



KEVIN AUGUSTO CHAVES FERNANDES

**EFEITO FITOTÓXICO DA ASSOCIAÇÃO DE GLIFOSATO,
SAFLUFENACIL E ADIÇÃO DE ADJUVANTE COMO
ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE *Conyza spp.***

LAVRAS – MG

2023

KEVIN AUGUSTO CHAVES FERNANDES

**EFEITO FITOTÓXICO DA ASSOCIAÇÃO DE GLIFOSATO,
SAFLUFENACIL E ADIÇÃO DE ADJUVANTE COMO
ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE *Conyza spp.***

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel

Prof. Dr. Adenilson Henrique Gonçalves

Orientador

Lavras – MG

2023

KEVIN AUGUSTO CHAVES FERNANDES

**EFEITO FITOTÓXICO DA ASSOCIAÇÃO DE GLIFOSATO, SAFLUFENACIL
E ADIÇÃO DE ADJUVANTE COMO ESTRATÉGIA DE
CONTROLE DE *Conyza spp.***

**PHYTOTOXIC EFFECT OF THE ASSOCIATION OF GLYPHOSATE,
SAFLUFENACIL AND ADJUVANT AS A STRATEGY TO
CONTROL *Conyza spp.***

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel

APROVADA em 24 de julho de 2023

Dr. Adenilson Henrique Gonçalves UFLA

Dr. Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros UFLA

Eng. Agr. Dehon Aparecido Corrêa UFLA

Documento assinado digitalmente
 ADENILSON HENRIQUE GONCALVES
Data: 28/07/2023 09:30:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Adenilson Henrique Gonçalves

Orientador

Lavras – MG

2023

Aos meus pais, Fábio e Marlene, pelo apoio essencial na minha jornada profissional e de vida

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por iluminar o meu caminho e possibilitar as oportunidades que permitiram que eu chegasse aonde cheguei.

Aos meus pais, Fábio e Marlene, a quem dedico o presente trabalho que só foi possível por causa que eles tiveram sempre comigo, apoiando, comemorando e acolhendo em cada momento dessa jornada.

À minha família, por toda força e votos que fizeram a mim. Toda a confiança que depositaram, me fez capaz de acreditar que eu pudesse chegar aqui.

Ao Tio Gerson, que representou minha família aqui em Lavras, longe da cidade natal, foi quem me acolheu desde o primeiro e deu suporte nesses anos aqui.

À Universidade Federal de Lavras e ao seu corpo docente, por me proporcionarem uma formação de excelência.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adenilson Henrique Gonçalves, por todo o conhecimento transmitido, parceria e confiança.

À Prof. Dr. Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros, que foi fundamental na minha formação, sempre me inspirou, encorajou e me fez acreditar em meu potencial.

Aos meus amigos de turma, em especial Gabriel, Isadora e Maria Elisa. Obrigado por todos os momentos, jamais esquecerei, levarei vocês para a vida.

Aos colegas de apartamento, Emanuel, Hian, João, Luan e Pablo, por todos os laços criados, bom convívio e por serem grandes companheiros durante todo esse tempo.

Agradeço aos grupos GHPD, GPRO e PET Agronomia, por todas as amizades cultivadas e por contribuírem em minha formação profissional e pessoal.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, por financiar o presente trabalho.

OBRIGADO!

RESUMO

A interferência de plantas daninhas é um grande limitante nos sistemas de produção por conta de prejuízos diretos e indiretos e alto custo de controle. Dentre as principais espécies destacam-se as do gênero *Conyza*, especificamente *Conyza bonariensis* e *C. canadensis*, comumente conhecidas como buva. Essas espécies são consideradas plantas de difícil controle, pois, além de rusticidade e alta capacidade de reprodução e dispersão, apresentam diversos registros de resistência a herbicidas, principalmente ao glifosato. O controle químico é o método mais utilizado e indispensável no manejo de plantas daninhas por sua eficiência e aplicabilidade em áreas extensas. Diante desse problema, se faz necessário o estudo de mais estratégias de controle para viabilizar o controle de *Conyza spp.*, principalmente em áreas com histórico de populações resistentes. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência da associação dos herbicidas glifosato e saflufenacil e adição de adjuvante como estratégias de controle de *Conyza spp.* O trabalho foi conduzido em uma propriedade rural no município de Lavras-MG com sistema de produção baseado na sucessão de soja e milho numa área em pousio com alta infestação de *Conyza spp.* com histórico de resistência ao herbicida glifosato. O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições e em esquema fatorial duplo. Os tratamentos consistiram na aplicação de glifosato, saflufenacil e a associação glifosato e saflufenacil com e sem adição de adjuvante. As avaliações foram feitas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação, empregando-se escala de fitotoxicidade com notas variando entre 1, nenhum dano, e 9, morte da planta. Os dados obtidos foram submetidos ao teste F de análise de variância e teste de Tukey de comparação de médias através do *software* de análise estatística SISVAR. A associação de glifosato e saflufenacil com a adição de adjuvante obteve a maior eficiência no controle de *Conyza spp.* A adição de adjuvante foi determinante para que associação dos herbicidas glifosato e saflufenacil apresentasse maior eficiência, sendo que, sem a adição de adjuvante, o foi efeito igual ao saflufenacil aplicado isoladamente. Não houve efeito da adição de adjuvante na aplicação de saflufenacil isoladamente. O glifosato aplicado isoladamente teve aumento da eficiência com a adição de adjuvante, sobretudo, sua eficiência foi a menor em comparação com as outras recomendações.

