

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MISTURA DE ADJUVANTES COM HERBICIDAS PARA CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS E EFEITOS NA TENSÃO SUPERFICIAL E ÂNGULO
DE CONTATO

Autor:

Rafael Alexandre Jiacometi Cardoso

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira

Co-orientador:

Pedro Henrique Urach Ferreira

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias –
UNESP, Campus de Jaboticabal, para
graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

Jaboticabal – SP

1º semestre/2022

C268m	<p>Cardoso, Rafael Alexandre Jiacometi</p> <p>Mistura de adjuvantes com herbicidas para controle de plantas daninhas e efeitos na tensão superficial e ângulo de contato / Rafael Alexandre Jiacometi Cardoso. -- Jaboticabal, 2022</p> <p>63 p. : tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Marcelo da Costa Ferreira</p> <p>Coorientador: Pedro Henrique Urach Ferreira</p> <p>1. Erva daninha. 2. Produtos químicos agrícolas - aplicação. 3. Herbicidas. 4. Tecnologia. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp 



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO: CIÊNCIAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: MISTURA DE ADJUVANTES COM HERBICIDAS PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E EFEITOS NA TENSÃO E ÂNGULO DE CONTATO

ACADÊMICO: RAFAEL ALEXANDRE JIACOMETI CARDOSO

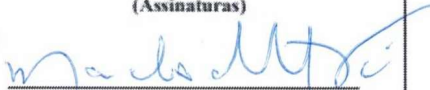

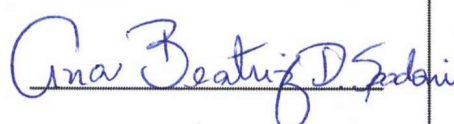
CURSO: ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO DA COSTA FERREIRA

CO-ORIENTADOR: PEDRO HENRIQUE URACH FERREIRA


Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente:	Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira	
Membro:	Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho	
Membro:	MSc. Ana Beatriz Dilena Spadoni (Doutoranda em Entomologia Agrícola)	

Jaboticabal, 25/05/2022

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 11/08/2022 "Ad referendum"



Chefe do Departamento

Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho
Chefe do Depto. de Ciências da Produção Agrícola
FCAV/UNESP

Aos meus avós José Antônio Jiacometi e Maria Aparecida Arcenio Jiacometi, aos meus pais Ricardo Alexandre Cardoso e Simone Aparecida Jiacometi, por todo aprendizado, esforço que me proporcionaram para me manter na faculdade, tempo, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTO

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, por ter me proporcionado toda infraestrutura e imenso suporte durante minha formação e pesquisas, desenvolvendo meu senso crítico e incentivando a cada dia ser um profissional de excelência e uma pessoa melhor para a sociedade.

Ao Professor Marcelo da Costa Ferreira que me orientou além do âmbito acadêmico, sendo um grande amigo, principalmente nos momentos em que mais precisei, durante toda a minha jornada no grupo NEDTA.

À Stepan por contribuir com a pesquisa e nos ajudar com a disponibilidade dos adjuvantes e De Sangosse pela bolsa de pesquisa que foi importante no decorrer desse processo de pesquisa e aprendizado.

Aos meus amigos do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação – NEDTA pelos momentos que passamos juntos, as risadas e ensinamentos: Gabriela Pelegrini, Ana Beatriz Dilena Spadoni, Pedro Henrique Urach Ferreira, Deucymara Bomfim Alves, Fábio Lima Peron e Maria Thalia Lacerda Siqueira.

MISTURA DE ADJUVANTES COM HERBICIDAS PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E EFEITOS NA TENSÃO SUPERFICIAL E ÂNGULO DE CONTATO

