

Dessecação pré colheita da cultura do sorgo granífero com diquat e glufosinato

Fernando de Lima Prieto^{1*}; Augustinho Borsoi¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

*fernandodlpprieto01@gmail.com

Resumo: O sorgo granífero é uma cultura promissora em termos de produtividade, porém, há uma escassez de estudos referentes ao manejo de dessecação pré-colheita da cultura. Um dos desafios para os produtores é eliminar as plantas na dessecação, evitando colheita com a planta ainda verde e impossibilitando a competição com as culturas subsequentes, ou rebrote da mesma. O presente estudo teve como objetivo avaliar a efetividade de distintos produtos na dessecação pré-colheita do sorgo. O experimento teve início no dia 2 de março de 2023 com término em julho de 2023, sendo implantado na Fazenda Escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz – FAG, localizada no município de Cascavel-PR. Foi adotado o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), sendo testados quatro tratamentos: T1 - Testemunha; T2 - Glufosinato sal de amônio; T3 - Diquat aplicado de dia; T4 - Diquat aplicado à noite, com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os parâmetros avaliados foram a produtividade, o índice de dano foliar com base na Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), o rebrote, e o teor clorofila presente nas folhas. Foi constatada diferença estatisticamente significativa nas variáveis índice de rebrote, índice de dano foliar aos 7 e 14 dias após a aplicação (DAA) e clorofila total, porém, em relação à produtividade, a diferença foi apenas numérica. Os princípios ativos utilizados não garantem controle completo das plantas para evitar o rebrote. No entanto, o glufosinato de amônio com uma alta taxa de controle, é o mais recomendado, nas condições estudadas.

Palavras-chave: Rebrote; Produtividade; *Sorghum bicolor*.



Pre-harvest desiccation of grain sorghum with diquat and glufosinate

Abstract: Grain sorghum is a promising crop in terms of productivity, however, there is a lack of studies regarding pre-harvest desiccation management of the crop. One of the challenges for producers is to eliminate plants during desiccation, avoiding harvesting when the plant is still green and making it impossible for it to compete with subsequent crops, or for it to sprout again. The present study aimed to evaluate the effectiveness of different products in pre-harvest desiccation of sorghum. The experiment began on March 2, 2023 and ended in July 2023, being implemented at the School Farm of the University Center of the Assis Gurgacz Foundation – FAG, located in the municipality of Cascavel-PR. A randomized block experimental design (DBC) was adopted, with four treatments being tested: T1 - Control; T2 - Glufosinate ammonium salt; T3 - Diquat applied during the day; T4 - Diquat applied at night, with five repetitions, totaling 20 experimental units. The parameters evaluated were productivity, the leaf damage index based on the Brazilian Society of Weed Science (SBCPD, 1995), regrowth, and the chlorophyll content present in the leaves. A statistically significant difference was found in the variables regrowth index, leaf damage index at 7 and 14 days after application (DAA) and total chlorophyll, however, in relation to productivity, the difference was only numerical. The active ingredients used do not guarantee complete control of the plants to prevent regrowth. However, ammonium glufosinate with a high control rate is the most recommended under the conditions studied.

Keywords: Regrowth; productivity; *Sorghum bicolor*.

Introdução

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) tem-se tornado cada vez mais presente na área de cultivo do Brasil, demonstrando ser uma opção altamente viável para a diversificação das culturas comerciais. Ainda assim, vale ressaltar a escassez de estudos referente ao manejo adequado de dessecação pré-colheita dessa cultura. Ao eliminar as plantas durante o processo de dessecação, evitando assim uma colheita prematura enquanto a planta ainda está verde, é possível evitar a competição com culturas subsequentes e o surgimento de rebrote, um desafio enfrentado pelos agricultores.

A cultura do sorgo granífero vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas, observando-se que entre os anos de 2000 e 2022 a área de cultivo cresceu cerca de 214 %, passando de 502 mil hectares em 2000, para 1,07 milhões de hectares em 2022, e 1,2 milhões de hectares previsto para 2023. Tal incremento na produção de 325 %, aumentou de 895,7 mil toneladas na safra 2000/01 para 2,9 milhões de toneladas na safra 2021/22 e com previsão de 3,5 milhões de toneladas para safra 2022/23, segundo a Companhia nacional de Abastecimento (CONAB, 2023).

