

Câmpus
Sul
UnU - Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



ESTADO
DE GOIÁS

AGRONOMIA

LAILA JORDANA MACEDO TRINDADE

**IMPORTÂNCIA DOS ADJUVANTES NA EFICIÊNCIA DE CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS**

IPAMERI-GO
2023

LAILA JORDANA MACEDO TRINDADE

**IMPORTÂNCIA DOS ADJUVANTES NA EFICIÊNCIA DE CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia, pela Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri, sob a orientação do professor Dr. Fábio Santos Matos.

IPAMERI-GO
2023

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M185i Macedo Trindade, Laila Jordana
 IMPORTÂNCIA DOS ADJUVANTES NA EFICIÊNCIA DE CONTROLE
 DE PLANTAS DANINHAS / Laila Jordana Macedo Trindade;
 orientador Fábio Santos Matos; co-orientador Larissa
 Pacheco Borges. -- Ipameri, 2023.
 21 p.

 Graduação - Agronomia -- Unidade de Ipameri,
 Universidade Estadual de Goiás, 2023.

 1. Plantas invasoras. 2. Herbicidas. 3. Eficiência
 de controle. I. Santos Matos, Fábio , orient. II.
 Pacheco Borges, Larissa , co-orient. III. Título.



Ata de Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso

No 15º dia do mês de junho de dois mil e vinte e três, às 16 horas, realizou-se na Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, sessão pública de apresentação e apreciação (Defesa) do Trabalho de Conclusão de Curso, TCC intitulado: **IMPORTÂNCIA DOS ADJUVANTES NA EFICIÊNCIA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**, resultante de **Artigo Científico**, apresentado pela acadêmica **Laila Jordana Macedo Trindade**, do curso de **Agronomia**, como exigência parcial para a obtenção do título de **Agrônomo**.

A Banca foi constituída pelos professores: **Fábio Santos Matos**(orientador), **Larissa Pacheco Borges** e **Maria Erlan Inocêncio**.

A Banca examinadora passou a arguição pública do aluno. Encerrados os trabalhos os examinadores deram o parecer final sobre o Trabalho de Conclusão de Curso.

Parecer APROVADA pela Banca Examinadora

Nota: 10,0

Banca Examinadora:

Fábio Santos Matos (orientador)

Fábio Santos Matos

Larissa Pacheco Borges

Larissa Pacheco Borges

Maria Erlan Inocêncio

Maria Erlan Inocêncio

À Deus que sempre esteve ao meu lado guiando meus passos. À minha família, em especial aos meus pais que são meu maior exemplo de fé e caráter. À minha avó Cleusa que sempre sonhou em me ver formando, mas infelizmente não está mais presente entre nós.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida, me fortalecer para que eu não desistisse dos meus sonhos e por me sustentar com o seu amor nos momentos que mais precisei.

A minha mãe, Maria da Piedade Mendes Macedo, por nunca medir esforços para me ver feliz, e por ser minha maior incentivadora, amiga e companheira que eu poderia ter.

Aos meus pais, Dionísio Correia da Trindade e Elton Rodrigues Teles, por todos os ensinamentos, amor, cuidado e suporte financeiro para me manter aqui.

As minhas irmãs, Laís Macedo Teles e Laura Macedo Teles, que me inspiram a ser uma pessoa melhor todos os dias e que com apenas um sorriso, me fazem rir, melhorando meu dia.

Aos meus avós, por ajudarem na minha criação com toda responsabilidade, cuidado e amor, e por me ensinarem valores que jamais esquecerei.

Ao meu orientador, Dr. Fábio Santos Matos, e a minha coorientadora, Larissa Pacheco Borges, por me acolherem da melhor forma possível em seu grupo de pesquisa, me ajudando, aconselhando e me incentivando a prosseguir. E mesmo em tão pouco tempo ingressa, comparado aos outros integrantes, pude aprender muito com seus ensinamentos.

A todo o Grupo de Pesquisa em Fisiologia da Produção Vegetal, em especial, ao Robson Júnior, Nathalia Carvalho e Luiz Gustavo Caixeta, pela prontidão em me ajudar sempre que precisei, permitindo a construção de uma amizade fora do ambiente acadêmico.

Aos meus professores da graduação, por todos os ensinamentos transmitidos até aqui e pela dedicação, apoio, paciência e atenção.

A toda minha banca examinadora que não hesitaram em fazer parte e prontamente me ajudaram a escrever esse trabalho.

A todos os meus amigos, em especial a Natália Santos, Natália Pires, Gabriel Araújo, Lucca Rezende, Gustavo Estrela e Bárbara Trindade, por todo apoio e cuidado que tiveram comigo durante esse período, pela convivência agradável e por terem feito parte dessa etapa da minha vida.

