

Herbicidas com potencial para dessecação de área em pré-semeadura da cultura da soja

Micaelcio Lemes Parreira¹, Fernando Rezende Corrêa², Nelmício Furtado da Silva³, Wendson Soares da Silva Cavalcante³, Daniele Ferreira Ribeiro⁴ & Estevão Rodrigues⁵

¹ Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

² De Lollo Pesquisa e Experimentação Agrícola, Rio Verde, Goiás, Brasil

³ Universidade de Rio Verde, UniRV, Rio Verde, Goiás, Brasil

⁴ GPAC – Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado, Rio Verde, Goiás, Brasil

⁵ MRE Agropesquisa, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Micaelcio Lemes Parreira, Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: micaelcio18@gmail.com

Recebido: Novembro 05, 2022

Aceito: Fevereiro 16, 2023

Publicado: Junho 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i6.271

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i6.271>

Resumo

O ingrediente ativo mais utilizado nas aplicações com objetivo de dessecação pré-colheita da soja era o paraquat, no entanto, o fato de os produtos à base de paraquat serem classificados como altamente tóxicos e não possuírem antídoto em caso de contaminação, foi decidido pela sua proibição uso no Brasil. Portanto, objetivou-se determinar potenciais herbicidas em substituição ao paraquat, para serem utilizados na dessecação de áreas em pré-semeadura da cultura da soja, avaliando-se o efeito *carryover*. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa (FEPE), pertencente à UniBRÁS – Faculdade Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 9x3 com quatro repetições, composto por nove tratamentos (T1 – Controle; T2 – Diquat; T3 - Diquat + Glyphosate; T4 – Saflufenacil; T5 - Saflufenacil + Glyphosate; T6 – Glufosinate; T7 - Glufosinate + Glyphosate; T8 – Carfentrazone; T9 - Carfentrazone + Glyphosate) e três épocas de aplicação dos tratamentos (14, 7 e 0 dias antes da semeadura) na cultura da soja. Aos 35 dias após a semeadura foi realizada avaliações biométricas e fisiológicas da cultura. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e os casos de significância foram analisados pelo teste de comparação de média Tukey ($p < 0,05$). O Glufosinate aplicado isolado e as misturas entre Glufosinato + Glyphosate e Carfentrazone + Glyphosate mostraram-se promissores como potenciais herbicidas para serem utilizados na dessecação de áreas em pré-semeadura da cultura da soja nas condições deste ensaio.

Palavras-chave: *Glycine max* L., diquat, glufosinate, carfentrazone, saflufenacil.

Herbicides with potential for desiccation of the area in pre-sowing of the soybean crop

Abstract

The active ingredient most used in applications with the objective of pre-harvest desiccation of soybean was paraquat, however, the fact that paraquat-based products are classified as highly toxic and do not have an antidote in case of contamination, was decided by its ban on use in Brazil. Therefore, the objective was to determine potential herbicides to replace paraquat, to be used in the desiccation of pre-sowing areas of soybean crop, evaluating the carryover effect. The experiment was conducted in the experimental area of the Teaching and Research Farm (FEPE), belonging to UniBRÁS – Faculdade Rio Verde. The experimental design used was randomized blocks in a 9x3 factorial scheme with four replications, consisting of nine treatments (T1 - Control; T2 - Diquat; T3 - Diquat + Glyphosate; T4 - Saflufenacil; T5 - Saflufenacil + Glyphosate; T6 - Glufosinate; T7 - Glufosinate + Glyphosate; T8 – Carfentrazone; T9 - Carfentrazone + Glyphosate) and three times of application of the treatments (14, 7 and 0 days before sowing) in the soybean crop. At 35 days after sowing, biometric and physiological evaluations of the crop were performed. The data obtained were subjected to analysis of variance

and cases of significance were analyzed by the Tukey mean comparison test ($p < 0.05$). Glufosinate applied alone and mixtures between Glufosinate + Glyphosate and Carfentrazone + Glyphosate showed promise as potential herbicides to be used in the desiccation of areas in pre-seeding of soybeans under the conditions of this trial.

Keywords: *Glycine max* L., diquat, glufosinate, carfentrazone, saflufenacil.

1. Introdução

O Brasil é o maior produtor de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do mundo com uma produtividade média de 3.379 kg ha⁻¹, em uma área de 36.949,7 mil ha, com uma produção de 124.844,8 mil toneladas no ano safra 2019/2020 (Conab, 2021).

As regiões sul e centro-oeste do Brasil são as que possuem maior concentração de área plantada de soja totalizando 78,2% de toda a área destinada ao cultivo (Hungria et al., 2005; Hirakuri et al., 2018).

O desenvolvimento da cultura é influenciado por diversos fatores ambientais como temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar, umidade do solo e fotoperíodo. Depois de semeadas, as sementes estão sob pressão durante todo o processo de formação e maturação no campo, o que pode influenciar a qualidade da pós-colheita (Elias & Copeland, 2001; Elias et al., 2012; Marcos Filho, 2015).

O ciclo da oleaginosa varia entre 90 a 150 dias (desde a fase inicial à fase final). A cultura da soja adaptou-se as condições edafoclimáticas do Brasil. As cultivares são classificadas em grupos de maturações. O grupo de maturação podem ser denominados em ciclos super-precoce, precoce, médio e tardio, sempre admitindo a oscilação da duração desse ciclo, de acordo com a região. A variação do ciclo da soja está atrelada a fatores como a condição do solo, latitude, altitude, tecnologias empregadas no manejo, material genético e a época de semeadura (Feliceti et al., 2020).

Alguns produtos são recomendados e registrados no Brasil para dessecação em pré-plantio, dentre eles estão o Paraquat, entretanto, até meados de 2020 o ingrediente ativo mais utilizado nas aplicações com objetivo da dessecação em pré-plantio era o paraquat (Inibidor do Fotossistema I). O ingrediente ativo era usado tanto em área com destinação para grãos tanto para campos de sementes, já que seu uso não afeta aspectos fisiológicos como a germinação das mesmas e o vigor de plântulas (Whigham; Stoller, 1979; Silva, 2021).

No entanto, o fato de os produtos à base de paraquat serem classificados como altamente tóxicos e não possuírem antídoto em caso de contaminação levou a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a decidir pela proibição da produção, importação, comercialização e uso desses produtos no Brasil. Portanto, tal ação tem levado pesquisadores, produtores e empresas a encontrarem produtos alternativos para o paraquat e seu correto posicionamento na dessecação pré-colheita da soja. Além do Paraquat, poucos produtos são recomendados e registrados no Brasil para a dessecação, dentre eles estão o, Diquat, Saflufenacil e o Glufosinato de Amônio (Lacerda et al., 2003; Lacerda et al., 2005).