A crescente expansão da produção de sorgo e suas propriedades nutricionais altamente benéficas têm o transformado em uma alternativa de extrema relevância na composição de rações de elevada qualidade e menor custo, onde vem atendendo à demanda tanto na dieta humana quanto animal. Dessa forma, é possível afirmar que o sorgo é uma cultura promissora, que oferece inúmeras vantagens tanto para os produtores quanto para os consumidores, sua capacidade de adaptação, resistência e valor nutricional o tornam uma escolha inteligente e estratégica para quem busca qualidade, sustentabilidade e menor custo na produção agrícola (MENEZES *et al.*, 2018).

Considerando-se uma alternativa viável como opção de substituição do milho segunda safra, tem-se dedicado grande esforço ao estudo de um manejo eficiente de dessecação pré-colheita. Esse manejo tem se tornado uma preocupação para os agricultores, uma vez que não existem produtos registrados para tal finalidade para o sorgo. Além do mais, há dúvidas acerca dos princípios ativos que garantem maior eficiência na eliminação das plantas, objetivando evitar o rebrote e, por consequência o impacto negativo na competição com as culturas subsequentes (BARROS, 2020).

Os agricultores utilizam os princípios ativos glifosato, glufosinato sal de amônio e diquat como herbicidas na dessecação pré-colheita. No entanto, é importante ressaltar que nenhum desses princípios ativos possui registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a dessecação pré-colheita da cultura. Além disso, o paraquat, que era utilizado

anteriormente, foi banido do mercado em 22 de setembro de 2020 devido à sua alta toxicidade, conforme determinação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2020).

O diquat é um herbicida de amplo espectro e dessecante de contato pertencente ao grupo químico bipiridílio. Tendo como ação ocorrente no fotossistema I, interferindo na captação de energia luminosa ao desviar elétrons e produzir água oxigenada, ocasionando, conseqüentemente, a morte dos tecidos (BENEDET, 2018). O seu uso tem sido amplamente difundido na técnica de dessecação pré-colheita de inúmeras culturas, tais como a soja (*Glycine max*), cuja aplicação é indicada quando a planta atingir o estágio de maturação fisiológica, com dose 1,0 a 2,0 L ha⁻¹, com volume de calda de 200 a 300 L ha⁻¹, e com período de carência entre aplicação e colheita de 7 dias (ADAPAR, 2022).

Há estudos quanto a eficiência do diquat na aplicação em diferentes períodos do dia, onde a aplicação com ausência de luz pode aumentar a translocação da molécula potencializando ainda mais a ação do produto (COÊLHO, 2022). Acredita-se que o processo de oxidação e redução realizado pelo herbicida, com a conseqüente produção de água oxigenada, ocorra exclusivamente durante o dia. Quando a aplicação do herbicida é realizada durante a noite, a água oxigenada não é produzida e os tecidos que normalmente translocam a molécula não são afetados. Nesse caso, o produto é capaz de percorrer por tecidos que normalmente não seria capaz de alcançar quando aplicado na presença de luz (BENEDET, 2018).

Referente ao glufosinato sal de amônio, herbicida não seletivo, cabe ressaltar que esse composto atua como um inibidor competitivo da enzima glutamina sintetase, que está envolvida no processo de assimilação do nitrogênio (LATORRE *et al.*, 2013). Este herbicida também possui registro para a dessecação pré-colheita da soja, com recomendação de aplicação da dose de 2,0 L ha⁻¹ do produto, além de 0,2 % de óleo vegetal ou mineral. É importante respeitar o intervalo de segurança de 10 dias entre a aplicação e a colheita (ADAPAR, 2019).

No contexto de um manejo de final de ciclo, sem a utilização de herbicidas na dessecação do sorgo, constata-se que ao colher os grãos com a planta ainda em verde, tanto a parte remanescente do colmo quanto o sistema radicular permanecem vivos, em virtude dessa circunstância, e considerando condições favoráveis, a planta tende a rebrotar, o que acarreta um problema significativo para o agricultor que busca realizar o preparo adequado da área para a cultura subsequente (SILVA *et al.*, 2015).

Diante das informações expostas, o presente estudo objetiva-se avaliar a eficácia de dois herbicidas, glufosinato sal de amônio e aplicação de diquat, em diferentes períodos do dia para a dessecação pré-colheita da cultura do sorgo granífero. Onde foram analisados a produtividade, o índice de morte da área foliar, o rebrote das plantas e o teor de clorofila presente nas folhas.

