 g i. a. ha⁻¹); T5: glufosinato + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T6: glufosinato (400 g i. a. ha⁻¹); T7: diquat + flumioxazin (747 + 50 g i. a. ha⁻¹); T8: diquat + saflufenacil (300 + 35 g i. a. ha⁻¹); T9: glufosinato + carfentrazone (300 + 20 g i. a. ha⁻¹); T10: testemunha; T11: saflufenacil (70 g i. a. ha⁻¹); T12: diquat + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T13: carfentrazone (20 g i. a. ha⁻¹); T14: tiafenacil (67,8 g i. a. ha⁻¹); T15: diquat + amicarbazone (747 + 100g i. a. ha⁻¹); T16: glufosinato + tiafenacil (300 + 50,85 g i. a. ha⁻¹); T17: diquat + glufosinato (300 + 300 g i. a. ha⁻¹).

Figura 12 - Produtividade estimada (kg.ha⁻¹) para cada tratamento ao final do ciclo de avaliações (10 DAA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística através do teste de Tukey a 5% de significância.



6. DISCUSSÃO

A dessecação pré-colheita é um passo importante entre as práticas agrícolas quando busca-se uniformidade e antecipação do período de colheita. Além disso, é considerada uma ferramenta de controle de plantas daninhas (LERMEN e LAZARETTI, 2019), sendo importante o conhecimento a respeito da eficiência de diferentes produtos isolados ou associados, permitindo rotacionar herbicidas, evitando assim a seleção de biótipos resistente (HULME, 2021). Outro fator a ser considerado é o incremento de tecnologias, como na plataforma Xtend, levando a perda de um ingrediente ativo para dessecação da cultura, o dicamba, aliado no controle de soja voluntária dentro da cultura do milho (TAKASHI et. al., 2020). Com isto, este trabalho objetivou avaliar diferentes tratamentos com herbicidas desseccantes na pré-colheita da soja com tolerância ao dicamba, a fim de evidenciar as melhores opções para a prática.

Através do programa IMAGEJ, se observou que no quinto dia após a aplicação, a média dos tratamentos foi inferior a 65% de dessecação, expressivamente abaixo do valor de 71% estimado pela equação para os 5DAA. Esse resultado provoca a atenção, uma vez que, no posicionamento de herbicidas desseccantes em áreas de soja, se espera uma viabilização da colheita a partir de 3 dias (SILVA et al., 2023). Este comportamento pode ser explicado pela intensidade de chuvas (Figura 1) onde observa-se alta pluviosidade após a aplicação dos tratamentos. A redução de eficácia observada sob condição climática chuvosa, é causada pelo desaceleramento no metabolismo das plantas, consequentemente reduzindo a velocidade de ação dos herbicidas (TENÓRIO, 2023).

Conforme Albrechet et al., 2023 as altas temperaturas proporcionaram um aumento da atividade enzimática, consequentemente do metabolismo das plantas, segundo ele, plantas C3 como a soja sob essa condição climática tem uma redução na fotossíntese líquida, que inviabiliza a capacidade fotossintética dos tecidos, pode ainda causar o aumento do fluxo transpiratório e sinalizar a produção de hormônios que diminuem a preservação de áreas verdes, favorecendo a senescência. Os pontos levantados em conjunto, levam a compreender o atraso observado na dessecação das plantas de soja.

A aplicação isolada ou combinada de herbicidas apresenta potencial para gerar impactos significativos nos índices de desfolha, bem como nas avaliações visuais de porcentagem de dessecação, antes do período de dez dias após as aplicações. Dessa maneira, ao longo das análises



realizadas, torna-se evidente a diferença no efeito desses produtos para os processos de desfolha e efeito fitotóxico.