O diquat é classificado como um inibidor do Fotossistema I na etapa fotoquímica do processo de fotossíntese. esse ingrediente ativo se encontra no grupo D de acordo com o HRAC-BR, que são ingredientes caracterizados por promoverem o desvio de elétrons. O diquat integra o grupo químico Bipiridíliums e é derivado de amônia quaternária. Sendo uma das principais características desse produto a alta solubilidade em água, a rápida adsorção pelos colóides do solo, ou seja, o seu uso pode ser feito no sistema aplique-plante, e ainda uma absorção mais rápida nas folhas por conta de sua passagem rápida pela cutícula bem como uma ação mais rápida na presença de luz e a não seletividade e translocação em relação ao alvo (Marchi; Marchi; Guimarães, 2008).

O glifosato pertence ao grupo de herbicidas inibidores da 5-enol-piruvil-chiquimate-3-fosfato sintase, age inibindo esta enzima na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais fenilalanina, tirosina e triptofano, que são precursores de outros produtos, como lignina, alcaloides, flavonoides e ácidos benzoicos (Rodrigues; Almeida, 2005, Weed Science, 2011).

O herbicida saflufenacil é um produto de ação dessecante com excelente desempenho sobre as espécies de plantas daninhas de difícil controle em diversas culturas, podendo apresentar importante alternativa no controle de plantas daninhas resistentes a outros dessecantes (Milléo et al., 2010). Este produto pode ser aplicado de forma isolada ou em mistura com glyphosate no manejo de um amplo espectro de espécies de eudicotiledôneas, incluindo àquelas resistentes a inibidores da ALS e também da EPSPS (Grossmann et al., 2010).

O mecanismo de ação do saflufenacil está relacionado com a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX), que atua na oxidação de protoporfirinogênio à protoporfirina IX (precursores da clorofila). Com a inibição da enzima, ocorre o acúmulo de protoporfirinogênio, que se difunde para fora do centro reativo,

onde acontece uma oxidação não-enzimática da mesma. Cogita-se que a protoporfirina IX produzida pela via não enzimática não sofreria a atuação da Mg-quelatase para transformar-se em Mgprotoporfirina IX e/ou, que teria uma conformação estrutural diferente daquela produzida pela via normal (Oliveira Júnior, 2011).

O carfentrazone-ethyl é um herbicida do grupo químico das aril triazolinonas, o mecanismo de ação da carfentrazone consiste na inibição da formação da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO), que participa na síntese da clorofila. É registrado no Brasil para as culturas de milho, soja, algodão, café e citros, possuindo excelente controle de plantas daninhas dicotiledôneas e especialmente (Corrêa; Borges, 2000; Oliveira Junior et al., 2000; FMC CORP., 2000). Corrêa & Borges (2000) em seu estudo relataram um sinergismo na combinação carfentrazone com o glyphosate (Werlang; Silva, 2002).

O amônio glufosinate age no sítio de ligação do glutamato com a enzima GS. A inibição da GS pode resultar em deficiência de glutamina e acúmulo de amônia na planta (Tachibana et al., 1986; Wild; Wendler, 1990; Lacuesta et al., 1993), porém o acúmulo de amônia não é o fator direto responsável pelos efeitos tóxicos do glufosinate na planta. O ingrediente ativo deste herbicida pode agir em quatro processos: 1) acúmulo de amônia nos cloroplastos; 2) inibição da enzima ribulose-bisfosfato carboxilase; 3) redução do pH no interior do cloroplasto, interferindo na síntese de ATP; e 4) inibição da redução do nitrato (Ross; Lembi, 1985; Devine et al., 1993; Barberis, 2012).

Neste contexto e pela certa escassez de opções de moléculas de herbicidas que podem ser usados na dessecação em pré semeadura, objetivou-se determinar potenciais herbicidas em substituição ao paraquat, para serem utilizados na dessecação de áreas em pré-semeadura da cultura da soja, avaliando-se o efeito *carryover*.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), pertencente à UniBRAS – Faculdade Rio Verde, nas coordenadas 17°45'11" S 50°55'52" W, com altitude de 770m, localizada na área rural do município de Rio Verde, estado de Goiás. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (LVDF) (SANTOS et al., 2018), sendo que as características químicas e granulométricas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo no local de condução do ensaio. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2020 – 2021.

| Macronutrientes | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------|---------------------|-------|-------|------------------------------------|---------------|-------|--------------------|------------------------------------|-------|-------|------|
| Prof. | pH | P | S | K | Ca | Mg | Al | H+Al | M.O. | SB | CTC | V | M |
| cm | CaCl ₂ | | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | g dm ⁻³ | cmol _c dm ⁻³ | | | % |
| 0-20 | 4,8 | 7,89 | 10,5 | 67,0 | 6,43 | 3,15 | 0,05 | 4,79 | 34 | 9,76 | 14,54 | 67,09 | 0,51 |
| Micronutrientes | | | | | | | Granulometria | | | | | | |
| Prof. | B | Na | Cu | Fe | Mn | Zn | Areia | Silte | Argila | Classe textural | | | |
| cm | mg dm ⁻³ | | | | | | % | | | | | | |
| 0-20 | 0,39 | 1,00 | 3,54 | 29,75 | 47,8 | 1,59 | 47 | 10 | 43 | Argiloso | | | |

pH da solução do solo, determinado em solução de cloreto de cálcio; MO: matéria orgânica, determinação por método colorimétrico; P: fósforo, melhich; K⁺: potássio, melhich; Ca²⁺ e Mg²⁺: teores trocáveis de cálcio e magnésio, respectivamente, em KCl; S-SO₄²⁻: Enxofre na forma de sulfatos, extraído por fosfato de cálcio e determinado por colorimetria. Al³⁺: Alumínio trocável, extraído por solução de cloreto de potássio a 1 mol L⁻¹. H+Al: acidez total do solo, determinada em solução tampão SMP a pH 7,5. SB: soma de bases (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺). CTC: capacidade de troca de cátions (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺ + H+Al). V: saturação por bases do solo (relação SB/CTC). m: saturação por alumínio [relação Al³⁺/(SB+Al³⁺)]. Cu, Fe, Mn e Zn: cobre, ferro, manganês e zinco, extraídos por solução melhich.

Segundo Köppen & Geiger (1928) e Alvares et al. (2013), o clima da região é classificado como Aw (tropical), com seca nos meses de junho a setembro, e com chuva nos meses de outubro a maio. A temperatura média anual possui baixa variação sazonal, apresentando média de 23,8 °C, concentrando os menores valores no mês de julho,

com 20,8 °C, e os maiores valores no mês de outubro, com 24,5 °C, e, o relevo é suave ondulado (6% de declividade) (Silva et al., 2017).

Durante o desenvolvimento da cultura os dados climáticos locais foram monitorados e as médias diárias estão dispostas na Figura 1.