A todos que direta ou indiretamente melhoraram meu dia e me apoiaram para chegar até aqui, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

TRINDADE, Laila Jordana Macedo²; MATOS, Fábio Santos³. **Importância dos adjuvantes na eficiência de controle de plantas daninhas**¹. Trabalho de conclusão de curso de graduação (TC2), da Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia. Universidade Estadual de Goiás - Unidade Universitária de Ipameri, Agronomia, Ipameri, Goiás, Brasil, 2023.

A necessidade de aumentar a efetividade dos herbicidas no controle de plantas daninhas, motivou o desenvolvimento desse trabalho que teve como objetivo, identificar o efeito de diferentes adjuvantes no controle de plantas daninhas. O mesmo foi conduzido em campo experimental destinado a produção de soja na Universidade Estadual de Goiás, unidade de Ipameri. As plantas daninhas em estágio inicial foram submetidas a dessecação com uso de mistura de herbicidas Glyphosate Zapp QI 620 e Verdict Max e cinco diferentes combinações de adjuvantes correspondentes aos tratamentos (Iharol gold, Dessek, Alvo, Alvo + Agrofix, Dessek + Agrofix). As variáveis avaliadas foram realizadas às 24 h, 72 h e 120 h após aplicação, onde apresentaram resultados significativos em relação aos parâmetros avaliados de temperatura da parcela, eficiência de controle de folhas largas, estreitas e ao total de plantas daninhas. Todos os adjuvantes, com exceção do Iharol, promoveram maior eficácia no controle de plantas daninhas (folhas estreitas e largas), em todos os períodos avaliados (24 e 72 e 120h).

Palavras-chave: Plantas invasoras; Herbicidas; Eficiência de controle.

¹Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a banca como exigência para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia na Universidade Estadual de Goiás, UEG – Unidade Universitária de Ipameri.

² Discente do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Goiás, UEG - Unidade Universitária de Ipameri.

³ Docente da Universidade Estadual de Goiás, UEG - Unidade Universitária de Ipameri.

ABSTRACT

TRINDADE, Laila Jordana Macedo²; MATOS, Fábio Santos³. **Importance of adjuvants in weed control efficiency**¹. Completion work of the graduation course (TC2), from the State University of Goiás – UEG, University Unit of Ipameri, as part of the requirements for obtaining the title of Bachelor of Agronomy. State University of Goiás - University Unit of Ipameri, Agronomy, Ipameri, Goiás, Brazil, 2023.

The need to increase the effectiveness of herbicides in weed control motivated the development of this work, which aimed to identify the effect of different adjuvants in weed control. The same was conducted in an experimental field for soybean production at the State University of Goiás, Ipameri unit. The weeds at the initial stage were subjected to desiccation with the use of a mixture of herbicides Glyphosate Zapp QI 620 and Verdict Max and five different combinations of adjuvants corresponding to the treatments (Iharol gold, Dessek, Alvo, Alvo + Agrofix, Dessek + Agrofix). The variables evaluated were performed at 24 h, 72 h and 120 h after application, where they presented significant results in relation to the evaluated parameters of temperature of the plot, control efficiency of wide, narrow leaves and the total of weeds. All adjuvants, with the exception of Iharol, promoted greater efficacy in the control of weeds (narrow and wide leaves), in all periods evaluated (24 and 72 and 120h).

Keywords: Weed; Herbicides; Efficiency of control.

¹Completion of course work, presented to the bank as a requirement to obtain the Bachelor's degree in Agronomy at the State University of Goiás, UEG – University Unit of Ipameri.

²Student of the Agronomy course at the State University of Goiás, UEG - University Unit of Ipameri.

³Professor at the State University of Goiás, UEG - University Unit of Ipameri

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4	CONCLUSÃO.....	20
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são espécies que se desenvolvem onde não são desejadas, apresentando importância econômica com reflexo social, uma vez que podem gerar diversos impactos negativos sobre a produtividade final. Influenciam na perda da qualidade do produto, e na produtividade, em virtude da competição por água, luz e nutrientes entre a cultura de importância econômica. Caso não sejam devidamente controladas, as mesmas podem reduzir o valor comercial do local e do produto final, podendo até mesmo impedir a exploração agrícola (MARTIN et al., 2022).

Existem diversas alternativas para fazer o controle das plantas daninhas, dentre elas encontra-se a aplicação de herbicidas, amplamente utilizado na agricultura, trazendo resultados eficientes a curto prazo e otimizando a produção. Porém seu uso deve ser feito com cautela, tendo em vista que, existem diferentes dinâmicas e mecanismos de ação desse produto na planta, podendo encontrar na mesma área tanto plantas com variações de sensibilidade em relação aos herbicidas, quanto plantas consideradas resistentes aos mesmos, limitando então, as possibilidades de aplicações. Além disso, seu uso excessivo, pode gerar dependência apenas desse método por parte dos produtores e reduzir sua eficiência no campo (RODRIGUES NETO et al., 2019).