O tiafenacil apresentou expressiva ação fitotóxica ao longo dos dias, melhor que o saflufenacil também inibidor da PROTOX. Este herbicida chama atenção pois além de ser recentemente incluído no mercado brasileiro (AGROFIT, 2023), apresenta características importantes para a prática de dessecação pré-colheita da soja. O trabalho publicado por Yoon et al. (2019) demonstra que o tiafenacil tem capacidade de se ligar a enzima protoporfirinogênio oxidase mais fortemente do que o saflufenacil, garantindo assim melhor eficiência. Entretanto o saflufenacil quando associado ao glufosinato de amônio obteve melhores resultados na desfolha de plantas comparados ao produto isolado (SILVA et al., 2022), tal efeito foi observado através das avaliações de desfolha no presente estudo. Os fatores acima manifestados evidenciam a necessidade de estudos científicos que avaliem o comportamento dessa molécula nas condições climáticas tropicais encontradas no Brasil.

Ainda quanto as avaliações de fitotoxicidade, pode-se observar um efeito mais lento do herbicida glufosinato, que alcançou 90% de fitotoxicidade aos 7 DAA. Entretanto espera-se que este princípio ativo apresente rápida ação, ocasionada pelo acúmulo de amônia nos tecidos, levando a destruição dos cloroplastos, limitação da fotossíntese e posterior morte celular (RIBEIRO et al., 2023), garantindo assim condições ideais de colheita a partir de 5 DAA (SILVA et al., 2022). O glufosinato é um herbicida fotodependente com sintomas que se desenvolvem apenas quando as plantas são tratadas na presença de luz (TAKANO et al., 2020). Portanto, a incidência de chuvas, indicadas na figura 1, explicam a maior lentidão observada na ação do herbicida quando avaliada a fitotoxicidade (ALIVERDI et al., 2020).

O diquat é classificado como um inibidor do Fotossistema I na etapa fotoquímica do processo de fotossíntese, onde promove o desvio de elétrons. As principais características desse produto são, a alta solubilidade em água, a rápida adsorção pelos colóides do solo e uma absorção mais rápida nas folhas por conta de sua passagem rápida pela cutícula. Além disso apresenta uma ação mais rápida na presença de luz e não seletividade e translocação em relação ao alvo (PARREIRA et al. 2023). Alguns dos fatores acima evidenciados, indicam a rápida



absorção e ação deste herbicida, e explicam o motivo do diquat não ter sido afetado com a ocorrência de chuvas após as aplicações (Figura 1).

Nas avaliações de fitotoxicidade e desfolha do presente trabalho, o herbicida diquat apresentou elevada eficiência já nos primeiros dias de avaliação, após a proibição do paraquat (Anvisa), diversos estudos demonstraram que o diquat pode ser um eficiente substituto para realizar a dessecação pré colheita da soja (ALBRECHT et al., 2022; ZUFFO et. al., 2020). Ademais, pode-se observar o efeito sinérgico do diquat quando associado ao flumioxazin, uma vez que, observou-se uma alta eficiência na desfolha e fitotoxicidade, principalmente quando comparado à aplicação do flumioxazin de forma isolada (SILVA et al., 2022).

As parcelas dessecadas com o herbicida Diquat apresentaram ainda maior produtividade em relação a testemunha. Essa rápida eficácia, ocasiona redução de maiores gastos energéticos pelos grãos, que podem acontecer pelo alongamento do período vegetativo causado pelo excesso de chuvas e que resultam em menores produtividades (PINHEIRO, 2019). Ao avaliar a dessecação pré colheita da soja, Chrusciak e Lazaretti (2022) perceberam melhores resultados na produtividade da soja tratada com herbicida diquat, quando comparado a testemunha sem aplicação.

Por fim, nenhum dos herbicidas isolados ou associados apresentaram diferença entre si na avaliação da porcentagem de área dessecada através do software ImageJ, teor de água dos grãos e peso de mil grãos, em concomitância com os resultados observados por Silva et al. (2022).



7. CONCLUSÃO

Concluimos que todos os herbicidas isolados ou associados ao final das avaliações proporcionaram a dessecação da cultura da soja. Entretanto, considerando as condições climáticas durante a realização do estudo, o herbicida diquat proporcionou um rápido efeito na fitotoxicidade e desfolha. Já o glufosinato de amônio apresentou maior lentidão para expressar seu efeito dessecante.