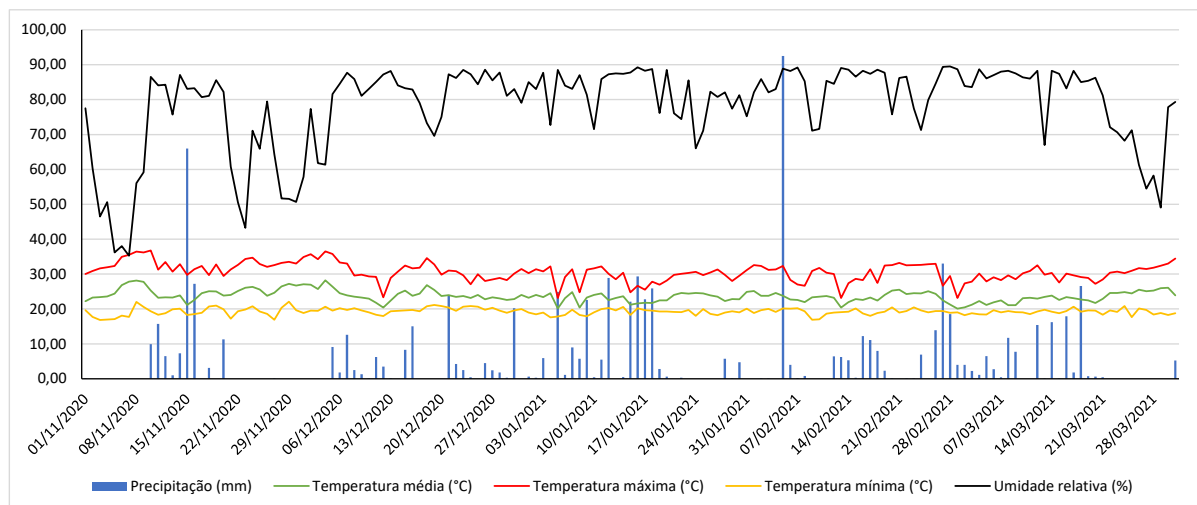


Figura 1. Dados diários, precipitação local, temperatura e umidade relativa no período decorrente do experimento, Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2020 – 2021. **Fonte:** Estação meteorológica instalada no local do experimento – Rio Verde – GO.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 9x3 com quatro repetições, composto por nove tratamentos e três épocas de aplicação dos tratamentos (14, 7 e 0 DAS – Dias após a semeadura) na cultura da soja (Tabela 2).

As aplicações dos herbicidas foram realizadas em pré semeadura da cultura, para as aplicações em 14 e 7 DAS e no sistema plante-aplique para a época 0 que foi aplicado logo após semeadura das sementes. Para o tratamento controle, foi realizada a aplicação de paraquat na dose de 2,0 L ha⁻¹ apenas no dia 0, logo após a semeadura.

Antes da aplicação da primeira época (14 DAS) foi realizado um levantamento da comunidade infestante, onde constatou a presença das seguintes espécies: *Bidens subalternas* (picão preto), *Chamaesyce hirta* (erva-de-santa-luzia), *Commelina bengalensis* (trapoeraba), *Cyperus rotundos* (tiririca), *Digitaria nuda* (capim colchão), *Ipomoea grandifolia* (corda de viola), *Pennisetum setosum* (capim custódio), sendo as gramíneas com maior presença na área.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas utilizando pulverizador costal pressurizado a CO₂ munido de barra com quatro pontas ADIA 110.02 espaçadas a 0,45m sob pressão de 2,0 kgf cm⁻² com volume de calda de 100 L ha⁻¹. A unidade experimental foi composta por um retângulo com largura e comprimento de 2x2,5m, sendo semeadas 4 linhas espaçadas em 0,5m em sistema de plantio direto, perfazendo uma área de 5m² por unidade experimental, com uma área total para o ensaio de 540m².

Realizou-se a aplicação dos tratamentos de 14 e 7 DAS, respectivamente nos dias 21 e 28 de novembro em área de pousio, a aplicação de 0 DAS e semeadura da cultura ocorreu no dia 05 de dezembro de 2020.

Foi utilizada a cultivar de soja 98Y21 IPRO, tratada com Cruiser 350FS (600 ml/ 100 Kg) e Avicta 500 FS (300ml/100Kg) material foi submetido ao recobrimento com Polímero L272 (600 ml/ 100 kg) e Pó Secante F-028 (600 gr/ 100 kg). Foi utilizado o adubo formulado NPK (02-18-18), na dosagem de 350 kg ha⁻¹, sendo via sulco de plantio.

As avaliações de controle das plantas daninhas foram realizadas no dia da semeadura dos tratamentos para todos as épocas de aplicação em avaliação única. Para as avaliações de controle utilizou-se da escala visual com a atribuição de notas segundo recomendação da escala SBCPD (1995), onde 0 significa que não houve controle e 100 que houve morte das plantas.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos por produtos comerciais e doses. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2020 – 2021.

| Tratamentos | | | | | | |
|-------------|-------------------------------|--|------------------------------|-----------|---|--|
| | Molécula | Produto Comercial | Mecanismo de ação | Formulado | Dose i.a ¹ g/L ha ⁻¹ | Dose p.c ² Litros ha ⁻¹ |
| T 1 | Paraquat | Paraquat | Fotossistema I | SL | 2 | 400 |
| T 2 | Diquat | Reglone [®] | Fotossistema I | SL | 2 | 400 |
| T 3 | Diquat + Glyphosate | Reglone [®] + Glifosato Atar 48 [®] | Fotossistema I + EPSPS | SL + SL | 2 + 3,34 | 400 + 1.080 |
| T 4 | Saflufenacil | Heat [®] | PROTOX | WG | 0,05 | 35 |
| T 5 | Saflufenacil + Glyphosate | Heat [®] + Glifosato Atar 48 [®] | PROTOX + EPSPS | WG + SL | 0,05 + 3,34 | 35 + 1.080 |
| T 6 | Glufosinate | Liberty [®] | Glutamina Sintase | SL | 3 | 600 |
| T 7 | Glufosinate + Glyphosate | Liberty [®] + Glifosato Atar 48 [®] | Glutamina Sintase + EPSPS | SL + SL | 3 + 3,34 | 600 + 1.080 |
| T 8 | Carfentrazone | Aurora [®] | PROTOX | EC | 0,075 | 30 |
| T 9 | Carfentrazone + Glyphosate | Aurora [®] + Glifosato Atar 48 [®] | PROTOX + EPSPS | EC + SL | 0,075 + 3,34 | 30 + 1.080 |

¹Ingrediente ativo; ² Produto Comercial. As misturas em tanque foram realizadas seguindo a ordem de adição proposta por Azevedo (2015).

Aos 35 dias após a semeadura foi realizada avaliações biométricos e fisiológicos da cultura que encontrava-se entre os estádios fenológicos de V4 a V6, utilizando fita métrica, paquímetro e clorofilômetro (clorofiLOG, modelo CFL 1030 - Falker[®]).