RESUMO

A adoção de misturas de produtos fitossanitários com adjuvantes em pulverizações agrícolas tornou-se uma prática comumente utilizada. O uso de adjuvantes pode possibilitar a compatibilização dos produtos na calda fitossanitária, melhorar a distribuição das gotas e também o depósito da mesma sobre os alvos. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de misturas de glifosato + clorimuron etílico em associação com diferentes adjuvantes no controle de plantas daninhas, além de avaliar seus efeitos na tensão superficial e no ângulo de contato de gotas. Foram realizadas experimentações em casa de vegetação com plantas de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e capim-braquiária [*Urochloa ruziziensis* (R. Germ. and C.M. Evrard) Crins] cultivadas em condições semi-controladas, durante dois períodos. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo cada repetição composta por dois vasos. Os tratamentos incluíram uma testemunha, caldas com glifosato + clorimuron etílico sozinho e em associação com três adjuvantes diferentes para cada espécie de planta daninha. Avaliou a tensão superficial e o ângulo de contato de gotas de cada tratamento bem como o controle das duas espécies de plantas daninhas. Realizou a análise de correlação e notou-se que os resultados de tensão superficial e ângulo de contato indicaram que os adjuvantes com os melhores potenciais de espalhamento e molhamento foliar foram Amphosol CDB-HP e Toximul TAABS-5 quando associados a calda de glifosato + clorimuron etílico. Com base nos resultados, conclui-se que não houve diferenças estatísticas no controle de *B. pilosa* e *U. ruziziensis* para todos os tratamentos com e sem adjuvantes (>96%) aos 28 DAA e também na redução da matéria seca. Porém, observou-se uma informação muito importante, principalmente no controle aos 7 DAA, onde para *U. ruziziensis*, a mistura de herbicidas com os adjuvantes Ammonyx LMDO e Ammonyx LO BR apresentaram um significativo controle inicial. E para *B. pilosa*, as misturas de herbicidas com os adjuvantes Amphosol CDB-HP, Stepgrow GP 103 e Stepan AG 2006 apresentaram um maior controle no arranque inicial. E para *B. pilosa*, nota-se que aos 14 DAA, as plantas daninhas já estavam praticamente controladas. Logo, todas essas informações são valiosas quando pensamos em controle inicial, timing de aplicação e período de reentrada.

Palavras-chave: Produto fitossanitário; planta daninha; tecnologia de aplicação; pulverização; cobertura; *Bidens pilosa*; *Urochloa ruziziensis*.

MIXTURE OF ADJUVANTS WITH HERBICIDES FOR WEED CONTROL AND EFFECTS ON SURFACE TENSION AND CONTACT ANGLE

ABSTRACT

The adoption of mixtures of phytosanitary products with adjuvants in agricultural sprays has become a commonly used practice. The use of adjuvants can make it possible to make the products compatible in the phytosanitary solution, improve the distribution of drops and also the deposit of the same on the targets. The present work aimed to evaluate the effect of mixtures of glyphosate + ethyl chlorimuron in association with different adjuvants on weed control, in addition to evaluating their effects on surface tension and droplet contact angle. Experiments were carried out in a greenhouse with black beak (*Bidens pilosa* L.) and signal grass [*Urochloa ruziziensis* (R. Germ. and C.M. Evrard) Crins] plants cultivated under semi-controlled conditions, during two periods. A completely randomized design was adopted with 5 treatments and 4 replications, with each replication consisting of two pots. The treatments included a control, sprays with glyphosate + ethyl chlorimuron alone and in association with three different adjuvants for each weed species. The surface tension and droplet contact angle of each treatment were evaluated, as well as the control of the two weed species. A correlation analysis was performed and it was noted that the surface tension and contact angle results indicated that the adjuvants with the best spreading potential and leaf wetness were Amphosol CDB-HP and Toximul TAABS-5 when combined with glyphosate + chlorimuron spray. ethyl. Based on the results, it is concluded that there were no statistical differences in the control of *B. pilosa* and *U. ruziziensis* for all treatments with and without adjuvants (>96%) at 28 DAA and also in the reduction of dry matter. However, a very important information was observed, mainly in the control at 7 DAA, where for *U. ruziziensis*, the mixture of herbicides with the adjuvants Ammonyx LMDO and Ammonyx LO BR showed a significant initial control. And for *B. pilosa*, herbicide mixtures with Amphosol CDB-HP, Stepgrow GP 103 and Stepan AG 2006 adjuvants showed greater control at initial start-up. And for *B. pilosa*, it is noted that at 14 DAA, the weeds were practically controlled. Therefore, all this information is valuable when we think about initial control, application timing and re-entry period.