Material e Métodos

O experimento teve início no dia dois de março de 2023 com término em julho de 2023, sendo realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz – FAG, localizada no município de Cascavel, região Oeste do Paraná, possuindo coordenadas de latitude 24° 56' 25" S e longitude 53° 30' 50" W. Sua altitude média é de 700 metros. A região apresenta um clima classificado como Cfa, ou seja, subtropical e temperado, sem uma estação seca definida, conforme mencionado por Nitsche *et al.* (2019). O solo da região é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico (EMBRAPA, 2018). A semente de sorgo granífero utilizada foi a do híbrido Pioneer® 50 A 40.

O delineamento experimental aplicado foi de blocos casualizados (DBC), sendo testados quatro tratamentos, T1 - Testemunha; T2 - Glufosinato sal de amônio; T3 - Diquat de dia; T4 – Diquat aplicado à noite, com cinco repetições cada tratamento, um total de 20 unidades experimentais. Cada parcela é composta por cinco linhas de 5 m de comprimento com espaçamento 0,45 m entre linhas, com corredores de 1,0 m entre parcelas e blocos, tendo como área total 350,75 m².

Na pré-semeadura foi realizado o controle de plantas daninhas na área, sendo por meio de controle químico. A semeadura foi efetuada no dia dois de março de 2023, por meio de uma semeadora de uma linha, manual, com a utilização do híbrido Pioneer® 50 A 40, com densidade de 12 sementes por metro linear, utilizando 350 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK 10-15-15 no sulco de semeadura.

No ciclo da cultura foi necessário o controle de pragas presentes, com predominância da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), e percevejo barriga-verde (*Dichelops melacanthus*), sendo realizado por meio de controle químico. Além da necessidade do controle preventivo de doenças, com foco em mela ou doença açucarada do sorgo (*Sphacelia sorghi*), principal doença da cultura.

Quando a planta atingiu o estágio de maturação fisiológica, onde, verifica-se prontamente a formação de uma camada escura no local onde o grão está inserido na gluma ou palha que o envolve, o grão de sorgo possui uma umidade entre 25 % e 40 % (RIBAS, 2008), foi então dessecada a cultura, excluindo de aplicação apenas as 5 unidades experimentais testemunhas.

Conforme tratamentos (Tabela 1) excluindo a testemunha, obtiveram aplicações com adição de 0,2 % do volume de calda de óleo mineral, com volume de calda de 100 L ha⁻¹, aplicação realizada com uma máquina costal com ponta tipo leque, porém a aplicação do T3 foi realizada às 10:00 horas, e a aplicação do T4 realizada às 19:00 horas.

Tabela 1- Composição dos herbicidas dessecantes presentes nos tratamentos empregados.

Tratamentos	Herbicidas Dessecantes		Concentração I.A. (g L ⁻¹)	Dose (L ha ⁻¹)
	Nome Comercial	Ingrediente Ativo		
T 1	Testemunha	-	-	-
T 2	Finale®	Glufosinato de amônio	200	4,0
T 3	Reglone®	Diquat	200	3,5
T 4	Reglone®	Diquat	200	3,5

T1 – Testemunha; T2 - Glufosinato sal de amônio; T3 – Diquat/dia; T4 – Diquat/noite.

Após a dessecação pré-colheita da cultura, foram efetuadas duas avaliações, sendo sete e quatorze dias após a aplicação (DAA) do dessecante, onde foi realizada a avaliação visualmente e com base na classificação da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), o qual observa-se a severidade de danos na área foliar, e dá-se então uma nota que varia de 0-10, onde zero corresponde à planta sem sintoma, e dez representa planta morta, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2- Definição do índice de severidade de danos da área foliar na avaliação de controle.