Para as avaliações biométricas e fisiológicas foram utilizadas 4 plantas por unidade experimental. O comprimento de folha e largura da folha, foi mensurado sempre na segunda folha totalmente expandida, contando do ápice para a base da planta. A mesma folha utilizada para a coleta de dados de comprimento e largura da folha foram utilizadas para a medição dos teores de clorofila. O índice de área foliar foi quantificado pela equação adaptada de Tollenaar (1992).

$$IAF = (CF \times LF \times 0,75) \times (NF - 1)$$

Onde:

IAF – Índice de Área Foliar

CF – Comprimento de Folha

LF – Largura da Folha

NF – Número de Folhas da planta

O diâmetro de colmo foi realizado com a utilização de paquímetro, sendo mensurado a 3 cm a partir do solo, a altura da planta foi mensurada com fita métrica do solo até a inserção da gema apical (local de formação de novas folhas) mantendo o padrão para todas as plantas avaliadas. O número de folhas foi realizado por contagem de folhas totalmente expandidas e a altura de inserção da primeira folha foi realizada a partir do solo até a altura de inserção da primeira lâmina foliar.

Foi realizada a avaliação visual de fitotoxicidade da cultura aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, no entanto, não foi verificada atividade fitotóxica e por isso os dados não foram apresentados.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância foram analisados pelo teste de comparação de média Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

3. Resultados e Discussão

Afim de corroborar com os resultados do presente estudo, é importante frisar que a avaliação de porcentagem no controle de plantas daninhas no dia da semeadura da cultura faz parte dos resultados obtidos por Diniz et al. (2023). Ainda de acordo com Diniz et al. (2023), 0 dias antes da semeadura da cultura (DAS) os tratamentos não obtiveram controle, a justificativa do autor é de que os herbicidas usados no estudo foram aplicados após a semeadura que ocorreu em área de pousio para essa época de aplicação (Tabela 3).

Diniz et al. (2023) em seu estudo mostra que:

Já para as aplicações aos 7 DAS pode ser observado que o T 7 (Glufosinate + Glyphosate) foi o tratamento que promoveu o maior controle das plantas daninhas na dessecação atingindo nota superior a 60% de controle. O tratamento T 3 (Diquat + Glyphosate), T 5 (Saflufenacil + Glyphosate), T 6 (Glufosinato) e T 9 (Carfentrazone + Glyphosate) promoveram controle superior a 43% da comunidade infestante e não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Aos 14 DAS pode ser observado que o Glufosinato (T 6) e as associações de Glufosinato e Glyphosate (T 7) e Carfentrazone e Glyohosate (T 9) não foram diferentes entre si pelo método de separação de médias (Tukey $p < 0,05$) e promoveram um controle das plantas daninhas em pousio superior a 85%. O Saflufenacil em mistura de tanque com o Glyphosate, (T 5) não diferiu estatisticamente dos tratamentos T 6 e T 9, promovendo um controle da comunidade infestante superior a 75 por cento. Por outro lado, as moléculas de herbicidas Carfentrazone e Saflufenacil quando aplicadas isoladas não promoveram um controle satisfatório das plantas daninhas da área, isso pode sugerir que ocorra uma interação sinérgica dessas moléculas com a molécula de Glyphosate. Quando foi avaliado os tratamentos em relação a data de aplicação, pode-se observar que todos os tratamentos aplicados foram superiores a data do plantio para o controle de plantas daninhas (Diniz et al., 2023).

Tabela 3. Avaliação de porcentagem no controle de plantas daninhas no dia da semeadura da cultura do sorgo.

| Tratamentos | % Controle de Plantas Daninhas | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|
| | 0 DAS ¹ | 7 DAS | 14 DAS |
| T1 Controle ² | 0,00 aA | 0,00 dA | 0,00 dA |
| T2 Diquat | 0,00 aB | 15,00 cA | 6,50 dAB |
| T3 Diquat + Glyphosate | 0,00 aB | 48,75 abA | 41,25 cA |
| T4 Saflufenacil | 0,00 aA | 5,50 cdA | 4,75 dA |
| T5 Saflufenacil + Glyphosate | 0,00 aC | 43,75 bB | 76,25 bA |
| T6 Glufosinate | 0,00 aC | 47,50 bB | 86,25 abA |
| T7 Glufosinate + Glyphosate | 0,00 aC | 60,00 aB | 90,00 aA |
| T8 Carfentrazone | 0,00 aA | 8,75 cdA | 7,75 dA |
| T9 Carfentrazone + Glyphosate | 0,00 aC | 51,25 abB | 85,00 abA |
| Erro Padrão | 2,6977 | 2,6977 | 2,6977 |

¹Dias Antes da Semeadura; ²Sem aplicação de Herbicida; Controle segundo escala da SBCPD (1995). Foi realizada a aplicação de paraquat na dose de 2,0 L p.c ha⁻¹ no tratamento controle logo após semeadura da cultura do sorgo. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas na linha não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Diniz et al. (2023).

Na análise de variância, as variáveis comprimento de folha (CF), largura de folha (LF), índice de área foliar (IAF), diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), números de folhas (NF), altura de inserção da primeira

folha (AI 1ªF) e os teores do Índice Falker® de clorofila total (CT) foram significativas em função dos tratamentos, já as variáveis Índice Falker® de clorofila *a* (Ca) e clorofila *b* (Cb) não apresentou efeito significativo em função dos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento de folha (CF), largura de folha (LF), índice de área foliar (IAF), diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), números de folhas (NF), altura de inserção da primeira folha (AI 1ªF) e os teores do Índice Falker® de clorofila *a* (Ca), clorofila *b* (Cb) e clorofila total (CT). Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2019 – 2020.

| FV | GL | QM | | | | |
|----------------|----|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| | | CF | LF | IAF | DC | AP |
| Tratamentos | 8 | 0,0042 ** | 0,0023 ** | 0,0004 ** | 15,2747 ** | 490,2403 ** |
| DAS | 2 | 0,0004 ** | 0,0002 ** | 0,0001 ns | 1,7802 ** | 52,0841 ** |
| Tratamento*DAS | 16 | 0,0013 ** | 0,0007 ** | 0,0001 ** | 3,7921 ** | 91,7160 ** |
| Blocos | 3 | 0,0001 ns | 0,0001 ** | 0,0001 ns | 0,8505 ns | 22,8850 ns |
| Resíduo | 78 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,3538 | 8,1158 |
| CV (%) | | 10,70 | 11,83 | 18,98 | 15,07 | 10,77 |

| FV | GL | QM | | | | |
|----------------|----|------------|------------|------------|-----------|------------|
| | | NF | AI 1ªF | Ca | Cb | CT |
| Tratamentos | 8 | 14,5069 ** | 76,5800 ** | 11,1998 ns | 2,6611 ns | 22,7455 ** |
| DAS | 2 | 9,2314 ** | 0,5144 ns | 22,9802 ns | 0,9276 ns | 17,0725 ns |
| Tratamento*DAS | 16 | 4,5231 ** | 13,2157 ** | 8,1337 ns | 3,4074 ** | 16,0154 ns |
| Blocos | 3 | 0,7314 ns | 1,6944 ns | 26,3498 ns | 0,7360 ns | 35,8938 ns |
| Resíduo | 78 | 0,3468 | 3,3656 | 7,1000 | 1,6485 | 10,9857 |
| CV (%) | | 13,20 | 25,23 | 8,54 | 16,46 | 8,50 |

FV – Fonte de Variação; GL – Grau de Liberdade; QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de Variação; ns não significativo; * significativo a 5% e ** significativo 1% de probabilidade segundo teste F.