Keywords: Phytosanitary product; weeds; application technology; spraying; spray coverage; *Bidens pilosa*; *Urochloa ruziziensis*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1. Mercado de produtos	6
2.2. Plantas daninhas	7
2.3. Adjuvantes	11
2.4. Tecnologia de aplicação de herbicidas	13
3. OBJETIVO.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1. Experimento em casa de vegetação	17
4.2. Análise visual para tomada de decisão da mortalidade (plantas vivas e mortas).....	21
4.3. Tensão superficial e Ângulo de contato.....	22
4.4. Análise estatística.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Tensão superficial e ângulo de contato	24
5.2. Controle e matéria seca de <i>U. ruzizensis</i>	29
5.3. Controle e matéria seca de <i>B. pilosa</i>	35
6. CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
APÊNDICES	56
APÊNDICE A	56
APÊNDICE B	57
APÊNDICE C	58
APÊNDICE D	59
APÊNDICE E	60
APÊNDICE F	61
APÊNDICE G.....	62
APÊNDICE H	63

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é praticada há mais de 10.000 mil anos pela humanidade, mas a utilização de produtos fitossanitários teve sua intensificação pós Segunda Guerra Mundial, durante a chamada Revolução Verde, quando o processo tradicional de agricultura foi quebrado, sofrendo drásticas mudanças e inserções de novas tecnologias que visaram produção extensiva de commodities agrícolas (TERRA; PELAEZ, 2009; MATA; FERREIRA, 2013; BRASIL, s.d.).

A popularização dos agrotóxicos começou durante a Segunda Guerra Mundial, quando o mundo conheceu o DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), sendo uma revolução no controle de pragas na agricultura (BULL; HATHAWAY, 1986). Por razão do seu baixo custo e alta eficiência, tornou-se amplamente utilizado. Porém, no livro Primavera Silenciosa, relata bem os problemas que essa liberação, por questões já citadas, causou no ambiente por conta da não consideração dos possíveis efeitos nocivos aos seres humanos, animais e ambiente que esse produto poderia causar.

Hoje, com o aumento da informação e pesquisa, sabe-se que os produtos fitossanitários são seguros para os humanos e animais por questão de passarem por inúmeros processos até sua liberação. Temos a Lei Federal nº 7.802/1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074/2002, que, segundo ela, qualquer produto ou agente que altere a fauna e a flora com finalidade de proteger os cultivos agrícolas, florestais ou nativos da ação danosa de pragas é considerado um agrotóxico. E essa liberação passa por órgãos muito competentes, como ANVISA, MAPA e o IBAMA.

E dentre as classes dos agrotóxicos, os herbicidas são os mais comercializados, pois desempenham um papel muito importante no controle das plantas daninhas presentes nas áreas de produção agrícola. O uso de herbicidas, assim como o uso de outros métodos de controle, apresenta vantagens como eficiência e rapidez, que evita a competição com plantas daninhas, permite o manejo em qualquer época do ano, não causa danos mecânicos às lavouras, reduz revolvimento de solos e ameniza as chances de erosão. Como desvantagens, os herbicidas requerem o uso de equipamentos adequados, alto investimento, mão de obra especializada, toxicidade para o homem e o meio ambiente, persistência ambiental por longos períodos de tempo, podendo causar danos às espécies cultivadas, e o uso contínuo pode ocasionar a resistência de determinados biótipos (COOPER; DOBSON, 2007). Os herbicidas representam cerca de 60% dos agrotóxicos utilizados no Brasil (IBGE, 2021). Eles podem ser classificados com base nas seguintes características, de acordo com o HRAC – Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas: modo de ação, sítio de ação, família química e ingrediente ativo. Segundo a ANVISA (2021), existem mais de 780 herbicidas registrados no Brasil. Entre eles, 79% são produtos comerciais contendo apenas um ingrediente ativo, enquanto 21% são misturas de 2 ou 3 ingredientes ativos.

Como falamos de herbicidas, não podemos deixar de ressaltar que a tecnologia de aplicação envolve a utilização dos conhecimentos científicos para a correta colocação do produto biologicamente ativo no determinado alvo, numa quantidade correta, buscando sempre uma forma econômica e com o mínimo de contaminação possível de outras áreas (MATUO, 1990). E com as diversas

tecnologias existentes na área de tratamento fitossanitário, temos os adjuvantes que se trata de uma ferramenta de grande importância. Eles podem ser utilizados em misturas visando a redução do potencial de deriva, o aumento do espalhamento das gotas depositadas nas folhas, a penetração e absorção, além de auxiliarem na compatibilidade de misturas em calda. Os adjuvantes são substâncias ou compostos sem propriedade fitossanitária, que são adicionados (exceto a água) para preparação agrícola, visando aumentar ou manter a eficiência dos produtos ou modificar determinadas propriedades da solução, facilitando a aplicação e/ou minimizar possíveis problemas. Estes adjuvantes podem desempenhar várias funções distintas (KISSMANN, 1997).