Para alcançar uma eficiência de controle maior, é importante levar em consideração alguns fatores que podem influenciar durante a aplicação, como o clima, o equipamento utilizado, a dosagem, o alvo, o momento certo para aplicar e a experiência do aplicador que tende a tomar as decisões. Respeitando às práticas de manejo adequadas e fazendo o monitoramento constante, torna-se possível maximizar o rendimento da cultura, manter a sanidade das plantas até o fim do ciclo de desenvolvimento e encontrar soluções para os problemas antes que eles se tornem mais difíceis de serem resolvidos, reduzindo assim, os custos com a produção (LONGARETTI, 2020).

Com o intuito de melhorar a eficiência das aplicações, atingir o alvo biológico, otimizar a absorção e conseqüentemente controlar as plantas daninhas, muitos produtores aderiram o uso de adjuvantes que são produtos químicos misturados na calda de pulverização em sinergismo com os herbicidas, evitando assim a perda do produto por evaporação, escoamento, deriva e má qualidade da água. Dessa forma, os resultados esperados pelo produtor, serão alcançados, tendo um maior rendimento com necessidade de aplicações menores (CAIXETA, 2020).

Uma vez aplicados nas folhas, os herbicidas precisam penetrar a cutícula, atravessar a parede celular, a membrana celular e as membranas das organelas para atingir o sítio de ação, uma vez que, seu acúmulo causa efeito fitotóxicos à planta, dessa forma a absorção de herbicida pelas folhas é impulsionada pelo gradiente de concentração entre a superfície foliar e o interior das folhas (GARCIA, 2018). De acordo com Caixeta (2020), a facilitação da entrada do herbicida se dá pela proteína hidrolisada glicina associada a surfactantes, umectantes e penetrantes.

Os adjuvantes podem ser classificados como substâncias redutoras da evaporação, penetrantes agentes, adesivos, espalhantes, antiespumantes, condicionadores, redutores de pH, dentre outros efeitos físico-químicos (FERREIRA et al., 2020). Mediante as amplas funções desempenhadas por diversos adjuvantes, a escolha assertiva dos produtos a serem utilizados com herbicidas no controle das daninhas deve considerar os mecanismos de ação e tipo de formulação, considerando ainda que, os adjuvantes podem apresentar propriedades multifuncionais, o que infere na complexidade envolvida em tal processo (ARAND et al., 2018).

A seleção prática de adjuvantes compatíveis é uma tarefa árdua, uma vez que, o controle de daninhas depende de múltiplos fatores, desde a natureza do ingrediente ativo, até as características de plantas daninhas (tricomas, cutícula, estrutura de cera, dentre outros), os quais podem promover efeitos sinérgicos ou antagônicos (SINGH; RANA, 2019).

Devido à necessidade de aumentar a efetividade dos herbicidas no controle de plantas daninhas, o sinergismo dos adjuvantes em conjunto com os herbicidas, aumentam a retenção, melhora o movimento e a absorção do herbicida através da cutícula. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo, identificar o efeito de diferentes adjuvantes no controle de plantas daninhas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental destinado a produção de soja na Universidade Estadual de Goiás, unidade de Ipameri (Lat. 17° 43' 19'' S, Long. 48° 09' 35'' W, Alt. 773 m), Ipameri, Goiás em novembro de 2022. Esta região possui clima Aw de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco (KÖPPEN e GEIGER, 1928). A área possui uniformidade quanto a declividade e características do solo, sem manchas escuras ou claras. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2018).

As plantas daninhas em estágio inicial de crescimento com três a seis pares de folhas expandidas foram submetidas a dessecação com uso de mistura dos herbicidas Glyphosate Zapp QI 620 e Verdict Max nas dosagens de 3 L/ha e 250 mL/ha do volume. O experimento foi montado seguindo o delineamento inteiramente casualizado nas parcelas subdivididas com cinco tipos de combinações de adjuvantes (Iharol, Dessek, Alvo, Alvo + Agroflox, Dessek + Agroflox) que corresponde aos tratamentos e três tempos (24, 72 e 120h) de avaliações, com quatro repetições.

A área de cada tratamento correspondeu a 42,4 m². As aplicações ocorreram no início da manhã, após as folhas encontrarem-se secas da umidade noturna, entre 08:30 e 09:30 h utilizando pulverizador costal com bico tipo leque de jato duplo em velocidade de 4 km/h. Os herbicidas foram aplicados na mesma dosagem para todos os tratamentos, pois as variações ocorreram apenas na combinação dos adjuvantes. O Iharol gold foi aplicado na concentração de 0,5% do volume de calda, o Dessek em 100 mL/ha, o Alvo em 0,05% e o Agroflox em 250 mL/ha. Os produtos estão registrados no MAPA, conforme as especificações contidas na tabela 1.

Tabela 1. Composição dos adjuvantes segundo especificações do fabricante.

Produto	Especificações
Iharol	Óleo mineral 756,8 g/L
Alvo	N – 3%, P ₂ O ₅ – 14%, densidade – 1,10 g/mL
Dessek	N – 3%, P ₂ O ₅ – 16%, densidade – 1,2 g/mL
Agroflox	N – 1%, B – 0,102%, densidade – 1,02 g/mL

Fonte: H2 Agrosience.