Palavras-chave: *Conyza spp.*; Associação de herbicidas; Glifosato; Saflufenacil; Adjuvante

ABSTRACT

Weed interference is a major limiting factor in production systems due to direct and indirect losses and high control costs. Among the main species are those of the genus *Conyza*, specifically *Conyza bonariensis* and *C. canadensis*, commonly known as buva. These species are considered plants of difficult control, because, in addition to rusticity and high capacity for reproduction and dispersion, they present several records of resistance to herbicides, mainly glyphosate. Chemical control is the most used and indispensable method in weed management due to its efficiency and applicability in large areas. Given this problem, it is necessary to study more control strategies to enable the control of *Conyza spp.* especially in areas with a history of resistant populations. The objective of this work was to evaluate the efficiency of the association of glyphosate and saflufenacil herbicides and the addition of adjuvant as control strategies of *Conyza spp.* The work was conducted in a rural property in Lavras-MG with a production system based on soybean and corn succession in a fallow area with high infestation of *Conyza spp.* with a history of resistance to glyphosate herbicide. The experiment was set up in a completely randomized block design with four replications and in a double factorial scheme. The treatments consisted of the application of glyphosate, saflufenacil and the association glyphosate and saflufenacil with and without the addition of adjuvant. Evaluations were made at 7, 14, 21 and 28 days after application, using a phytotoxicity scale with scores ranging from 1, no damage, to 9, plant death. The data obtained were submitted to the F test of analysis of variance and Tukey test of comparison of means through the statistical analysis software SISVAR. The association of glyphosate and saflufenacil with the addition of adjuvant obtained the highest efficiency in the control of *Conyza spp.* The addition of adjuvant was determinant for the association of glyphosate and saflufenacil herbicides to present greater efficiency, considering that, without the addition of adjuvant, the effect was equal to sole saflufenacil application. There was no effect of the addition of adjuvant in the application with saflufenacil. Glyphosate application had an increase in efficiency with the addition of adjuvant, anyway, its efficiency was the lowest compared to the other recommendations.

Keywords: *Conyza spp.*; Herbicides association; Glyphosate; Saflufenacil; Adjuvant

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Planta daninha	11
2.2	<i>Conyza spp.</i>	12
2.3	Controle químico de <i>Conyza spp.</i>	13
2.4	Resistência de plantas daninhas a herbicidas	14
2.5	Glifosato	15
2.6	Saflufenacil	16
2.7	Adjuvantes	17
3	OBJETIVOS	18
3.1	Objetivo geral	18
3.2	Objetivos específicos	18
4	MATERIAIS E MÉTODOS	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é um dos setores mais importantes da economia brasileira, representando 24,8% do PIB do país (CEPEA, 2023). Diferentes atividades agrícolas o compõem, dentre elas a produção de grãos que abrange culturas como soja, milho, trigo, arroz, feijão, entre outros. Essa parcela é representada por áreas extensas de cultivo que predominam em questão de área plantada (CONAB, 2023).

Diante da crescente demanda mundial por esses produtos agrícolas, o Brasil como grande exportador amplia sua produção a cada safra. Isso reflete em sistemas de produção cada vez mais intensificados que demandam sempre novas técnicas diante de fatores que limitam a produção. Destaca-se a interferência de determinadas espécies que causam prejuízos e até inviabilizam a produção, como as de insetos-praga, nematóides e microrganismos fitopatogênicos e plantas daninhas de difícil controle. Com ênfase no último item citado, as espécies consideradas como plantas daninhas são responsáveis por, basicamente, aumentar consideravelmente o custo de produção, pelo alto valor gasto com herbicidas, e reduzir a produtividade, pela competição com a cultura de interesse por recursos ambientais (SILVA et al., 2021).

Dentro das principais espécies, traz-se em discussão, plantas daninhas do gênero *Conyza*, especificamente *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*. Tais espécies, pertencentes à família Asteraceae, são comumente conhecidas como buva.

Com o passar do tempo, na tentativa de controlar essa planta, foram selecionadas populações com maior capacidade competitiva aos tratamentos culturais e biótipos resistentes a herbicidas, principalmente ao glifosato (MOREIRA et al. 2007). Em uma pesquisa feita por Agostinetto et al. (2019), foi avaliado que a presença de uma única planta de *C. bonariensis* por metro quadrado foi capaz de reduzir a produtividade em até 25,9%.

No Brasil já foram registrados vários casos de resistência dessas espécies ao herbicida glifosato, sendo que os primeiros relatos feitos no ano de 2005 foram em sistemas de produção de grãos no estado do Rio Grande do Sul (VARGAS et al., 2007) e em pomares de produção de citros no estado de São Paulo (MOREIRA et al., 2007). Em 2011 foi registrado o primeiro caso de resistência múltipla (SANTOS, 2012), ou seja, a mais de um mecanismo de

ação, sendo aos inibidores da EPSPs (glifosato) e ALS (clorimurrom), em populações de *Conyza sumatrensis* no estado do Paraná.