O uso de adjuvantes em mistura com produtos fitossanitários pode ser justificado pelos incrementos trazidos tanto na eficácia quanto na segurança das aplicações agrícolas (COSTA et al. 2014). Em relação à segurança, seu uso pode ser extremamente necessário quando as condições meteorológicas são adversas às recomendadas ou em casos específicos como na adoção de baixos volumes de aplicação (ALMEIDA et al., 2014). As condições meteorológicas adversas estão relacionadas principalmente às perdas nas pulverizações, seja pela evaporação das gotas (endoderiva) ou colocação do produto fora do alvo adequado (exoderiva). Essas perdas estão diretamente relacionadas as condições meteorológicas, em que se recomendam aplicações em períodos com temperaturas mais amenas ($<30^{\circ}\text{C}$), sem a ocorrência de convecção térmica, sem ventos com alta velocidade e com umidade relativa do ar ideal ($>50\%$), sendo que pode ser necessário, muitas vezes, o uso de adjuvantes capazes de diminuir a exoderiva e evaporação das gotas pulverizadas (WODAGENEH;

MATTHEWS, 1981; FERREIRA, 2006). Desse modo, o acréscimo desses adjuvantes pode alterar o padrão de gotas com mudanças físico-químicas, como espalhamento e deixando a amostra mais uniforme em relação a tamanho de gotas, influenciando tanto a formação quanto o comportamento das mesmas no alvo e alterando, assim, os potenciais riscos de deriva das aplicações (MILLER; ELLIS, 2000). No caso de pulverizações com baixo volume de aplicação, uma das recomendações usualmente preconizadas é o uso de gotas finas e médias para garantir uma cobertura de pulverização adequada. Logo, para pulverizações com baixos volumes de aplicação, deve-se considerar primeiramente o uso de gotas com um tamanho reduzido, mas garantindo a proteção e longevidade dessas gotas por meio dos adjuvantes e respeitando as condições meteorológicas ideais para a aplicação (FERREIRA, 2014).

A preservação das moléculas dos produtos existentes faz-se também extremamente necessária, especialmente com os diversos casos de resistência a produtos fitossanitários. No Brasil, estima-se que 47 espécies estejam resistentes a pelo menos um mecanismo de ação (HRAC, 2021). No Paraguai, há também diversos relatos de resistência de plantas daninhas a herbicidas, principalmente pela intensa produção agrícola e grande pressão de seleção que contribuem para o aumento da seleção desses indivíduos resistentes (THOMAZINI, 2019). No caso dos benefícios dos adjuvantes na eficácia de produtos, alguns pesquisadores observaram resultados positivos no controle de plantas daninhas. A associação de adjuvantes com glifosato, por exemplo, aumentou o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.)) e de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) sem causar danos de fitotoxicidade à cultura do

trigo (*Triticum aestivum* L.) (MACIEL; MORAES; BALAN, 2011). Além disso, Menegasso et al. (2019) apresentaram resultados demonstrando que a associação de clethodim com diferentes adjuvantes na calda mostrou-se eficaz no controle em pós emergência de *D. insularis*. Importante ressaltar que o uso do mesmo mecanismo de ação em sucessivas safras pode selecionar indivíduos resistentes, fazendo com que a molécula perca seu efeito de controle para aquela determinada praga. O correto das aplicações de produtos fitossanitários é sempre rotacionar os mecanismos de ação, atuando em diferentes rotas metabólicas do patógeno, controlando-o e preservando a vida útil dessas moléculas, uma vez que sabemos o quão demorado é para lançar uma nova molécula no mercado e a dificuldade de encontrar um novo ingrediente ativo.