As avaliações foram realizadas às 24 h, 72 h e 120 h após aplicação em parcelas quadradas de 50 cm x 50 cm entre 08:00 e 10:00 h. Foram identificadas as espécies de plantas daninhas em cada parcela, mensurada a temperatura da parcela através do uso de câmera

térmica Flyr E5 a uma distância de 60 cm do alvo. Os efeitos dos produtos foram avaliados como eficiência de controle de acordo com sintomas visuais de fitotoxicidade numa escala de zero a 100%, em que zero equivale a nenhum dano visível na planta, os valores intermediários envolvem enrolamento, arroxamento, amarelecimento, clorose e 100%, à morte da planta (FRANS, 1972). Também foram realizadas contagens de plantas de folhas largas e estreitas com e sem sintomas de fitotoxicidade ao longo do tempo.

As variáveis foram submetidas à análise de variância. As diferenças entre os tratamentos foram analisadas pelo teste de média Newman Keuls ($P \leq 0,05$), no programa estatístico RBio (BHERING, 2017). Adicionalmente, realizou-se a análise de regressão linear e quadrática com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), por intermédio do programa estatístico SigmaPlot 10.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2006) e para as variáveis canônicas utilizou-se o software RBio (BHERING, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 está descrito o levantamento fitossociológico das plantas daninhas contidas em distintas parcelas, estas submetidas a dessecação em área de plantio de soja.

Tabela 2. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na área experimental.

Nome comum	Nome científico	Folha larga	Folhas estreita
Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i> L		X
Capim-colchão	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop		X
Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	X	
Corda-de-viola	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth.	X	
Erva-de-santa-luzia	<i>Chamaesyce hyssoifolia</i> L.	X	
Picão-preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	X	

O resumo da análise de variância está apresentado na Tabela 3, todas as fontes de variação foram significativas ($P \leq 0,05$) para todas as variáveis analisadas, sendo elas, temperatura da parcela (TP), eficiência de controle de folhas largas (ECFL), estreitas (ECFE) e total (ECT) de plantas daninhas. Houve ainda interação entre os adjuvantes e o tempo de exposição.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para temperatura da parcela (TP), eficiência de controle de folhas largas (ECFL), estreitas (ECFE) e total (ECT) de plantas daninhas submetidas ao controle com herbicidas Glyphosate ZAPP QI 620 e Verdict Max em mistura com diferentes adjuvantes. Ipameri, Goiás, 2023

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		TP (°C)	ECFL (%)	ECFE (%)	ECT (%)
Adjuvantes (AD)	4	35,1*	1050,9*	1972,9*	1736,8*
Erro 1	15	6,4	149,6	72,5	95,5
Tempo (T)	2	524,5*	5983,5*	10889,5*	9033,8*
ADxT	8	12,5*	409,9*	362,9*	235,0*
Erro 2	30	2,5	64,2	67,2	90,5
Total	59	-	-	-	-
CV ₁ (%)	-	8,8	15,9	11,2	12,8
CV ₂ (%)	-	5,4	10,4	10,8	12,5

ns= não significativo pelo teste F. *Significativo pelo teste F.

O teste de média para a temperatura da parcela (TP) e eficiência de controle de folhas largas (ECFL) encontra-se na Tabela 4. Dentre as variáveis avaliadas, é possível observar que

a temperatura foliar apresentou significativa variação nas diferentes horas de avaliação, no entanto, é notório que em 120h, as médias de temperatura foram superiores as primeiras horas avaliadas. Esse aumento da temperatura é justificado pelo fato de que as plantas passam por perda de redução do metabolismo, morte celular, dessecação e controle subsequente. Quando as plantas passam por esses finais, não há mais presença de água nas folhas, o que pode resultar em mudanças na temperatura do ambiente, com a folha respondendo a essa variação na mesma proporção.

Em relação a ECFL, observa-se que em 24h, a mistura de Alvo + Agrofix, se sobressaíram em relação aos demais tratamentos, contudo, às 72h os tratamentos demonstraram eficiência acima de 80% no controle das daninhas de folhas largas, exceto Alvo (70,1%) e Iharol (61,5%). De maneira isolada, às 120h o tratamento Iharol obteve a menor ECFL, equivalente à 72,1%, enquanto, os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 4. Teste de média para temperatura da parcela (TP), eficiência de controle de folhas largas (ECFL) de plantas daninhas submetidas ao controle com herbicidas Glyphosate ZAPP QI 620 e Verdict Max em mistura com diferentes adjuvantes. Ipameri, Goiás, 2023.