Diante da grande necessidade de novas estratégias para o controle de plantas daninhas resistentes, como a buva, uma prática bastante empregada é a dessecação com associação do glifosato a herbicidas de outros mecanismos durante o manejo de inverno ou no pré-plantio da safra de verão. Takano et al. (2013) e Dalazen et al. (2015), observaram incrementos na eficiência de controle de *C. bonariensis* resistente utilizando a associação do glifosato com 2,4-D e saflufenacil, respectivamente, em comparação com o glifosato aplicado isoladamente. Conforme Gressel (1990), esse efeito resultante da mistura de dois herbicidas ou mais é denominado como sinergismo, e pode ser aplicado no controle de plantas daninhas resistentes e utilização de menores doses.

Outra possível estratégia a ser utilizada é a utilização de adjuvantes associados aos herbicidas. Conforme Shiratsuchi e Fontes (2002), adjuvantes são produtos adicionados à formulação de herbicidas ou na calda de aplicação que modificam suas características físicas e intensificam a atividade do ingrediente ativo. Com isto, a utilização de adjuvantes pode servir para potencializar o efeito dos herbicidas no manejo de plantas daninhas de difícil controle.

Desta forma, objetivou-se no presente trabalho avaliar a associação dos herbicidas glifosato e saflufenacil e a adição de adjuvante, isoladas e combinadas, como estratégia de controle de *Conyza spp.*

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Planta Daninha

Na literatura é possível encontrar várias definições para o que é planta daninha, como “...qualquer planta que cresce onde não é desejada” e “...qualquer planta ou vegetação que interfere nos objetivos do ser humano” que são as mais simples, e numa visão diferente como “...plantas cujas vantagens ainda não foram descobertas” ou de uma perspectiva da ecologia “...plantas pioneiras de sucessão secundária, das quais campos agrícolas são um caso especial” (CARVALHO, 2013). Porém, seguindo uma conceituação mais ampla, Silva et al. (2007), define que planta daninha é qualquer planta que esteja, de forma direta ou indireta, prejudicando alguma atividade humana.

Conforme Pitelli (2015), historicamente, também é possível encontrar na literatura vários termos para se referir às plantas daninhas como, por exemplo, erva daninha, planta invasora, planta infestante, planta espontânea, planta voluntária, entre outros, e todos esses termos são fundamentados na indesejabilidade da presença dessas espécies vegetais em atividades humanas, bem como nas atividades agrícolas. Com tudo, segundo o mesmo, dependendo do contexto esses diferentes termos podem não serem adequados, sendo que “planta daninha” se faz o mais adequado por expressar melhor o conceito de interferência nas atividades humanas.

As plantas daninhas demandam dos mesmos recursos ambientais que uma espécie de planta cultivada, como luz, água, nutrientes e espaço físico, estabelecendo assim um processo de competição entre elas quando convivem num mesmo local ao mesmo tempo. Elas estão presentes nos cultivos desde a antiguidade e foram se tornando cada vez mais rústicas em resposta aos tratos culturais do homem na tentativa de controlá-las. Em contrapartida, as plantas cultivadas foram perdendo características que conferem rusticidade pelo fato de que, a princípio, foram selecionadas linhagens priorizando características que proporcionam produtividade. Tudo isso serve para explicar a maior capacidade competitiva que as plantas daninhas apresentam frente às espécies cultivadas, (BRIGHENTE; OLIVEIRA, 2011).

Como dito, o prejuízo causado por plantas daninhas se dá diretamente pelo princípio da competição, porém há outros fatores indiretos que compõem a sua interferência nos sistemas de produção como alelopatia, que consiste na liberação de compostos químicos no

ambiente que prejudicam o crescimento de outra planta (RICE, 1974), hospedabilidade de organismos nocivos (fitopatógenos e insetos praga) (SILVA, 2012), dificultação dos tratos culturais e redução qualitativa da produção (SALES; CONSTANTIN, 2000).

2.2 *Conyza spp.*

Figura 1 – *Conyza bonariensis*



Fonte: HEAP (2023)

Figura 2 – *Conyza canadensis*



Fonte: HEAP (2023)

Figura 3 – *Conyza sumatrensis*



Fonte: HEAP (2023)

O gênero *Conyza* contempla aproximadamente 50 espécies e pertence à família Asteraceae. Essas espécies estão distribuídas por todo o mundo, estando presente em diversos ambientes (KISSMANN; GROTH, 1999). Destaca-se as espécies *Conyza bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis* como as mais problemáticas por serem plantas daninhas de difícil controle nos sistemas de produção agrícolas (SILVA et al., 2014). A Buva é uma planta de outono-inverno de ciclo anual ou bianual (REGEHR; BAZZAZ, 1979), que se reproduz exclusivamente por sementes (HOLM et al. 1997), podendo produzir cerca de até 200 mil sementes por planta. A principal forma de dispersão das sementes é por anemocoria, que consiste na dispersão pelo vento, possibilitada por modificações em seus aquênios denominadas como “papus” (ANDERSEN, 1993).