Nota	Descrição da nota	% Controle
0	Planta sem sintoma	0
1	Planta sem morte de ponteira com menos de 20 % das folhas com manchas	10
2	Planta sem morte de ponteira com 20 %-50 % das folhas com manchas	20
3	Planta sem morte de ponteira com 20 %-50 % das folhas com manchas	30
4	Planta sem morte de ponteira com mais de 50 % das folhas com manchas	40
5	Planta sem morte de ponteira com todas as folhas com manchas	50
6	Planta com morte de ponteira com folhas sadias	60
7	Planta com morte de ponteira com até duas folhas com manchas	70
8	Planta com morte de ponteira com mais de duas folhas com manchas	80
9	Planta com haste ainda verde, sem folhas, com morte de ponteira	90
10	Planta morta	100

Fonte: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

Também avaliado visualmente o índice de rebrote (Figura 1), onde após 28 dias da dessecação foi medido por meio de uma régua um metro linear na linha de semeadura, contando o número de plantas rebrotadas, posteriormente transformando em percentual.

Foi avaliado ainda o teor de clorofila presente nas folhas, visando verificar a velocidade de reação de cada princípio ativo, na degradação dos tecidos vegetais das plantas. A análise realizada 24 horas após a aplicação do dessecante, com o auxílio do clorofilômetro portátil

FALKER, equipamento no qual é possível obter-se o índice de clorofila A e B, e o percentual de clorofila presente na folha, onde foram analisadas cinco plantas centrais da parcela, realizando a leitura da segunda folha totalmente expandida à partir do ápice.

A colheita foi realizada manualmente 14 dias após a dessecação. Tal atraso na realização do procedimento se deu devido a condições climáticas adversas que impediram sua execução antecipada. Neste processo, as panículas foram cortadas utilizando-se um facão, e os grãos foram separados, pesados e, em seguida, mediu-se a umidade, e calculado a produtividade.

Após a obtenção dos resultados, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), os dados seguindo a normalidade, posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

Figura 1 – Desenvolvimento da cultura ao longo do ciclo: (A) - Estádios iniciais da cultura; (B) - Período anterior a dessecação; (C) - Período pós dessecação; (D) - Avaliação do índice de rebrote.



Fonte: Arquivo pessoal, (2023).

Resultados e Discussão

Após a realização da análise de variância através do teste F, considerando um nível de significância de 5 %, os valores médios das variáveis examinadas neste experimento estão apresentados na Tabela 3.

O Coeficiente de Variação (CV) para a produtividade é classificado como médio, enquanto que para o índice de rebrote, índice de dano foliar avaliado em 7 e 14 dias após a aplicação (DAA), e clorofila total, pode-se classificar como baixo. Essa classificação segue a proposta de Pimentel-Gomes (1985), onde o CV é considerado baixo quando é inferior a 10 %, médio quando está entre 10 % e 20 %, alto quando está entre 20 % e 30 %, e muito alto quando é superior a 30 %

Tabela 3 – Médias de produtividade, índice de rebrote, índice de dano foliar 7 e 14 dias após a aplicação (DAA), e clorofila total, em função dos tratamentos de dessecação empregados.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Índice de rebrote (%)	Índice de dano foliar 7 DAA (%)	Índice de dano foliar 14 DAA (%)	Clorofila total
T1	4768,23 a	100,00 a	0,00 c	0,00 c	49,83 a
T2	3561,62 a	3,00 b	50,00 b	50,00 b	44,85 b
T3	4341,52 a	93,56 a	90,00 a	90,00 a	34,65 c
T4	4145,89 a	93,86 a	90,00 a	90,00 a	41,80 b
Média geral	4204,32	72,64	57,62	57,62	42,78
DMS	1346,32	12,52	4,07	4,07	3,51
FC	2,44 ^{ns}	243,33*	1919,46*	1919,46*	57,64*
CV(%)	17,05	9,18	3,76	3,76	4,37

DMS= Diferença mínima significativa; Fc= F calculado; CV%= Coeficiente de variação; n.s.= não significativo ao nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste F. *Diferença significativa. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente, a nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

T1 – Testemunha; T2 - Glufosinato sal de amônio; T3 – Diquat/dia; T4 – Diquat/noite.