Dentre os herbicidas inibidores da PROTOX, destaca-se o tiafenacil pela rápida ação fitotóxica. Já o Saflufenacil apresentou efeito dessecante mais rápido ao ser associado ao glufosinato de amônio, em função de sua aplicação de forma isolada.

Por fim, a prática de dessecação proporcionou maior produtividade com o uso do herbicida diquat comparado à testemunha sem aplicação.



8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L. P. et al., Formulações de glufosinato na dessecação pré-colheita da soja. **Nativa**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 96–100, 2023. DOI: 10.31413/nativa.v11i1.13350. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/13350>. Acesso em: 1 ago. 2023.

ALBRECHT, L. P. et al. Glufosinato e diquat na dessecação pré-colheita da soja em quatro estádios fenológicos e seu impacto na qualidade das sementes. **Chil. j. agric. res.**, Chillán, v. 82, n. 3, pág. 448-456, set. 2022. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392022000300448&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 16 ago. 2023.

Alves, L. B., da Silva, C. A., & Medeiros, R. B. O avanço da monocultura de soja na Região Centro-Sul do Mato Grosso do Sul. **ENTRE-LUGAR**, 13(26), 149-170. 2022. Acesso em: 10 set. 2023.

ALIVERDI, A., et al., (2020). Weed control of glufosinate, oxyfluorfen, and paraquat as affected by the application time of day. *Planta Daninha*, 2020. 38, 1–7. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/z4RLcgwtwcmhZcdHHzHNy4v/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 17 ago. 2023.

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários, 2023. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 mar. 2023.

ALVES, G. S. et al. Fitotoxicidade na cultura de soja causada por deriva simulada de dicamba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, n. Y, p. 01764, 2021. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/26912>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BARROS, A. F. et al. Dessecação pré-colheita em sorgo granífero: Qualidade fisiológica das sementes e efeito sobre a rebrota. **Agraria**, v. 14, p. 1–8, 2019. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v14i2a5655>. Acesso em: 18 mar. 2023.

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. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v14i3a5674/181>. Acesso em: 17 ago. 2023.



BOTELHO, F. M. et al. Épocas de dessecação nos atributos pós-colheita de grãos de soja, 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1151311/1/2022-cpamt-sccb-epoca-dessecacao-atributos-pos-colheita-grao-soja.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

CAMPOS, S. F. B., et al. Controle de plantas daninhas avaliado visualmente e por imagens aéreas. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, 24(3), 216-225, 2021. Acesso em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/977>. Acesso em: 17 ago. 2023.

CARMO et al. Use of Ammonium Glufosinate and Diquat in field desiccation in soybean culture. **Brazilian Journal of Science**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 54–63, 2023. DOI: 10.14295/bjs.v2i4.296. Disponível em: <https://brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/296>. Acesso em: 23 ago. 2023.

CHRUSCIAK, Bruno Michelin; LAZARETTI, Norma Schlickmann. Diferentes dessecantes sobre as características produtivas da cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, p. 23-30, 2022. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/1149>. Acesso em: 17 ago. 2023.

Coghetto, Gabrieli Melo, et al. "Deterioração de grãos de cultivares de soja, após a maturação das plantas, em Porto Velho-RO." (2020). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208099/1/Resumo-46.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

CONAB-CNDA. (2023). Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Sexto levantamento Safra 2022/23. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: 20 mar. 2023.

COSTA, L. L. et al. Interação entre herbicidas no controle de soja RR voluntária na cultura do milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 18, n. 2, p. 1-8, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/228607969.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

COSTA, M. G. et al. Eficácia dos herbicidas glufosinato de amônia e diquat na dessecação pré-colheita da soja. **Anais SIMPOHERBI**, v. 2, 2023.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2023. Disponível em: <http://ctnbio.mctic.gov.br/ctnbio>. Acesso em: 10 ago. 2023.