As espécies citadas possuem grande rusticidade por conta de fatores como: tolerância a escassez hídrica e solos inférteis, alta fecundidade e capacidade de dispersão (LAZAROTO et al., 2008). Tais características corroboram para que sejam extremamente competitivas em relação às espécies cultivadas e tolerantes às estratégias de controle.

No Brasil, estão presentes em todos os estados, principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste em que são de grande importância econômica por serem plantas

daninhas de difícil controle, principalmente pelos casos de populações resistentes ao herbicida glifosato (MOREIRA et al., 2007).

Em um trabalho realizado por Adegas et al. (2017), foi constatado que o custo de controle de buva em lavouras de soja era em média de R\$ 120,00 ha⁻¹, cujo aumentava para R\$ 170,50 com a ocorrência de plantas resistentes ao glifosato. Utilizando-se o valor médio da saca de soja em 2017 (CEPEA, 2018) como referência, esses custos são equivalentes a 1,66 e 2,35 sacas ha⁻¹, respectivamente.

2.3 Controle químico de *Conyza spp.*

Para se obter uma visão mais abrangente do controle químico de buva, é fundamental considerar um recorte histórico que abrange desde a década de 90 até os dias atuais, levando em conta outras espécies de plantas daninhas problemáticas presentes nos diferentes cultivos dos sistemas de produção de culturas anuais.

A década de 90 foi marcada pela utilização massiva de herbicidas do mecanismo de ação Inibidores da Acetolactato Sintase (ALS) que apresentavam alta eficiência no controle de plantas daninhas eudicotiledôneas como *Bidens pilosa* (picão preto) e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), bem como as espécies de *Conyza spp.* Já para o controle de plantas da família Poaceae como *Lolium multiflorum* (azevém), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso) se utilizava largamente os herbicidas Inibidores da Acetil-CoA Carboxilase (ACCCase). Com isso, em meados dos anos 2000 já havia vários casos de populações resistentes a inibidores da ALS e ACCCase e a situação se tornou bastante complicada devido aos altos custos e baixa eficiência dos herbicidas disponíveis para o controle das espécies resistentes (ADEGAS et al., 2017). Foi nesse cenário que surgiu a tecnologia Roundup® Ready, que consistia em um evento de transgenia presente em cultivares de soja que conferia tolerância ao herbicida glifosato que veio como uma solução para o controle dessas plantas resistentes. Também conhecida como “soja RR”, essa tecnologia possibilitou a utilização do glifosato em pós-emergência da cultura, o que ampliou largamente seu uso nas lavouras para controle das plantas de difícil controle, inclusive a buva (*Conyza spp.*) (CARVALHO et al., 2000).

É importante ressaltar que o cultivo da soja transgênica só foi oficialmente permitido no Brasil em 2005, no entanto, ela já vinha sendo utilizada desde 2000 através da introdução ilegal, inicialmente no estado do Rio Grande do Sul, proveniente da Argentina (ADEGAS et al., 2017). Seguindo com a introdução de cultivares tolerantes aos herbicidas Inibidores da 5-enolpiruvilxiqumato-3-fosfato sintase (EPSPs), mecanismo de ação do glifosato, sua adoção foi praticamente imediata por sua alta eficiência e baixo custo, culminando em uma situação em que o controle de plantas daninhas, na cultura da soja, era feito quase que exclusivamente com esse herbicida. E o mesmo erro do uso intensivo e restrito com os inibidores da ALS e ACCase se repetiu com o glifosato. Seu uso contínuo gerou uma grande pressão de seleção de biótipos resistentes e resultou no surgimento de casos de resistência aos EPSPs de sete espécies, sendo três delas do gênero *Conyza* (VARGAS et al., 2016).

A partir disso, na tentativa de controlar as espécies de buva então resistentes ao glifosato, surgiram casos de resistência ainda mais complexos, sendo os de resistência múltipla em que biótipos se tornam insensíveis a herbicidas de mais de um mecanismo de ação. O primeiro caso registrado foi em 2011 com populações de *C. sumatrensis* resistentes aos inibidores da EPSPs e ALS, chegando ao caso mais complexo atualmente registrado em 2017 de um biótipo dessa mesma espécie resistente a cinco mecanismos de ação (HEAP, 2023).

2.4 Resistência de plantas daninhas a herbicidas

Considerada um grande problema nos sistemas de produção agrícola, a ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas tem como principais consequências: inviabilidade da utilização de herbicidas importantes para certos sistemas de produção, redução de rendimento e aumento expressivo do valor gasto com o manejo de plantas daninhas.

O surgimento de populações resistentes é em decorrência do uso inadequado de herbicidas, uma ferramenta insubstituível no controle de plantas daninhas, por conta do uso intensivo de ativos com o mesmo mecanismo de ação e a ausência de outros métodos de controle. O conceito de resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser definido como a capacidade natural e herdável, de determinados biótipos dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a

indivíduos da população original daquela espécie (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2004).

Em um trabalho realizado por Adegas et al. (2017), foi constatado que o custo de controle de buva em lavouras de soja era em média de R\$ 120,00, cujo aumentava para R\$ 170,50 ha⁻¹ com a ocorrência de plantas resistentes ao glifosato. Utilizando-se o valor médio da saca de soja em 2017 (CEPEA, 2018) como referência, esses custos são equivalentes a 1,66 e 2,35 sacas ha⁻¹, respectivamente.