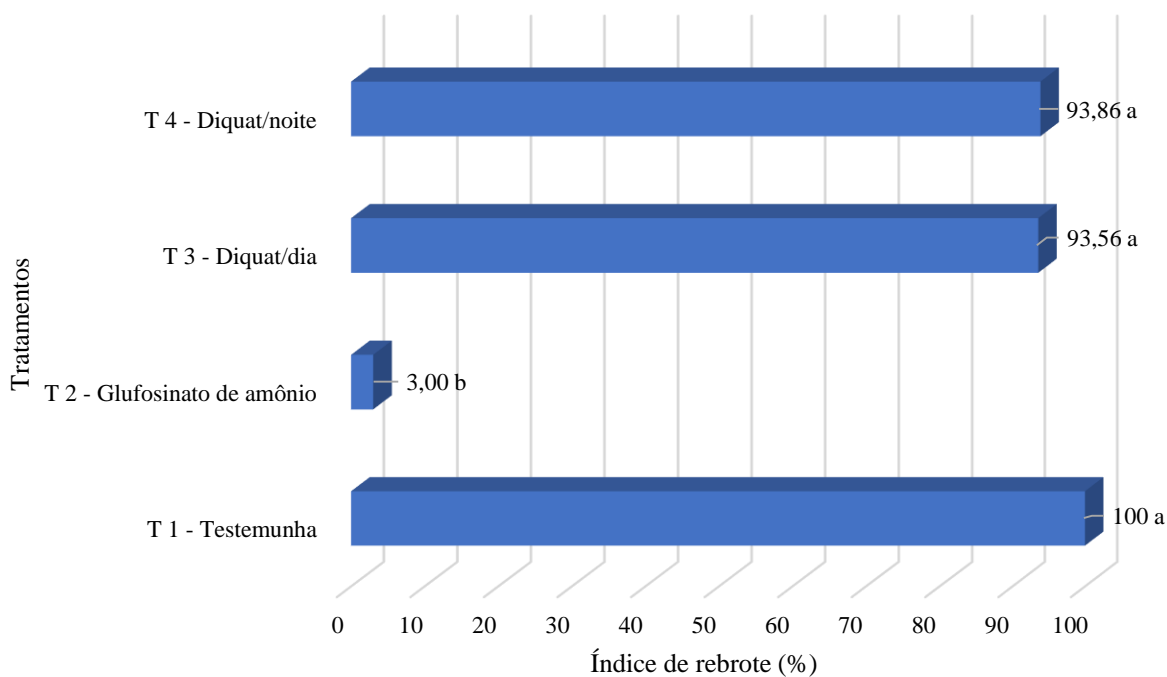
Conforme evidenciado na Tabela 2, constata-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos em relação ao parâmetro de produtividade. Observa-se que o resultado numérico mais favorável foi obtido no tratamento T1 - Testemunha, atingindo uma média de 4768,23 kg ha⁻¹, o que representa um acréscimo de 1206,62 kg ha⁻¹ em relação ao pior resultado registrado. No entanto, é importante ressaltar que essa diferença não apresentou significância estatística quando comparada aos demais tratamentos. Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de que o tratamento T1 - Testemunha não foi submetido ao processo de

dessecação, resultando em um maior acúmulo de matéria seca ao longo do período até a colheita.

A produtividade média alcançada foi de 4204,32 kg ha⁻¹, valor que supera a média brasileira prevista para a safra 2022/23. Segundo dados da CONAB, estima-se uma produtividade média de 2995 kg ha⁻¹, apresentando um aumento de 10,1 % em relação à safra anterior, na qual o rendimento foi de 2719 kg ha⁻¹ (CANAL RURAL, 2023).

No que diz respeito à variável índice de rebrote das plantas, após 28 dias da aplicação (DAA) do dessecante, apenas um dos tratamentos apresentou diferença estatisticamente significativa. O resultado satisfatório foi obtido com o T2 - glufosinato sal de amônio, resultando em um índice de rebrote de 3 % (Figura 2).

Figura 2 – Percentual de rebrote em função dos tratamentos de dessecação.



Em um experimento semelhante conduzido por Barros (2020) no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa-MG, avaliou-se o efeito de dessecantes na antecipação da colheita, visando obter qualidade fisiológica das sementes, eliminar as plantas e ter controle eficiente do rebrote em sorgo granífero. Os resultados mostraram que o paraquat, um herbicida com o mesmo mecanismo de ação do diquat utilizado no presente estudo, garantiu antecipação da colheita de até 14 dias e, não se observou danos na qualidade de germinação das sementes com uso de doses de até 2,0 L ha⁻¹. No entanto, o paraquat não controlou o rebrote, já que todas as plantas submetidas a esse dessecante rebrotaram.