Na variável comprimento de folha (CF) em função dos 0 Dias Após da Semeadura (DAS) os tratamentos T3; T4; T5; T6; T7; e T9 apresentaram um CF uniforme e estes não diferem entre si, entretanto o T1; T2; e T8 diferem dos tratamentos T3 ao T7 e do T9. Quando comparamos os tratamentos T1 (Paraquat); T2 (Diquat) e T8 (Carfentrazone) com os demais observamos uma redução de 22,22% na CF. Por sua vez a CF em função dos 7 DAS os tratamentos T3; T5; T6; T7; e T9 não apresentam diferenças entre si, porém diferem dos tratamentos T2; T4; e T8. Os tratamentos T2 (Diquat); T4 (Saflufenacil); e T8 (Carfentrazone) quando comparados aos demais tratamentos promoveram uma redução de 44,44% na CF (Tabela 5).

Já em função dos 14 DAS a CF apresentou um comportamento semelhante aos observados nas épocas anteriores, os tratamentos com as moléculas do Paraquat (T1); Diquat (T2) e do Saflufenacil (T4) não diferem dos tratamentos com as moléculas Carfentrazone (T8) e Carfentrazone + Glyphosate (T9) e estas por sua vez não diferem dos demais tratamentos. O Diquat e o Saflufenacil quando comparados com as demais moléculas promoveram uma redução de 37,5% no comprimento de folha (Tabela 5).

Os tratamentos T2 (Diquat); T3 (Diquat + Glyphosate); e T8 (Carfentrazone) aos 0 DAS promoveram uma redução de 28,57% na LF quando são comparados aos demais tratamentos. Já aos 7 DAS o T1; T2 e o T8 continuaram a promover as menores reduções, porém, o T4 (Saflufenacil) segue o mesmo comportamento de reduzir a LF. Aos 14 DAS

Diquat e Saflufenacil aos 14 DAS promoveram as menores LF, entretanto estes não diferem da combinação de Diquat + Glyphosate; Saflufenacil + Glyphosate; Glufosinate; e Carfentrazone. Diquat e Saflufenacil. Aos 14 DAS os tratamentos com as moléculas de Glufosinate + Glyphosate; Carfentrazone + Glyphosate e do Paraquat respectivamente T7; T9 e T1 promoveram as maiores LF (Tabela 5).

Os resultados obtidos por Sousa et al. (2023) e Diniz et al. (2023) justificam os resultados deste estudo, uma vez que estes mostraram que a eficiência do Glyphosate apresentou um antagonismo entre a mistura em tanque corroborando com os resultados obtidos neste estudo. Diniz et al. (2023) realizou testes de incompatibilidade de mistura entre a associação de Diquat com Glyphosate no controle de área em pousio e obteve resultados semelhantes com essas mesmas moléculas.

Tabela 5. Índices de comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF) da cultura da soja em relação aos tratamentos herbicidas e a época de aplicação antes da semeadura. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2019 – 2020.

| Tratamentos | CF | | | LF | | |
|--------------------------------|--------------------|---------|----------|------------|----------|-----------|
| | 0 DAS ¹ | 7 DAS | 14 DAS | 0 DAS | 7 DAS | 14 DAS |
| T 1 Paraquat | 0,58 aA | 0,58 aA | 0,58 aA | 0,06 abcA | 0,06 bcA | 0,06 abA |
| T 2 Diquat | 0,06 bAB | 0,04 bA | 0,06 bA | 0,04 cAB | 0,03 dB | 0,04 bA |
| T 3 Diquat + Glyphosate | 0,08 abAB | 0,08 aA | 0,07 abA | 0,06 abcAB | 0,06 bcB | 0,05 abA |
| T 4 Saflufenacil | 0,09 aAB | 0,05 bA | 0,05 bA | 0,08 aAB | 0,04 cdB | 0,04 bA |
| T 5 Saflufenacil + Glyphosate | 0,09 aAB | 0,09 aA | 0,09 aA | 0,08 aAB | 0,08 aB | 0,06 abA |
| T 6 Glufosinate | 0,09 aAB | 0,09 aA | 0,08 aA | 0,07 abAB | 0,07 abB | 0,06 abA |
| T 7 Glufosinate + Glyphosate | 0,09 aAB | 0,10 aA | 0,09 aA | 0,08 aAB | 0,07 abB | 0,07 aA |
| T 8 Carfentrazone | 0,06 bAB | 0,06 bB | 0,07 abA | 0,05 bcB | 0,04 cdB | 0,06 abAB |
| T 9 Carfentrazone + Glyphosate | 0,10 aAB | 0,10 aA | 0,07 abA | 0,08 aAB | 0,07 abB | 0,07 aA |
| Erro Padrão | 0,0027 | 0,0027 | 0,0027 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0022 |

¹Dias Após da Semeadura; CF e LF expressos em m². Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas na linha não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O T2 (Diquat) e o T8 (Carfentrazone) aos 0 DAS promoveram os menores índice de área foliar. aos 0 DAS, já aos 7 DAS o T2 (Diquat); T3 (Diquat + Glyphosate); T4 (Saflufenacil); e T8 (Carfentrazone) promoveram os menores IAF. Na última avaliação do IAF feita aos 14 DAS os tratamentos T2; T3; e T4 promoveram as menores reduções no IAF, ou seja, o uso do Diquat isolado e combinado com o Glyphosate além do Saflufenacil isolado aos 14 DAS promoveram os menores valores do IAF (Tabela 6).

Aos 0 os tratamentos T2 e T8 promoveram o menor diâmetro de colmo quando comparado com os demais tratamentos, aos 7 DAS os tratamentos T2; T4 e T8 promoveram os menores DC. Já aos 14 DAS os tratamentos T2 e T4 apresentaram os menores DC. Quando levamos em consideração todas as datas de avaliação, ou seja, 0, 7, 14 DAS podemos observar que o Diquat (T2) e Saflufenacil (T4) promoveram as maiores reduções no diâmetro de colmo (Tabela 6).

Os tratamentos com as moléculas de Glufosinate + Glyphosate (T7); Glufosinate (T6); e Saflufenacil + Glyphosate (T5) aos 0, 7 e 14 DAS promoveram as menores reduções de AP, as plantas deste apresentam respectivamente uma altura média de 24,89cm (0,2489m); 25,8 cm (0,2583m); 26,27cm (0,2627m) (Tabela 6). Por sua vez o Diquat (T2); Saflufenacil (T4); Carfentrazone (T8) promoveram os maiores valores de AP, respectivamente 33,88cm (0,3388m); 32,52cm (0,3252m); e 29,99cm (0,2999m) (Tabela 7).