Um aspecto importante quanto a resistência de plantas daninhas a herbicidas, é o mecanismo de resistência que confere a planta tal característica. A resistência pode ocorrer por três principais mecanismos: alteração da enzima no local de ação do herbicida, metabolização do herbicida e redução da concentração do herbicida no local de ação (CHRISTOFFOLETI, 2004).

No caso de plantas daninhas resistentes aos inibidores da EPSPs, mecanismo de ação do herbicida glifosato, os principais mecanismos de resistência definidos são: redução da translocação do glifosato para as zonas meristemáticas da planta e a alteração no sítio de ação do herbicida (POWLES; PRESTON, 2006). Para plantas daninhas do gênero *Conyza*, o mecanismo de resistência mais comum consiste na redução da translocação do glifosato para os tecidos meristemáticos (NOL et al., 2012).

Quanto ao grupo dos inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PPO), mecanismo de resistência do herbicida saflufenacil, no Brasil, há registros de resistência relacionados à espécie *Conyza sumatrensis*. Segundo Dayan et al. (2018), o mecanismo está relacionado a uma mutação no sítio de ação da enzima presente nos cloroplastos e mitocôndrias.

2.4 Glifosato

O glifosato é um herbicida sistêmico, de amplo espectro, não seletivo, recomendado para o controle de plantas daninhas em pós-emergência. Pertence ao mecanismo de ação dos

Inibidores da 5-enolpiruvilxiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), enzima presente na biossíntese de aminoácidos aromáticos: fenilalanina, tirosina e triptofano (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Esse herbicida é um dos principais produtos presente no mercado de insumos agrícolas, sendo o herbicida mais utilizado no mundo. Foi lançado no ano de 1974 e teve uso ampliado em 1996 com a introdução de cultivares geneticamente modificadas tolerantes ao glifosato. Entre os anos de 1974 e 2014, o glifosato representou 72% de volume de herbicidas comercializados no mundo (BENBROOK, 2016).

Devido ao seu baixo custo e alta eficiência, o glifosato possui grande importância no manejo de plantas daninhas. Porém, a ampliação do seu uso com o cultivo de plantas transgênicas tolerantes a esse ingrediente ativo, por exemplo, soja, milho e algodão, combinado com sua praticidade, resultou no seu uso intensivo e repetido que culminou na seleção de biótipos resistentes (VARGAS et al. 2016).

2.5 Saflufenacil

O saflufenacil é um herbicida de contato, latifolicida, não seletivo, recomendado para o controle de plantas daninhas em pós e pré-emergência. Pertence ao mecanismo de ação dos Inibidores da Protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). A inibição dessa enzima impede a biossíntese de clorofila e citocromos e ocasiona na geração de espécies reativas de oxigênio que destroem a membrana das células culminando na morte da planta (GROSSMANN et al., 2010).

A maioria dos relatos indicam que a combinação de glifosato com inibidores da PROTOX resulta em um efeito antagônico pela destruição rápida do tecido vegetal por herbicidas de contato, reduzindo a eficiência de ambos. Contudo, diferentemente dos outros herbicidas em seu grupo, o saflufenacil apresenta propriedades que o permite translocar pelo floema, não havendo prejuízo no efeito do glifosato (DALAZEN et al., 2015).

2.7 Adjuvantes

Adjuvantes são produtos adicionados à formulação de herbicidas ou na calda de aplicação que modificam suas características físicas e intensificam a atividade do ingrediente ativo (SHIRATSUCHI; FONTES, 2002). No mercado de insumos agrícolas é possível encontrar diversas marcas de adjuvantes com diferentes funções, como: tamponantes, dispersantes, emulsificantes, molhantes, adesivos espalhantes, entre outros.

Esses produtos são classificados em dois grupos: adjuvantes ativadores e adjuvantes úteis ou com propósitos especiais. A classificação de adjuvantes ativadores inclui: surfactantes, óleos vegetais, óleos minerais, derivados de silicones e compostos nitrogenados. Esses produtos são capazes de potencializar a eficiência de herbicidas por aumentarem a absorção, promover maior espalhamento de gotas, resistência à chuva e inibir a fototransformação (PENNER, 2000).

Com ênfase nos óleos vegetais, eles agem dissolvendo a camada de cera componente da cutícula da planta, que representa uma barreira na absorção do herbicida, e diminui a tensão superficial promovendo maior espalhamento e retenção da calda de aplicação.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência no controle de *Conyza spp.* da associação de glifosato e saflufenacil e a influência da adição de adjuvante.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar efeito fitotóxico em plantas de *Conyza spp.* com a aplicação de glifosato, saflufenacil e glifosato mais saflufenacil combinadas com e sem a adição de adjuvante.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo na época de entressafra na Fazenda Morro Doce, localizada no município de Lavras - MG (21°17'34.6" latitude sul e 45°04'28.7" longitude oeste). O referido município encontra-se a uma altitude de aproximadamente 918 metros, o clima da região é do tipo Cwa, na escala de Köppen, e considerado mesotérmico com verões brandos e estiagem de inverno, temperatura média anual de 20,4°C e precipitação normal anual de 1460 mm (DANTAS et al., 2007).