Resultado similar encontrado no presente trabalho, onde ambos tratamentos utilizando diquat apresentaram índices superiores à 90 % de rebrote, estatisticamente não diferem da testemunha, a qual não recebeu dessecação.

Para a variável índice de dano foliar, foi verificado que os resultados mais satisfatórios foram obtidos com a utilização de diquat, onde obteve nota 9 (Planta com haste ainda verde, sem folhas, com morte de ponteira), 90 % de controle com base na classificação da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), havendo diferença estatisticamente significativa em relação aos tratamentos em que foram utilizados glufosinato de amônio e a testemunha.

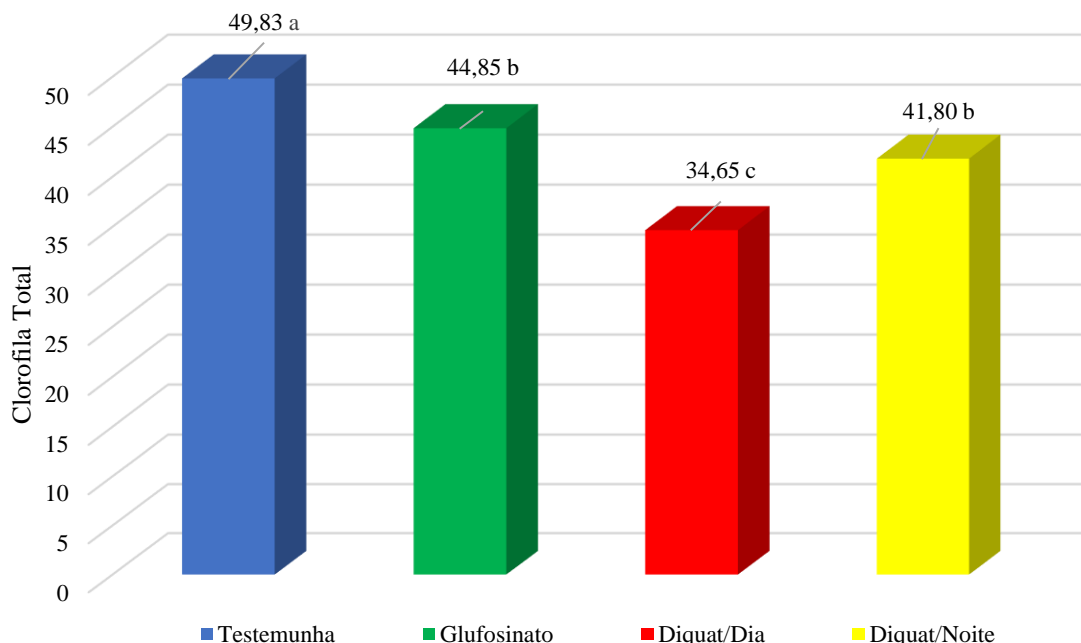
Conforme destacado na Tabela 3, apesar da severidade dos danos foliares causados pelo diquat, o índice de rebrote obtido não foi satisfatório, ultrapassando 90 %. Terra *et al.* (2010) observaram um comportamento semelhante em um estudo de dessecação com milheto (*Pennisetum glaucum*), ressaltando que, apesar da gravidade dos sintomas iniciais, as plantas submetidas ao tratamento com diquat demonstraram capacidade de rebrotar e se recuperar.

Os tratamentos T3 – diquat aplicado de dia e T4 - diquat aplicado durante a noite, mostraram o mesmo efeito na dessecação das plantas de sorgo granífero, sem sofrer influência da luminosidade no controle das plantas, em consonância com estudo anterior que avaliou a eficiência do diquat na dessecação do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) conduzida por Coêlho (2022).

É importante frisar que nas avaliações de severidade de danos foliares realizadas durante o experimento, nas quais foram realizadas 7 e 14 dias após a aplicação (DAA) do dessecante, não foram encontradas alterações nas porcentagens de controle. Essas porcentagens permaneceram idênticas tanto para o diquat quanto para o glufosinato de amônio. Essa constância se deve ao fato de que ambos os princípios ativos são de contato, possuem amplo espectro e ação rápida, resultando na morte das plantas em um período de aproximadamente 1 a 2 dias para o diquat e de 3 a 5 dias para o glufosinato de amônio (ROMAN *et al.*, 2005).