Os tratamentos T2 (Diquat); T8 (Carfentrazone) e T4 (Saflufenacil) apresentaram os menores NF, por sua vez quando o T1 (Paraquat); T7 (Glufosinate + Glyphosate); T5 (Saflufenacil + Glyphosate) promoveram os maiores número de folhas em todas as avaliações (Tabela 7).

Na variável altura de inserção da primeira folha aos 0 DAS o tratamento T2 (Diquat) diferiu de todos os tratamentos e ainda apresentou a maior altura de inserção, quando comparado aos demais tratamentos (T1; T3; T4; T5; T6; T7; T8; T9) o T2 promoveu um aumento de 66,71% na AI 1ªF. Os demais tratamentos apresentaram uma AI 1ªF média de 7,15 cm. Aos 7 DAS observa-se a mesma tendência do T2 em promover uma maior AI 1ªF, entretanto agora o T2 não diferiu do T8 (Carfentrazone), e esses por sua vez não diferiram dos demais tratamentos (Tabela 7).

Tabela 6. Teste de média para os fatores índice de área foliar (IAF) e diâmetro de colmo (DC) para os tratamentos aplicadas antes a semeadura da cultura da soja. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2019 – 2020.

| Tratamentos | IAF | | | DC | | |
|--------------------------------|--------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | 0 DAS ¹ | 7 DAS | 14 DAS | 0 DAS | 7 DAS | 14 DAS |
| T 1 Paraquat | 0,12 aA | 0,12 aA | 0,12 aA | 12,30 aA | 12,30 aA | 12,30 aA |
| T 2 Diquat | 0,01 bA | 0,01 bA | 0,01 bA | 3,05 bAB | 2,41 cB | 2,76 bA |
| T 3 Diquat + Glyphosate | 0,02 abA | 0,01 bA | 0,01 bA | 4,31 abAB | 4,26 bB | 4,03 abA |
| T 4 Saflufenacil | 0,03 aA | 0,01 bA | 0,01 bA | 4,23 abAB | 2,46 cB | 2,83 bA |
| T 5 Saflufenacil + Glyphosate | 0,03 aA | 0,03 aA | 0,02 abA | 5,46 aAB | 5,45 abB | 4,48 aA |
| T 6 Glufosinate | 0,03 aA | 0,02 abA | 0,02 abA | 4,56 abAB | 5,15 abB | 5,01 aA |
| T 7 Glufosinate + Glyphosate | 0,03 aA | 0,02 abA | 0,03 aA | 5,35 aAB | 5,96 aB | 5,31 aA |
| T 8 Carfentrazone | 0,01 bA | 0,01 bA | 0,02 abA | 3,21 bAB | 2,43 cB | 4,63 aA |
| T 9 Carfentrazone + Glyphosate | 0,03 aA | 0,02 abA | 0,02 abA | 5,20 aAB | 5,13 abB | 4,06 abA |
| Erro Padrão | 0,0011 | 0,0011 | 0,0011 | 0,1982 | 0,1982 | 0,1982 |

¹Dias Após da Semeadura; IAF expresso em m² e DC expresso em cm. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas na linha não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Subedi; Willenborg e Vandenberg (2017) em seu estudo mostraram que nenhum herbicida de contato, aplicados isoladamente ou em mistura de tanque com glifosato, teve qualquer efeito adverso nas qualidades das sementes, pois, este é o que se busca. Soltani et al. (2010) utilizando saflufenacil em pré-emergência de diversas culturas, verificou que estes promoveram reduções na altura das plantas.

No Índice Falker[®] de clorofila *b* (*Cb*) os tratamentos T1 e T2 apresentaram os maiores índices de *Cb*, entretanto diferiram apenas do tratamento T6 (Glufosinate), e quando comparados entre si o T6 promoveu uma redução de 7,44% no *Cb*. (Tabela 8).

O T6 (Glufosinate) apresentou o menor índice Falker[®] de *CT*, entretanto os demais tratamentos não diferem entre si (Tabela 8).

Alguns estudos mostram que diquat, glufosinato e saflufenacil sozinhos ou em combinação com glifosato podem ser usados no manejo de plantas daninhas e na dessecação (Soltani et al., 2013). De acordo com Soltani et al. (2013) o carfentrazone nem sempre promovem uma dessecação consistente na cultura de interesse agrícola e nas plantas daninhas. O saflufenacil, glufosinate, diquat e carfentrazone proporciona uma dessecação uniforme e rápida, e ainda apresenta um baixo impacto ambiental (Sprague et al., 2012; Mcnaughton et al., 2015).

A utilização das misturas de herbicidas objeto do presente estudo, podem ser uma estratégia eficaz para o manejo de plantas daninhas resistentes ou de difícil controle, entretanto, nas condições do presente estudo não foram observados problemas de incompatibilidade ou antagonismo. O uso do diquat, glyphosate, saflufenacil, glufosinate e carfentrazone de forma isolada ou em associação possibilitaria o aumento da eficácia sobre espécies dicotiledôneas, que são consideradas as de maior potencial de dano para esta cultura (Sprague et al., 2012; Mcnaughton et al., 2015).

Tabela 7. Resultados do teste de média para altura de planta (AP), número de folhas (NF) e altura de inserção da primeira folha (AI 1ªF) em relação as épocas e herbicidas aplicados antes da semeadura da cultura da soja. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2019 – 2020.

| Tratamentos | AP | | | NF | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------|-----------|-----------|---------|----------|
| | 0 DAS ¹ | 7 DAS | 14 DAS | 0 DAS | 7 DAS | 14 DAS A |
| T 1 Paraquat | 38,50 aAB | 38,50 aA | 38,50 aA | 6,34 aA | 6,34 aA | 6,34 aA |
| T 2 Diquat | 33,66 aB | 36,83 aAB | 31,16 abA | 3,50 cB | 3,00 bB | 3,66 bcA |
| T 3 Diquat + Glyphosate | 29,33 abB | 29,16 bcdAB | 29,16 abA | 4,83 abcB | 5,33 aB | 5,16 abA |
| T 4 Saflufenacil | 28,00 abB | 35,25 abAB | 34,33 aA | 4,83 abcB | 3,00 bB | 3,16 cA |
| T 5 Saflufenacil + Glyphosate | 27,16 abB | 25,33 dAB | 26,33 bA | 5,50 aB | 5,33 aB | 5,66 aA |
| T 6 Glufosinate | 25,66 bB | 26,50 cdAB | 25,33 bA | 4,66 abcB | 5,16 aB | 5,66 aA |
| T 7 Glufosinate + Glyphosate | 26,00 bB | 23,66 dAB | 25,00 bA | 5,83 aB | 5,83 aB | 6,16 aA |
| T 8 Carfentrazone | 29,83 abB | 34,00 abcAB | 26,16 bA | 3,66 bcB | 3,16 bB | 5,00 abA |
| T 9 Carfentrazone + Glyphosate | 25,83 bB | 27,33 cdAB | 27,33 abA | 5,16 abB | 5,50 aB | 5,50 aA |
| Erro Padrão | 0,9496 | 0,9496 | 0,9496 | 0,1963 | 0,1963 | 0,1963 |