Fonte de variação	Temperatura foliar (°C)			ECFL (%)		
	24 h	72 h	120 h	24 h	72 h	120 h
Alvo	27,9abB	25,4aC	37,0aA	63,2abB	70,1bB	93,5aA
Dessek	27,9abB	22,9aC	34,8aA	57,8abcB	86,3aA	96,2aA
Iharol	25,1bB	23,7aB	34,3aA	50,8bcB	61,5bAB	72,1bA
Dessek + Agrofix	26,1bB	25,3aB	29,5bA	44,5cB	98,2aA	100,0aA
Alvo + Agrofix	29,9aB	26,1aC	37,3aA	73,5aB	86,8aA	98,1aA

As letras minúsculas iguais nas colunas e maiúsculas na linha representam ausência de diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

Tais resultados se associam à contribuição dos adjuvantes com diferentes mecanismos de ação após determinado período (tempo de exposição), cujo efeitos são capazes de minimizar o índice de plantas daninhas via maior eficiência de controle (IDZIAK; WOZNICA, 2013). A temperatura influencia a capacidade de absorção, translocação e metabolismo dos ingredientes ativos utilizados no controle de daninhas, no qual seu aumento tende a promover incrementos na taxa de difusão do herbicida através da cutícula e, deste modo, influencia no aumento da fitotoxidez da calda de herbicida em associação com adjuvantes (KUDSK; MATHIASSEN, 2007; TREZZI et al., 2021; ZHANG et al., 2022).

Resultados similares foram descritos por Menegasso et al. (2018), via combinação dos adjuvantes em calda de aplicação, demonstrando eficácia no controle de daninhas, ao atingir nível de controle classificado como bom (>80%). A eficiência no controle atribui-se ao fato pelo qual, a adição de adjuvantes na composição da calda reduz a tensão superficial e o ângulo de adesão das gotas da calda, o que promove melhor cobertura das plantas pulverizadas, através do tamanho da gota de pulverização, tensão superficial, espalhamento na superfície pulverizada e translocação dos princípios ativos (SOBIECH et al., 2020).

A pulverização de herbicidas, à exemplo de glifosato sob ausência de produtos adjuvantes possui fraca adesão foliar (fixação restrita), o que promove menor eficiência no controle de plantas daninhas (LI et al., 2023). Após a associação com adjuvantes ocorre redução na polaridade e tensão superficial dos solventes, levando ao espalhamento gradual das gotas em superfície foliar, entrada nos estômatos (responsáveis por trocas gasosas na fotossíntese) e interrupção do processo fotossintético das plantas daninhas, mediante maior difusão do ingrediente ativo (herbicida) em tecido vegetal, levando à morte da planta invasora (CASTRO et al., 2013; BHARDWAJ et al., 2022).

De acordo com a tabela 5, os níveis satisfatórios de controle apresentaram similaridade tanto para daninhas de folhas estreitas (ECFE), quanto no controle total (ECT), com destaque às 72h após aplicação para todos os produtos avaliados. Com base nas variáveis analisadas, em todos os períodos avaliados (24, 72 e 120h), observa-se que o Iharol obteve o menor desempenho em relação aos demais adjuvantes, tornando perceptível que os herbicidas utilizados, tiveram maior eficiência no controle de folhas estreitas, quando associados a produtos da linha H2.

Na literatura, é comumente descrita a inconsistência/variação nos resultados obtidos via utilização de adjuvantes no controle de plantas daninhas, assim como verificado com Iharol (óleo mineral), o que pode ser confirmado pela complexidade envolvida no processo de interação adjuvante/herbicida, que envolve aspectos físicos, químicos e fisiológicos e justificam a menor interferência do adjuvante sob os parâmetros fisiológicos avaliados (BUENO et al., 2013).

Tabela 5. Teste de média para eficiência de controle de folhas estreitas (ECFE) e eficiência de controle total (ECT) de plantas daninhas submetidas ao controle com herbicidas Glyphosate ZAPP QI 620 e Verdict Max em mistura com diferentes adjuvantes. Ipameri, Goiás, 2023.

Fonte de variação	ECFE (%)			ECT (%)		
	24 h	72 h	120 h	24 h	72 h	120 h
Alvo	47,5bB	56,5bB	99,5aA	49,3aB	59,9bB	98,1aA
Dessek	53,3abB	95,5aA	99,0aA	56,6aB	92,3aA	98,0aA
Iharol	28,6cC	57,5bB	83,4bA	35,6bC	58,7bB	79,9bA
Dessek + Agroflox	59,3abB	99,0aA	100,0aA	62,1aB	98,6aA	100,0aA
Alvo + Agroflox	63,2aB	90,3aA	100,0aA	61,4aB	89,0aA	99,5aA

As letras minúsculas iguais nas colunas e maiúsculas na linha representam ausência de diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

O adjuvante Alvo quando aplicado isoladamente não promoveu níveis satisfatórios no controle de daninhas de folhas estreitas e total às 72h, contudo, quando associado à Agroflox (Alvo + Agroflox), houve maior potencialidade no manejo, o que ressalta a importância em avaliar distintos adjuvantes associados aos herbicidas utilizados em calda de pulverização. Isto evidencia a complexidade do processo, sendo dependente de múltiplos fatores, desde a natureza do ingrediente ativo (propriedades, tipo e concentração), até as características de plantas daninhas (tricomas, cutícula, cerosidade), os quais podem promover efeitos sinérgicos ou antagônicos (CASTRO et al., 2013; ARAND et al., 2018; SINGH; RANA, 2019).