Ao analisar os níveis de clorofila nas folhas, foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre os diferentes tratamentos (Figura 3). Após 24 horas da aplicação dos produtos, verificou-se que os valores médios de clorofila apresentaram uma queda brusca em relação a testemunha. Ao comparar o tratamento T3 - diquat aplicado durante o dia com o T2 - glufosinato de amônio e T4 - diquat aplicado durante a noite, constatou-se que o T3 se destacou estatisticamente dos demais, o que indica uma reação mais rápida do princípio ativo na presença de luz, resultando na degradação dos tecidos vegetais das plantas.

Figura 3 – Índice de clorofila total avaliado 24 horas após a aplicação dos tratamentos de dessecação.



Conforme explicado por Rodrigues e Almeida (2018), a ação do diquat baseia-se no fotossistema I, que apresenta uma maior efetividade na presença de luz. Esse mecanismo de ação envolve o sequestro de elétrons e a formação de radicais livres, resultando no desvio do fluxo de elétrons no fotossistema I e na formação de água oxigenada. Esses processos acarretam a destruição das membranas celulares e na inibição da fotossíntese.

Conclusão

Os princípios ativos utilizados não asseguram 100 % de controle das plantas, com a finalidade de evitar rebrote. No entanto, devido à sua elevada margem de controle, o uso do glufosinato de amônio na dessecação pré-colheita do sorgo granífero é o mais recomendado, nas condições estudadas.

Referências

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Agrotóxicos – Herbicidas**, 2022. Disponível em: <<https://www.adapar.pr.gov.br/Pagina/Agrotoxicos-Herbicidas>>. Acesso em 23 de mar. de 2023.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Paraquate: Anvisa mantém data para banimento**, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/paraquate-anvisa-mantem-data-para-banimento>>. Acesso em 20 de mar. de 2023.

BARROS, A. F. **Dessecação pré-colheita em sorgo biomassa e granífero: efeitos sobre rebrota, germinação de sementes e resíduo no grão.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2020.

BENEDET, D. L. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja em função de estádios de dessecação com paraquat e diquat.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR, 2018.

CANAL RURAL. **Sorgo: Conab projeta safra brasileira de 3,528 milhões de toneladas em 2022/23,** 2023. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/radar/sorgo-conab-projeta-safra-brasileira-de-3528-milhoes-de-toneladas-em-2022-23>. Acesso em 30 de set. 2023.

COÊLHO, E. D. S. **Dessecação química na pré-colheita do feijão-caupi: efeito do horário de aplicação na qualidade fisiológica de sementes.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2022.

CONAB. Conselho Nacional do Abastecimento. **Série histórica das safras,** 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/busca?searchword=sorgo&ordering=newest&searchphrase=all>. Acesso em 20 de mar. de 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 3ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, p. 353, 2018.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas – Sisvar 5.6.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2019.

LATORRE, D. D. O.; SILVA, I. P. D. F.; JOSUÉ, F.; PUTTI, F. F.; SCHIMIDT, A. P.; LUDWIG, R. Herbicidas inibidores da glutamina sintetase. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas,** v. 7, n. 3, p. 134-141, 2013.

MENEZES, C. B.; COELHO, A. M.; DA SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MENDES, S. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S. É possível aumentar a produtividade de sorgo granífero no Brasil? In: XXXII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: livro de palestras. **Anais...** Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, cap. 4, p. 106-139, 2018.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do Estado do Paraná.** Instituto Agrônomo do Paraná, p. 210, 2019.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** Piracicaba-SP. ESALQ/USP, 1985.

RIBAS, P. M. **Cultivo do sorgo. Importância econômica.** Embrapa milho e sorgo. Sistemas de produção, v. 2, 2008.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F.D. **Guia de herbicidas.** 7. ed. Londrina: Edição dos autores. 764p, 2018.

ROMAN, E. S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação.** 21. ed. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, p. 152, 2005.

SILVA, A. G. D.; NETO, A. H.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P. D.; BRACCINI, A. L. Seleção de cultivares de sorgo e braquiária em consórcio para produção de grãos e palhada. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 36, n. 5, p. 2951-2964, 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD).
Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.
Londrina: SBCPD, 1995.

TERRA, M. A.; MARSON, K. A.; VAZ, M. R. R. Influência do volume de aplicação e dose de diquat na dessecação de milho. **Revista Agrogeo ambiental**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2010.