| Tratamentos | AI 1ªF | | |
|--------------------------------|--------------------|----------|-----------|
| | 0 DAS ¹ | 7 DAS | 14 DAS |
| T 1 Paraquat | 5,66 bA | 5,66 bA | 5,66 cA |
| T 2 Diquat | 10,25 aA | 13,45 aA | 12,08 aA |
| T 3 Diquat + Glyphosate | 7,26 aA | 6,33 bA | 8,66 abcA |
| T 4 Saflufenacil | 7,58 aA | 11,91 aA | 10,33 abA |
| T 5 Saflufenacil + Glyphosate | 7,58 aA | 5,41 bA | 6,25 bcA |
| T 6 Glufosinate | 7,50 aA | 6,41 bA | 5,41 cA |
| T 7 Glufosinate + Glyphosate | 6,83 aA | 4,83 bcA | 4,91 cA |
| T 8 Carfentrazone | 11,08 aA | 11,91 aA | 5,50 bcA |
| T 9 Carfentrazone + Glyphosate | 6,66 aA | 6,58 bA | 5,83 bcA |
| Erro Padrão | 0,6115 | 0,6115 | 0,6115 |

¹Dias Após da Semeadura; AP expresso em cm. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas na linha não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Resultados do teste de média para o Índice Falker® de clorofila *a* (Ca), clorofila *b* (Cb) e clorofila total (CT) para a cultura da soja. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2019 – 2020.

| Tratamentos | Médias | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------------|--------------------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|
| | 0 DAS ¹ | | | 7 DAS | | | 14 DAS | | | |
| | Ca | Cb | CT | Ca | Cb | CT | Ca | Cb | CT | |
| T 1 | Paraquat | 32,34 a | 8,57 a | 40,91 a | 32,34 a | 8,57 a | 40,91 a | 32,34 a | 8,57 a | 40,91a |
| T 2 | Diquat | 31,68ab | 7,85ab | 39,54ab | 31,54a | 7,62a | 39,16a | 31,31a | 8,57 | 40,20a |
| T 3 | Diquat + Glyphosate | 32,21ab | 7,78ab | 40,00a | 31,61a | 7,58a | 39,20a | 31,12a | 8,89 | 39,52a |
| T 4 | Saflufenacil | 30,76ab | 6,85ab | 37,62ab | 31,80a | 8,10a | 39,90a | 29,23a | 8,40 | 37,71a |
| T 5 | Saflufenacil + Glyphosate | 32,43 ^a | 7,63ab | 40,06a | 32,50a | 8,24a | 40,74a | 30,47a | 8,48 | 38,35a |
| T 6 | Glufosinate | 28,52b | 6,68b | 35,21b | 31,34a | 7,78a | 39,13a | 30,31a | 7,88 | 37,50a |
| T 7 | Glufosinate + Glyphosate | 32,01ab | 8,61a | 40,62a | 31,54a | 7,54a | 39,08a | 31,42a | 7,19 | 38,61a |
| T 8 | Carfentrazone | 31,35ab | 8,00ab | 39,35ab | 30,86a | 7,56a | 38,43a | 29,97a | 7,19 | 37,19a |
| T 9 | Carfentrazone + Glyphosate | 32,56a | 8,00ab | 40,56a | 31,73a | 7,97a | 39,71a | 29,51a | 7,22 | 36,74a |
| Erro Padrão | | 0,88 | 0,76 | 1,10 | 0,88 | 0,76 | 1,10 | 0,84 | 0,40 | 1,04 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4. Conclusões

O uso isolado do Diquat promoveu plantas com uma maior altura de inserção da primeira folha.

As moléculas de Glufosinate + Glyphosate; Glufosinate; Saflufenacil + Glyphosate não promoveram reduções significativas na altura de planta.

O Glufosinate reduziu o índice de clorofila total.

O Glufosinate aplicado isolado e as misturas entre Glufosinate + Glyphosate e Carfentrazone + Glyphosate mostraram-se promissores como potenciais herbicidas para serem utilizados na dessecação de áreas em pré-semeadura da cultura da soja nas condições deste ensaio.

5. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil e ao Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde, Goiás, Brasil.

6. Contribuições dos autores

Micaelcio Lemes Parreira: escrita do projeto, desenvolvimento experimental, análise dos resultados, escrita do manuscrito, correções gramaticais e científicas. *Fernando Rezende Corrêa*: orientador, coordenador sobre a pesquisa de campo, verificação da escrita e publicação do manuscrito. *Nelmício Furtado da Silva*: análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas. *Wendson Soares da Silva Cavalcante*: Colaborador, coleta de dados experimentais, análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas. *Daniele Ferreira Ribeiro*: Colaborador, coleta de dados experimentais, análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas. *Estevão Rodrigues*: Colaborador, coleta de dados experimentais,

análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas.

7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

8. Aprovação ética

Não aplicável.

9. Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, 22(6), 711-728. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Azevedo, L. A. S. (2015). *Mistura em Tanque de Produtos Fitossanitários: Teoria e Prática*. 1. Ed. – Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora.
- Barberis, L. R. M. (2012). *Metodologia para determinação de efeitos fisiológicos e metabólicos do glufosinate em soja*. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Botucatu.
- Conab (2021). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. Conab, Safra 2020/21, Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 8(7).
- Corrêa, L. E. A., Borges, A. (2000). Glyphosate + carfentrazone: controle de ervas problemáticas. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22, 2000, Foz do Iguaçu. *Resumos...* Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas.
- Devine, M. D., Duke, S. O., Fedtke, C. (1993). Inhibition of amino acid biosynthesis. In: *Physiology of Herbicide Action*. Englewood Cliffs, New Jersey, 252-263.
- Diniz, J. C. E., Côrrea, F. R., da Silva, N. F., Cavalcante, W. S. S., Ribeiro, D. F., & Rodrigues, E. (2023). Herbicidas com potencial de substituição ao paraquat no manejo pré-semeadura na cultura do sorgo. *Brazilian Journal of Science*, 2(3), 33-45.
- Elias, S. G., Coopeland, L. O., Mc Donald, M. D., Baalbaki, R. Z. (2012). *Seed testing: principles & practices*. Michigan: Michigan State University.
- Elias, S. G., & Copeland, L. O. (2001). Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. *Agronomy journal*, 93(5), 1054-1058. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.9351054x>
- Embrapa (2018). *Dessecação é uma importante estratégia no manejo da soja*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste/busca-de-noticias//noticia/31835117/dessecao-e-uma-importante-estrategia-no-manejo-da-soja>>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- Feliceti, M. L., de Campos Siega, T., da Silva, M., de Mesquita, A. P. B., da Silva, J. A., Bahry, C. A., & Possenti, J. C. (2020). Grupos de maturidade relativa frente à qualidade fisiológica das sementes de soja. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 27410-27421. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-260>
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35, 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Grossmann, K., Niggeweg, R., Christiansen, N., Looser, R., & Ehrhardt, T. (2010). The herbicide saflufenacil (Kixor™) is a new inhibitor of protoporphyrinogen IX oxidase activity. *Weed science*, 58(1), 1-9. <https://doi.org/10.1614/WS-D-09-00004.1>
- Hirakuri, M. H., Lorini, I., França-Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., Henning, A. A., Henning, F. A., ... & Benassi, V. T. (2018). Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil. *Circular técnica*, 145, 1-22.
- Hungria, M., Franchini, J. C., Campo, R. J., Graham, P. H. (2005). The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: *Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment*. Springer, Dordrecht, 25-42.