Conforme a Figura 1, as variáveis canônicas relacionaram-se positivamente através da verificação de 98,4% da variação dos dados. A maior eficiência de controle total, daninhas de folhas largas e estreitas (ECT, EFCL e EFCE) demonstraram interação mediante o manejo com o adjuvante Dessek e a combinação entre Alvo + Agroflox, em contraste, a temperatura da parcela (TP) correlacionou-se com a aplicação de Alvo e a associação entre Alvo + Agroflox, enquanto, Iharol obteve a menor eficiência no controle de daninhas.

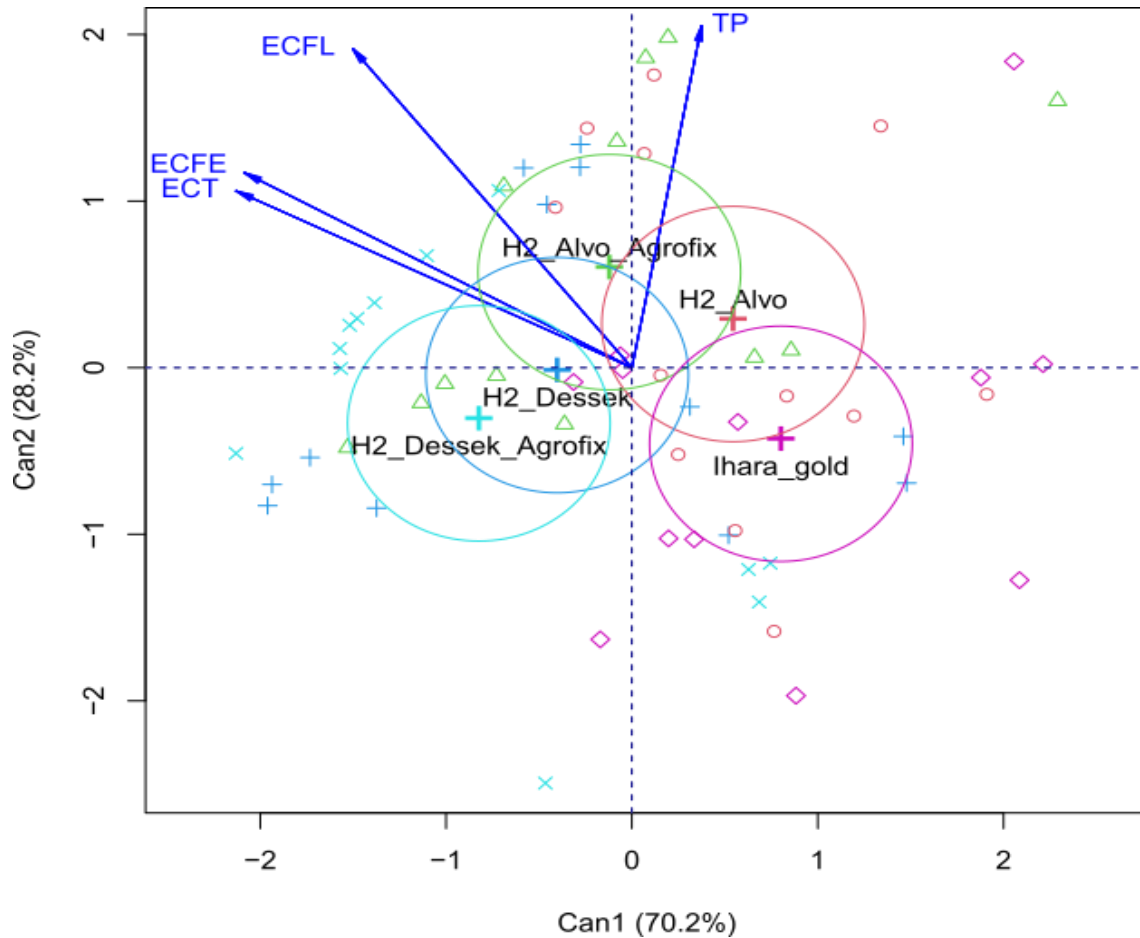


Figura 1. Análise de variáveis canônicas para temperatura da parcela (TP), eficiência de controle de folhas largas (ECFL), estreitas (ECFE) e total (ECT) de plantas daninhas submetidas ao controle com herbicidas Glyphosate ZAPP QI 620 e Verdict Max em mistura com diferentes adjuvantes. Ipameri, Goiás, 2023.