DE CARVALHO, S. J. P. et al. Controle químico de plantas voluntárias de soja e algodão resistentes ao Dicamba. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 2, p. 695-1-7), 2020.



Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/cgi-sys/suspendedpage.cgi>. Acesso em: 10 fev. 2023.

DE QUADROS, A. S.; et al. Associações de herbicidas na dessecação pré-semeadura de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 2, p. 705-1-9), 2020. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/705>. Acesso em: 20 mar. 2023.

DINIZ, J. C. E. et al. Herbicidas com potencial de substituição ao paraquat no manejo pré-semeadura na cultura do sorgo. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 3, p. 33-45, 2023. Disponível em: <https://brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/265/158>. Acesso em: 21 mar. 2023.

DO CARMO, G. L.; et al. Uso de Glufosinato de Amônio e Diquat em dessecação de campo na cultura de soja. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 4, p. 54-63, 2023. Disponível em: <https://brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/296/169>. Acesso em: 15 fev. 2023.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. Estação Meteorológica da Embrapa na UFGD. Dourados, 2023.

EWRC (European Weed Research Council), "Reporto f the third and fourth meetings of the European Weed Research Council Committee on Methods,". *Weed Research*, v. 4, n. 1, p. 88-88, 1964.

Fietz, C. R., Comunello, E., Garcia, R. A., Flumignam, D. L., & Ceccon, G. Demanda hídrica e coeficientes de cultivo de milho safrinha consorciado com braquiária. *Agrometeoros*, 2020. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26447>. Acesso em: 17 ago. 2023

HIRANO, M.; HIKISHIMA; SILVA, A.J.; XAVIER, S.A.; GIOVANETTI, C. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. *SummaPhytopathologica*, Botucatu, v.36, n.3, p.248-250, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/crkDtztZRx8RBjyxVYPPwSL/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 17 ago. de 2023

HULME, P. E. A análise hierárquica de agrupamento dos modos de ação dos herbicidas revela classes distintas de resistência múltipla em ervas daninhas. **Ciência do Manejo de Pragas**, v. 78, n. 3, pág. 1265-1271, 2022.

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



<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/download/969/890/>. Acesso em: 05 fev. 2023.

LEITE, J. C. et al., Cadeia Produtiva da Soja: Armazenamento e Logística. **UNICIÊNCIAS**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 31–36, 2022. DOI: 10.17921/1415-5141.2022v26n1p31-36. Disponível em: <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9738>. Acesso em: 12 ago. 2023.

Lenth R (2023). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.4-1, <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>. Acesso em: 07 set. 2023.

LERMEN, L.; LAZARETTI, S. N. Dessecação antecipada da soja: efeitos sobre as respostas fisiológicas das sementes. **Revista Cultivando o saber**, 2019, v. 12, n. 2, 20 jan. 2021. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/933>. Acesso em: 03 fev. 2023.

LUBENOW, L. G. B. Herbicidas para dessecação de soja: eficiência e qualidade das sementes. **Urutaí: Instituto Federal Goiano**, 13 dez. 2019. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/808/3/tcc_Lucas%20Gustavo%20Buss%20Lubenow.pdf. Acesso em: 30 jun. 2023.

MESNAGE, Robin et al. Genotoxicity evaluation of 2, 4-D, dicamba and glyphosate alone or in combination with cell reporter assays for DNA damage, oxidative stress and unfolded protein response. **Food and Chemical Toxicology**, v. 157, p. 112601, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691521006347>. Acesso em: 17 ago. 2023.

NANDULA, V. K. Herbicide resistance traits in maize and soybean: current status and future outlook. **Plants**, v.8, n.9, p.337, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/8/9/337>. Acesso em: 09 fev. 2023.

PEREIRA, Isabella Sabrina et al. Harvest-aid herbicides influence soybean seed yield, quality and oxidative metabolism. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 2, p. 1-7, 2020. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v15i2a7022>. Acesso em: 17 ago. 2023.