Tal propriedade apresentava um sistema de produção de grãos com sucessão de soja e milho. A área onde foi conduzido o trabalho encontrava-se em pousio numa época de entressafra e apresentava uma alta infestação das plantas daninhas *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* (Figura 1) com histórico de resistência ao herbicida glifosato. As plantas eram adultas em fase de florescimento e estavam distribuídas uniformemente em toda a área experimental (Figura 4).

Figura 4 – Área experimental.



Fonte: Do Autor (2022).

O ensaio foi conduzido entre o mês de setembro e outubro de 2022. Para execução do experimento, foi empregado o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições no esquema fatorial duplo (3 x 2) resultando 6 tratamentos e 24 parcelas. O fator A consistiu em três diferentes recomendações de herbicidas: glifosato (1480 g e. a. ha⁻¹), saflufenacil (35 g i.

a. ha⁻¹) e glifosato + saflufenacil (1480 g e. a. ha⁻¹ + 35 g i. a. ha⁻¹) e o fator B: com adição e sem adição de adjuvante (0,5% v/v). Foram utilizadas as doses registradas dos respectivos produtos fitossanitários. Os produtos utilizados na aplicação dos tratamentos foram: glifosato sal de di-amônio da marca comercial ROUNDUP® ORIGINAL DI, saflufenacil da marca HEAT® e adjuvante composto de óleo vegetal da marca DASH®.

As parcelas experimentais de cada repetição possuíam as dimensões de 3,6 x 3,0m totalizando 10,8m². As aplicações foram feitas ao final da tarde em condições ambientais adequadas de temperatura, umidade e velocidade do vento. Para a aplicação dos tratamentos foi utilizado pulverizador costal pressurizado a gás carbônico a pressão de 300KPa, regulado com taxa de aplicação em 200 L ha⁻¹ e barra de aplicação equipada com seis pontas tipo leque XR 110.02 distanciadas em 0,6 m.

Foram feitas quatro avaliações de fitotoxicidade da ação em pós-emergência dos tratamentos aplicados, sendo elas: 7 DAA (dias após a aplicação), 14 DAA, 21 DAA e 28 DAA. Utilizou-se o sistema de avaliação de efeito de herbicidas no controle de plantas daninhas proposto por EWRC (1964), descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Sistema de avaliação de efeito de herbicidas no controle de plantas daninhas (EWRC, 1964).

Nota	Descrição conceitual
1	Nenhum dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas
4	Forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem, contudo, ocorrer necrose (morte dos tecidos)
5	Necrosamento (queima) de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhado de deformação em folhas e brotos
6	Mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrosamento e/ou severa deformação
7	Mais de 80% de folhas e brotos destruídos
8	Danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes na planta
9	Dano total (morte de toda a planta)

Fonte: adaptado de EWRC (1964).

As avaliações foram feitas nos 3,2 m² centrais da parcela, estabelecendo 0,5m de bordadura entre as parcelas. As notas analisadas foram obtidas através da média de avaliação visual de três avaliadores diferentes.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F de análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias, ambos ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Utilizou-se o software para análises estatísticas SISVAR (FERREIRA, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância dos fatores isoladamente, para o fator herbicida que corresponde à utilização de glifosato, saflufenacil ou glifosato + saflufenacil na aplicação e ao fator adjuvante, com os níveis de: com adição ou sem adição de adjuvante, houve diferença significativa ao nível de 5% probabilidade ($p < 0,05$) nas quatro avaliações feitas. Na análise conjunta dos fatores, a interação entre o fator herbicida e adjuvante foi significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) a partir dos 14 DAA (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo das análises de variância das notas de fitotoxidade aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		7DAA	14DAA	21DAA	28DAA
Bloco	3	2,1527 *	0,4861 ^{ns}	0,3750 ^{ns}	1,2638 ^{ns}
Herbicida	2	54,2916 *	45,1666 *	28,7916 *	29,1666 *
Adjuvante	1	3,3750 *	3,3750 *	5,0416 *	3,3750 *
H x A	2	0,1250 ^{ns}	3,5000 *	0,7916 *	3,5000 *
erro	15	0,5527	0,2527	0,1750	0,6305
CV (%)		18,40	9,65	7,55	17,81

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; DAA: dias após a aplicação; CV: coeficiente de variação; H: herbicida; A: adjuvante.

Fonte: Do autor (2023)

Após ser feita a interpretação da análise de variância dos fatores isolados e em conjunto, prosseguiu-se com o teste de comparação de médias dentro do desdobramento da interação entre o fator herbicida e adjuvante em todas as avaliações feitas.

Tabela 3. Notas de fitotoxidade dos herbicidas glifosato e saflufenacil isolados e associados e com e sem adição de adjuvante no controle de *Conyza spp.* aos 7 DAA.

Herbicidas	Adjuvante	
	Sem adição	Com Adição
Glifosato	1,25 cA	2,25 bA
Saflufenacil	3,25 bA	3,75 bA
Gli + Saf	6,5 aA	7,25 aA

DAA: dias após a aplicação; Gli: glifosato; Saf: saflufenacil; médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Do autor (2023)

Aos 7 DAA não foi observada interação entre os herbicidas e a adição de adjuvante. Contudo, independentemente, houve diferença significativa entre os herbicidas apenas. A associação entre glifosato e saflufenacil foi mais eficiente que ambos os herbicidas aplicados isoladamente (Tabela 3).