O modo de ação de adjuvantes surfactantes, à base de nitrogênio (N), fósforo (P) e boro (B), à exemplo de Alvo, Agrofix e Dessek pode associar-se à difusão mais rápida dos solutos nas células epidérmicas, o que auxilia a estabilizar o gradiente de concentração entre a cutícula e o apoplasto subcuticular, e consequentemente, acelera a absorção do produto, além de dispersão de gotas nas superfícies foliares, dando origem a maior área de cobertura por volume (WANG; LIU, 2007; SALVALAGGIO et al., 2018; OMRAN et al., 2021; ZHANG et al., 2022). Em contrapartida, a menor eficiência no controle de plantas daninhas de folhas largas e estreitas via utilização de Iharol pode associar-se ao processo de penetração foliar, por se tratar de um óleo mineral, possivelmente houve efeito retardado no sistema fisiológico vegetal (RÄSCH et al., 2018; MENECHINI et al., 2020; BRACHTVOGEL; SODRÉ, 2021).

A ação dos adjuvantes Alvo, Agrofix, Dessek e respectivas combinações são úteis nos sistemas de manejo, considerando que a evolução da resistência à herbicidas compõe um entrave à produção agrícola (BELZ et al., 2022; BHARDWAJ et al., 2022), pois a aplicação

isolada de herbicidas, à exemplo de glifosato dificulta a difusão via cutículas cerosas, o que ressalta a importância de associação com adjuvantes, sendo facilitadores na redução da deriva da pulverização, absorção foliar, penetração, translocação e toxicidade dos herbicidas (KORRES et al., 2019; PALMA-BAUTISTA et al. 2020; CAVALIERI et al., 2022).

4 CONCLUSÃO

Todos os adjuvantes, com exceção do Iharol, promoveram maior eficácia no controle de plantas daninhas (folhas estreitas e largas), em todos os períodos avaliados (24 e 72 e 120h). Sendo recomendada a combinação entre Alvo e Agrofix para o manejo eficaz de daninhas de folhas estreitas e largas, logo após 24 horas de aplicação (acima de 60% de eficiência).

A utilização de adjuvantes tensoativos/surfactantes promoveu o melhor desempenho da mistura de pulverização com herbicidas, auxiliando na obtenção de níveis adequados de eficácia no controle de plantas daninhas, sob as condições de estudo avaliadas

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAND, K.; ASMUS, E.; POPP, C.; SCHNEIDER, D.; RIEDERER, M. The mode of action of adjuvants-relevance of physicochemical properties for effects on the foliar application, cuticular permeability, and greenhouse performance of pinoxaden. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 23, p. 5770-5777, 2018.
- BELZ, R. G.; CARBONARI, C. A.; DUKE, S. O. The potential influence of hormesis on evolution of resistance to herbicides. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2022.
- BHARDWAJ, R.; PRAKASH, O.; TIWARI, S.; MAITI, P.; GHOSH, S.; SINGH, R. K.; MAITI, P. Efficient herbicide delivery through a conjugate gel formulation for the mortality of broad leaf weeds. **ACS Omega**, v. 7, n. 1, p. 19964-19978, 2022.
- BHERING, L. L. RBio: A Tool for Biometric and Statistical Analysis Using the R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.187-190, 2017.
- BRACHTVOGEL, E. L.; SODRÉ, A. Doses de Glyphosate com adjuvantes no controle de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **PesquisAgro**, v. 4, n. 1, p. 44-57, 2021.
- BUENO, M. R. et al. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, p. 705-713, 2013.
- CAIXETA, J. P. L. et al. Efeito de adjuvante associado a herbicidas no controle de *Digitaria insularis* L. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, p. 672-681, 2020.
- CASTRO, M. J. L.; OJEDA, C.; CIRELLI, A. F. (2013). **Surfactants in Agriculture**. Green Materials for Energy, Products and Depollution, p. 287–334. doi:10.1007/978-94-007-6836-9_7
- CAVALIERI, J. D.; SANTOS, S. A. D.; CARBONARI, C. A.; RAETANO, C. G. Impact of glyphosate formulations and adjuvants: Effects on leaf interaction, metabolism, and control of sourgrass. **Ciência Rural**, v. 52, n. 8, p. 1-12, 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. (Eds.). Brasília: Embrapa Solos, 2018. 201p.
- FERREIRA, A. M. S. D.; SILVA, R. B. L.; CANTUÁRIA, P. C. Herbicidas registrados para o controle de plantas infestantes na cultura da *Glycine max* (L.) Merr. (soja) no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e232111436154, 2022.
- FRANS, R.W. Measuring plant response. In: WILKINSON, R.E.(Ed.). Research methods in weed science. **Puerto Rico: Weed Science Society**, 1972. p. 28-41.
- GARCIA, Danilo Brito. **Mecanismo de absorção e translocação de herbicidas**. 2018. 21p. Tópicos especiais em Matologia. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

IDZIAK, R.; WOZNICA, Z. Effect of nitrogen fertilizers and oil adjuvants on nicosulfuron efficacy. **Turkish Journal of Field Crops**, v. 18, n. 2, p. 174-178, 2013.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KORRES, N. E.; BURGOS, N. R.; TRAVLOS, I.; VURRO, M.; GITSOPOULOS, T. K.; VARANASI, V. K.; PEREZ, R. S. (2019). **New directions for integrated weed management: Modern technologies, tools and knowledge discovery**. In: *Advances in Agronomy*. v. 155, ISSN 0065-2113, p. 243-319. doi:10.1016/bs.agron.2019.01.006

KUDSK, P.; MATHIASSEN, S. K. Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. **Crop Protection**, v. 26, n. 3, p. 328-334, 2007.