SILVA, P. V. da 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. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03601234.2022.2100680>. Acesso em: 17 ago. de 2023.



SILVA, G. F. et al. Physiological Quality of Soybean Seeds as a Function of Soil Management Systems and Pre-Harvest Desiccation. **Agronomy**, v. 13, n. 3, p. 847, 202. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/3/847>. Acesso em: 22 fev. 2023.

SOUSA, U. V. et al. Interação da mistura em tanque entre os herbicidas diquat e glifosato na dessecação de terras em pousio. *Revista Brasileira de Ciências*, [S. l.], v. 2, n. 2, pág. 61–70, 2023. DOI: 10.14295/bjs.v2i2.264. Disponível em: <https://brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/264>. Acesso em: 12 ago. 2023.

TAKAHASHI, G. O. et al. Controle de soja voluntária com herbicidas registrados para algodoeiro. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4, p. 707-1-8, 2020.

TAKANO, H. K. et al., Physiological Factors Affecting Uptake and Translocation Of Glufosinate. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2020. 10(68), 3026-3032. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b07046>. Acesso em: 22 jul. 2023.

TENÓRIO FILHO, L. C. et al., EFICIÊNCIA DO GLIFOSATO EM ASSOCIAÇÃO COM HERBICIDAS INIBIDORES DA PROTOX NO CONTROLE DE *Paspalum maritimum* Trind. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 295–306, 2023. DOI: 10.31072/rcf.v14i1.1256. Disponível em: <http://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/1256>. Acesso em: 22 ago. 2023.

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 fev. 2023.

Parreira, M. L., Côrrea, F. R., da Silva, N. F., da Silva Cavalcante, W. S., Ribeiro, D. F., & Rodrigues, E. Herbicidas com potencial para dessecação de área em pré-semeadura da cultura da soja. *Brazilian Journal of Science*, 2(6), 46-59. 2023. Acesso em: 10 set. 2023.

PINHEIRO, Daniel Teixeira. Deterioração por umidade na pré-colheita de sementes de soja: alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas. 2019. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/27460>. Acesso em: 17 agos. 2023.

PRESOTO, J. C. et al., Interação e eficácia de misturas em tanque dos herbicidas saflufenacil e glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4, p. 721-1-7), 2020. Disponível em: <https://saulcarvalho.com.br/wp-content/uploads/2021/04/Presoto-et-al-2020-Final.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.



R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 07 set. 2023.

Rigby R.A. and Stasinopoulos D.M. (2005). Generalized additive models for location, scale and shape,(with discussion), Appl. Statist., 54, part 3, pp 507-554. Acesso em: 07 set. 2023.

UNICEF BRASIL. **Relatório da ONU: Números globais de fome subiram para cerca de 828 milhões em 2021.** 2022. Disponível em: Relatório da ONU: Números globais de fome subiram para cerca de 828 milhões em 2021 (unicef.org). Acesso em: 28 jan. 2023.

WECHSLER, S. J. et al. The use of genetically engineered dicamba-tolerant soybean seeds has increased quickly, benefiting adopters but damaging crops in some fields. **Amber Waves: The Economics of Food, Farming, Natural Resources, and Rural America**, v. 2019, n. 1490-2020-845, 2019. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/302872/>. Acesso em: 28 mar. 2023.

Wickham, H.. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>. Acesso em: 07 set. 2023.

ZACCARO, M.L.M. et al., Dicamba translocation in soybean and accumulation in seed. **Weed Science**, v.68, p.333-339, 2020. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/dicamba-translocation-in-soybean-and-accumulation-in-seed/BD639095057DE8F860D554D078A238FC>. Acesso em: 08 de mar. de 2023.

ZUFFO, A. et al. A DESSECAÇÃO QUÍMICA E A ÉPOCA DE COLHEITA AFETAM A QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA?. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 934-942, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n409rc>. Acesso em: 12 ago. 2023.