Tabela 4. Notas de fitotoxicidade dos herbicidas glifosato e saflufenacil isolados e associados e com e sem adição de adjuvante no controle de *Conyza spp.* aos 14 DAA.

Herbicidas	Adjuvante	
	Sem adição	Com Adição
Glifosato	2,25 cB	3,50 cA
Saflufenacil	4,75 bA	5,50 bA
Gli + Saf	6,75 aB	8,50 aA

DAA: dias após a aplicação; Gli: glifosato; Saf: saflufenacil; médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Do Autor (2023)

Na avaliação feita aos 14 DAA, a eficiência da mistura de glifosato e saflufenacil foi maior com a adição e sem adição de adjuvante. A eficiência de saflufenacil aplicado isoladamente foi intermediária entre as recomendações e não teve interação com a adição de adjuvante. O glifosato aplicado isoladamente teve interação com a adição de adjuvante, porém apresentou a menor eficiência em comparação com as outras recomendações (Tabela 4).

Tabela 5. Notas de fitotoxicidade dos herbicidas glifosato e saflufenacil isolados e associados e com e sem adição de adjuvante no controle de *Conyza spp.* aos 21 DAA.

Herbicidas	Adjuvante	
	Sem adição	Com Adição
Glifosato	3,00 bB	4,00 cA
Saflufenacil	5,75 aB	6,00 bA
Gli + Saf	6,50 aB	8,00 aA

DAA: dias após a aplicação; Gli: glifosato; Saf: saflufenacil; médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Do Autor (2023)

Aos 21 DAA, a recomendação de glifosato + saflufenacil com adição de adjuvante obteve a maior eficiência, com a retirada de adjuvante, seu efeito foi igual ao do saflufenacil aplicado isoladamente. O efeito do saflufenacil aplicado isoladamente teve interação com a adição de adjuvante. O glifosato aplicado isoladamente manteve-se com a menor eficiência em comparação com as outras recomendações (Tabela 5).

Tabela 6. Notas de fitotoxicidade dos herbicidas glifosato e saflufenacil isolados e associados e com e sem adição de adjuvante no controle de *Conyza spp.* aos 28DAA.

Herbicidas	Adjuvante	
	Sem adição	Com Adição
Glifosato	1,75 bB	3,00 cA
Saflufenacil	4,75 aA	5,25 bA
Gli + Saf	5,25 aB	7,00 aA

DAA: dias após a aplicação; Gli: glifosato; Saf: saflufenacil; médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Do Autor (2023)

Na última avaliação feita (Tabela 6), observa-se que a associação de glifosato e saflufenacil, com adição de adjuvante, apresentou efeito fitotóxico maior no controle de *Conyza spp.* em comparação com os tratamentos em que os herbicidas foram aplicados isoladamente, sendo assim. Já na análise dos níveis de herbicida dentro do nível sem a adição de adjuvante, a associação foi estatisticamente igual ao herbicida saflufenacil aplicado isoladamente, assim, não justificando a mistura dos dois herbicidas, sendo que, apenas um dele proporciona a mesma eficiência.

A adição de adjuvante também aumentou o efeito do glifosato aplicado isoladamente, sobretudo, a eficiência do herbicida foi bastante reduzida sendo a menor entre as recomendações. Isso contribui para o indício de que a população ali presente apresenta resistência ao glifosato. Populações de *Conyza spp.* já são amplamente distribuídas nas regiões de produção agrícola em nosso país. Silva et al. (2017), por exemplo, evidenciou casos de resistência ao glifosato em 4 diferentes biótipos que foram coletados em regiões produtoras de grãos no estado de Minas Gerais.

Para o herbicida saflufenacil não houve influência da adição de adjuvante, o mesmo foi constatado por CASTRO et al. (2016) no controle de *C. sumatrensis*. Contudo, sua eficiência foi equiparada a da associação de glifosato e saflufenacil sem o uso de adjuvante.

5 CONCLUSÃO

A associação de glifosato e saflufenacil com a adição de adjuvante obteve a maior eficiência no controle de *Conyza spp.* A adição de adjuvante foi determinante para que associação dos herbicidas glifosato e saflufenacil apresentasse maior eficiência, sendo que, sem a adição de adjuvante, a associação teve efeito igual ao saflufenacil aplicado isoladamente.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S. et al. **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Circular Técnica 132, 2017.
- AGOSTINETTO, D; SILVA, DRO da; Vargas, L. **Soybean yield loss and economic thresholds due to glyphosate resistant hairy fleabane interference**. Arq. Inst. Biol., v.84, 1-8, 2017.
- ANDERSEN, M.C. **Diaspore morphology and seed dispersal in several wind-dispersed Asteraceae**. American Journal of Botany, 80(5), 487-492 p., 1993.
- BENBROOK, C. M. **Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally**. Environmental Sciences Europe, v.28, n.3, 2016.
- CARVALHO, F. T.; MENDONÇA, M. R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R. R. **Eficácia de herbicidas no manejo de *Euphorbia heterophylla* para o plantio direto de soja**. Revista Brasileira de Herbicidas, v. 1, p. 159-165, 2000.
- CARVALHO, L.B. **PLANTAS DANINHAS**. 01. ed. LAGES - SC: Edição do autor, 1 p., 2013.
- CASTRO, E. B. et al. **Influence of adjuvants on the surface tension, deposition and effectiveness of herbicides on fleabane plants**. Planta Daninha, v. 36, 2018.
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS DE ECONOMIA APLICADA. **SOJA/CEPEA: oferta se sobrepõe à demanda e preços são os menores em seis anos**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_Soja_retro17.doc>. Acesso em: 05 jun. 2023.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2 ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a resistência de Plantas aos herbicidas HRAC, 27-28 p., 2004.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. **Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008. p.9-29.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Boletim da safra de grãos**. Acompanhamento safra brasileira de grãos. Brasília, DF, v.10 – Safra 2022/23, n.9 - Nono levantamento, p. 1-116, junho 2023.
- DALAZEN, G. et al. **Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 45, p. 249-256, 2015.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. DE; FERREIRA, E. **Classificação e tendências climáticas em LAVRAS, MG**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez., 2007.