LI Z., ZHANG C., GUO Y., LU Z., GAO Y., DU F. Research progress on the synergistic regularity and application of spray adjuvants on the foliage-applied herbicides. **Chinese Journal of Pesticide Science**, v. 23, n. 2, p. 245-258, 2021.

LI, Z.; ZHANG, X.; WANG, Y.; ZHENG, Z.; ZHANG, C.; WU, T.; ... DU, F. Improved method to characterize leaf surfaces, guide adjuvant selection, and improve glyphosate efficacy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 71, n. 1, p. 1348-1359, 2023.

LONGARETTI, M. A importância de maximizar o rendimento da soja. **Brasmax**, 2020. Disponível em: < <https://www.brasmaxgenetica.com.br/blog/maximize-a-producao-da-sua-lavoura/>>. Acesso em 08 de Dezembro de 2022.

MARTIN, T. N.; PIRES, J. L. F.; VEY, R. T. Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja. 2022.

MENECHINI, W.; BERNARDI, D.; DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, H. A. F.; DEUS, A. S.; ABRAÃO, P. C.; FERREIRA, A. S. Redução do pH na calda do glifosato com uso de sais e verificar a eficiência no controle de *Bidens pilosa* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 50674-50687, 2020.

MENEGASSO, G. D.; SCHWEIG, L. A.; LOURENÇO, E. S. O. Controle químico de *Digitaria insularis* com herbicida combinado a diferentes adjuvantes. **Revista Faz Ciência**, v. 20, n. 32, p. 116-128, 2018.

OMRAN, D.; IBRAHIM, A.; MOHAMED, M.; NOSSIER, M. Evaluation of some adjuvants in improving foliar fertilizers efficiency. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**, v. 29, n. 3, p. 953-967, 2021.

PALMA-BAUTISTA, C.; GARCIA, J. G. V.; TRAVLOS, I.; TATARIDAS, A.; KANATAS, P.; VALENZUELA, J. A. D.; PRADO, R. Effect of adjuvant on glyphosate effectiveness, retention, absorption and translocation in *Lolium rigidum* and *Coryza canadensis*. **Plants**, v. 9, n. 3, p. 1-11, 2020.

RÄSCH, A.; HUNSCHE, M.; MAIL, M.; BURKHARDT, J.; NOGA, G.; PARIYAR, S. Agricultural adjuvants may impair leaf transpiration and photosynthetic activity. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 132, p. 229-237, 2018.

RODRIGUES NETO, Arthur Duarte et al. Otimização da atividade de herbicidas com diferentes adjuvantes na fitotoxicidade e de *Digitaria insularis* no estágio de florescimento. In: **Colloquium Agrariae**. 2019.

SALVALAGGIO, A. C.; COSTA, N. V.; CAZZO, V. N.; CONRADI JÚNIOR, E.; ECKERT, A. F. Espalhamento e tensão superficial de gotas de soluções com herbicidas e adjuvantes em folhas de *Digitaria insularis*. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p.60-64, 2018.

SINGH, S.; RANA, M. A review on adjuvants: A herbicide activator. **International Journal of Research and Analytical Reviews**, v. 6, n. 1, p. 1-5, 2019.

SOBIECH, Ł.; GRZANKA, M.; SKRZYPCZAK, G.; IDZIAK, R.; WŁODARCZAK, S.; OCHOWIAK, M. Effect of adjuvants and pH adjuster on the efficacy of sulcotrione herbicide. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 1-12, 2020.

SYSTAT SOFTWARE, Inc. For windows, version 10.0. SigmaPlot, Chicago, Illinois, 2006.

TREZZI, M. M.; LA CRUZ, R. A.; DELGADO, A. M. R.; ALCÁNTARA, E.; PAGNONCELLI JÚNIOR, F. D. B.; VIECELLI, M.; ... PRADO, R. Influence of temperature on the retention, absorption and translocation of fomesafen and imazamox in *Euphorbia heterophylla*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 173, n. 1, p. 1-9, 2021.

WANG, C. J.; LIU, Z. Q. Foliar uptake of pesticides-Present status and future challenge. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 87, n. 1, p. 1-8, 2007.

ZHANG, J.; XIE, Y.; ZHANG, C.; ZHANG, P.; JIA, C.; ZHAO, E. Early evaluation of adjuvant effects on topramezone efficacy under different temperature conditions using chlorophyll fluorescence tests. **Frontiers in Plant Science**, v. 13 n. 1, p. 1-10, 2022.