- Köppen, W., Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. Disponível em: <http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- Lacerda, A. L. D. S., Lazarini, E., Sá, M. E. D., & Valério Filho, W. V. (2005). Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. *Bragantia*, 64(3), 447-457. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000300015>
- Lacerda, A. L. D. S., Lazarini, E., Sá, M. E. D., & Valério Filho, W. V. (2003). Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. *Revista Brasileira de Sementes*, 25(2), 97-105. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000400014>
- Lacuesta, M., González-Moro, B., González-Murua, C., & Muñoz-Rueda, A. (1990). Time-course effect of phosphinothricin (PPT) on photosynthesis in *Medicago sativa*. *Plant Physiol*, 93(1), 161.
- Marchi, G., Marchi, E. C. S., Guimarães, T. G. (2008). *Herbicidas: mecanismos de ação e uso*. Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E), 2008.
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2. ed., Londrina: ABRATES.
- McNaughton, K. E., Blackshaw, R. E., Waddell, K. A., Gulden, R. H., Sikkema, P. H., & Gillard, C. L. (2015). Effect of five desiccants applied alone and in combination with glyphosate in dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 95(6), 1235-1242. <https://doi.org/10.4141/cjps-2015-098>
- Milléo, M. V. R., Moresco, E., Belani, R. B. (2010). Uso do herbicida saflufenacil em aplicação dirigida na dessecação de plantas daninhas na cultura da acácia negra. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 27., 2010, Ribeirão Preto. *Anais...* Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas, Viçosa.
- Oliveira Júnior, R. S., Constantin, J., Hernandez, A. I. F., Marchiori Junior, O., & Ramires, A. C. (2000). Carfentrazone: novo herbicida para o manejo de *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* em áreas de semeadura direta de soja e milho. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22, 2000, Foz do Iguaçu. *Resumos...* Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas.
- Oliveira Júnior, R. S. (2011). Mecanismos de Ação de Herbicidas. In: Oliveira Júnior, R. S., Constantin, J., Inoue, M. H. (Eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 141-192.
- Rodrigues, B. N., Almeida, F. S. (2005). *Guia de herbicidas*. 5.ed. Londrina: IAPAR.
- Ross, M. A., Lembi, C. A. (1985). *Applied weed science*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Santos, H. G. dos, Jacomine P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. A. de, Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A de, Araujo Filho, J. C. de, Oliveira, J. B. de, Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa, 5 ed. ver. amp.
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumbreras, J. F., Coelho, M.R., Almeida, J. A., Cunha, T. J. F., Oliveira, J. B. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Brasília, DF: Embrapa.
- Silva, C. L. da. (2021). *Uso de carfentrazone e diquat na dessecação em pré-colheita da soja*. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Silva, N. F. da, Cunha, F. N., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L., Vidal, V. M., & Morais, W. A. (2017). Reposição hídrica e adubação nitrogenada na cana-de-açúcar via gotejamento subsuperficial: cana-planta e cana-soca. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 11(6), 1862. <https://doi.org/107127/rbaiv11n600642>
- SBCPD (1995). *Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas*. Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas.
- Soltani, N., Blackshaw, R. E., Gulden, R. H., Gillard, C. L., Shropshire, C., & Sikkema, P. H. (2013). Desiccation in dry edible beans with various herbicides. *Canadian Journal of Plant Science*, 93(5), 871-877. <https://doi.org/10.4141/cjps2013-061>
- Sounpinski, J. (2019). *Dessecação para colheita antecipada da soja e cuidados com percevejos na safrinha*. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/11/dessecao-para-colheita-antecipada-da-soja-e-cuidados-com-percevejos-na-safrinha>. Acesso em: 02 nov. 2021
- Sousa, U. V. de, Córrea, F. R., da Silva, N. F., da Silva Cavalcante, W. S., Ribeiro, D. F., & Rodrigues, E. (2023). Interação da mistura em tanque entre os herbicidas diquat e glyphosate na dessecação de área em pousio. *Brazilian Journal of Science*, 2(2), 61-70.

- Sprague, C., & Powell, G. (2012). Evaluation of preharvest desiccants in dry edible beans. Dry bean research report: *Assessment of narrow row technology*, 1(1), 18-23.
- Subedi, M., Willenborg, C. J., & Vandenberg, A. (2017). Influence of harvest aid herbicides on seed germination, seedling vigor and milling quality traits of red lentil (*Lens culinaris* L.). *Frontiers in Plant Science*, 8(1), 311. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00311>
- Tachibana, K., Watanabe, T., Sekizawa, Y., Takematsu, T. (1986). Inhibition of Glutamine Synthetase and Quantitative Changes of Free Amino Acids in Shoots of Bialaphostreated Japanese Barnyard Millet. *Journal of Pesticide Science*, 11(1), 27-31. <https://doi.org/10.1584/jpestics.11.27>
- Tollenaar, M. (1992). Is low plant density a stress in maize?. *Maydica*, 37(4), 305-311.
- Webster, T. M., Grey, T. L., Flanders, J. T., & Culpepper, A. S. (2009). Cotton planting date affects the critical period of Benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) control. *Weed Science*, 57(1), 81-86. <https://doi.org/10.1614/WS-08-118.1>
- Weed Science (2011). *Official WSSA definitions of "Herbicide Resistance" and "Herbicide Tolerance"*. Disponível em: <<http://www.weedscience.com/paper/definitions.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- Whigham, D. K., & Stoller, E. W. (1979). Soybean desiccation by paraquat, glyphosate, and Ametryn to Accelerate Harvest 1. *Agronomy Journal*, 71(4), 630-633. <https://doi.org/10.2134/agronj1979.00021962007100040027x>
- Whitaker, J. R., York, A. C., Jordan, D. L., & Culpepper, A. S. (2011). Weed management with glyphosate-and glufosinate-based systems in PHY 485 WRF cotton. *Weed Technology*, 25(2), 183-191. <https://doi.org/10.1614/WT-D-10-00008.1>
- Whitaker, J. R., York, A. C., Jordan, D. L., Culpepper, A. S., & Sosnoskie, L. M. (2011). Residual herbicides for Palmer amaranth control. *J Cotton Sci*, 15(1), 89-99.
- Wild, A. (1990). Effect of glufosinate (phosphinothricin) on amino acid content, photorespiration and photosynthesis. *Pestic. Sci.*, 30, 422-424.

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).