DAYAN, F. E. et al. **Origins and structure of chloroplastic and mitochondrial plant protoporphyrinogen oxidases: implications for the evolution of herbicide resistance.** Pest management science, v. 74, n. 10, 2226-2234 p., 2018.

EWRC - EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. **Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC.** Comitee of Methods in Weed Research. Weed Research, v.4, p.88, 1964.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS.** REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, v. 37, n. 4, p. 529-535, dez., 2019.

FISHER, H. H. Conceito de erva daninha. RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D In: **Controle de ervas daninhas.** Viçosa: UFV, 5-10 p., 1973.

GRESSEL, J. **Synergizing herbicides.** Reviews of Weed Science, Champaign, v.5. p.49-82, 1990.

GROSSMANN, K. et al. **The herbicide saflufenacil (Kixor™) is a new inhibitor of protoporphyrinogen IX oxidase activity.** Wees Science, Champaign, v. 58, n. 1, 1-9 p., 2010.

HEAP, I. **International Survey of Herbicide Resistant Weeds.** Disponível em: <<https://www.weedscience.org/Home.aspx>>. Acesso em: 05 jun. 2023.

HOLM, L. et al. **Natural Histories and Distribution.** New York, USA: John Wiley and Sons, 1129 p., 1997.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas – Tomo II.** 2.ed. São Paulo: BASF, p. 978, 1999.

LAZAROTO, C. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. **Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*).** Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.3, p.852-860, 2008.

MOREIRA, M. S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate.** Planta daninha. Viçosa, v. 25, n.1, p.157-164, Mar. 2007.

MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. **Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate.** Planta Daninha, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

NOL, N. et al. **Shikimate leaf disc assay for early detection of glyphosate resistance in *Conyza canadensis* and relative transcript levels of EPSPS and ABC transporter genes.** Weed Research, 52:233–241, 2012.

PAULA, J. M. **MANEJO DE *Conyza bonariensis* RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO.** Planta Daninha, v. 29, n. 1, 2011.

PENNER, D. **Activator adjuvants.** Weed technology, Champaign, v. 14, p. 785-791, 2000.

PIB do Agronegócio Brasileiro. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. (2023). Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 14 jun. 2023.

- PITELLI, R.A. **O termo planta-daninha**. *Planta Daninha*, v. 33, 622-623 p., 2015.
- REGEHR, D.L.; BAZZAZ, F.A. **The population dynamics of *Erigeron canadensis*, a successional winter annual**. *Journal of Ecology*, 67(30), 923-933 p., 1979.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. New York, USA: Academic Press, 353 p., 1974.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. (ed.). **Guia de herbicidas**. Londrina, PR: Edição dos autores, 6 Edição, p. 697, 2011.
- SALES, J.G.C.; CONSTANTIN, J. **Interferência de plantas daninhas na colheita mecânica da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. Anais... Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000.
- SANTOS, G. **Resistência múltipla ao glyphosate e ao chlorimuron-ethyl em biótipos de *Conyza sumatrensis***. 2012. 87 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- SILVA, A. F. A.; et al. **Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas**. *Agropecuária científica no semiárido*, v. 8, n. 1, 01-06 p., 2012.
- SILVA, A. F. M. et al. **Introdução à ciência das plantas daninhas**. *MATOLOGIA*, 7 p., 2021.
- SILVA, D. V. et al. **Resistência de buva (*Conyza spp.*) ao glyphosate**. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. *Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil*. Pelotas: Editora UFPel, 269-279 p., 2014.
- TAKANO, H. K. et al. **Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle**. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 12, n. 1, 1-13 p., 2013.
- TAVARES, W.; FERREIRA, A. S. **Avaliação de dose resposta em biótipos de buva resistentes ao glifosato 1**. [s.l.: s.n.], 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163072/1/Avaliacao-dose.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- VARGAS, L., BIANCHI, M. A., ROMAN, E. S., RIZZARDI, M. A. **Resistência de *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate**. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 25., 2006, Brasília. Resumos.Londrina: SBCPD, p.540, 2016
- VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. **Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na Região Sul do Brasil**. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.
- VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852510/1/pdo56.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2023.