Diante dessas considerações, os adjuvantes podem manter a eficácia de produtos fitossanitários através de diversos efeitos incluindo melhor estabilidade de caldas, redução de efeitos antagônicos causados no tanque do pulverizador, aumento do tamanho de gotas com redução do potencial de deriva, uniformização das gotas e melhor espalhamento consequente da redução da tensão superficial e ângulo de contato. Logo, a manutenção na eficácia de ação dos produtos fitossanitários potencializados por adjuvantes demonstra a necessidade de mais estudos nessa área. Novos estudos com adjuvantes devem ser conduzidos afim de agregarem mais conhecimentos para a área de tecnologia de aplicação e proteção vegetal buscando a correta colocação do produto no alvo com o mínimo de perdas e mínimo de impacto ambiental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Mercado de produtos

O controle de plantas daninhas e dessecação de coberturas vegetais é comumente feito com a aplicação de herbicidas associados com adjuvantes. Essa associação vem ganhando cada vez mais importância para o controle de determinadas espécies daninhas. Comparando o ano de 2020 com 2021, por exemplo, houve um aumento de 9,1% da área tratada e 8,1% de produtos aplicados, incluindo fungicidas, inseticidas, herbicidas, tratamento de sementes, adjuvantes e reguladores de crescimento. (SINDIVEG, 2020). Esse aumento impulsionou o consumo de produtos fitossanitários, adjuvantes e reguladores de crescimento, expondo cada vez mais a crescente demanda por esses produtos com um manejo mais eficiente.

Diante de alguns herbicidas que temos no mercado, um dos mais utilizados em aplicações de dessecação, principalmente de espécies de *Urochloa spp.*, por exemplo, é o glifosato. Tal produto é utilizado muitas vezes sozinho ou em mistura com outros herbicidas visando o controle de mais espécies de ervas daninhas (ALMEIDA et al., 2015). O glifosato destaca-se como o herbicida mais comercializado no Brasil, com um aumento de vendas de 12,97% comparando 2019 a 2018 (IBAMA, 2019). Outro herbicida comumente utilizado em soja (*Glycine max* (L.) Merr., especialmente para o controle de picão preto (*Bidens pilosa* L.), é o clorimuron etílico, molécula bastante utilizada no Brasil para controle de plantas daninhas em áreas infestadas. Ambos os herbicidas apresentam translocação sistêmica, sendo o glifosato agindo na

enzima EPSPS (5-enolpiruvato-shiquimato-3-fosfato sintase) e o clorimuron etílico atuando na enzima ALS (Acetolactato sintase).

Apesar do crescente aumento no uso de herbicidas no país, a utilização constante e contínua dos mesmos ingredientes ativos, manejo inadequado e a não colocação do produto biologicamente ativo no alvo tem ocasionado seleção de espécies resistentes. No Paraguai, por exemplo, o uso constante dos mesmos produtos resultou na seleção de picão preto resistente a diferentes ingredientes ativos (KRZYZANIAK, 2018). Outra preocupação inclui o aumento dos custos decorrentes da necessidade de reaplicações e do aumento de dosagem, relacionadas a falta de manejo, timing de aplicação e não colocação do produto no alvo, além dos impactos ambientais causados pelo aumento das dosagens dos produtos fitossanitários.

2.2. Plantas daninhas

Diversos métodos foram desenvolvidos para o controle de plantas daninhas. Técnicas que incluem o controle mecânico, cultural, biológico e químico. No entanto, durante o processo evolutivo das espécies daninhas, diversos mecanismos de sobrevivência são selecionados para garantir a propagação da espécie, a incluir: resistência as adversidades bióticas e abióticas no ambiente, desenvolvimento de estruturas que garantem o armazenamento e reserva de energia, alta produção de sementes, ampla dispersão de sementes, dormência das sementes e germinação escalonada (CONCENÇO et al., 2014).

O principal dano causado pelas plantas daninhas nas culturas agrícolas dá-se através da competição por recursos como nutrientes, luz, água e o espaço

onde se encontram. Certas espécies de plantas daninhas apresentam, também, um efeito alelopático sob plantas cultiváveis, causando prejuízos no crescimento, desenvolvimento e produtividade das mesmas (PITELLI, 1987). Para os diferentes métodos de controle de plantas daninhas, inclui-se o controle cultural, definido como o conjunto de práticas agronômicas que visam beneficiar a cultura de interesse, manifestando seu máximo potencial produtivo e competição com as plantas daninhas da área, sementes de elevado valor cultural, populações adequadas que envolvem espaçamento, configuração e densidade de plantio adequado, além de considerar todas as características do solo e clima da região (BELTRÃO, 1998). Com diversas práticas culturais, pode-se citar a rotação e consorciação de culturas, seleção de cultivares e determinação da época de plantio, culturas antecedentes, cobertura de solo e plantio direto (MACIEL, 2014). O uso de cobertura vegetal e plantio direto com espécies forrageiras, por exemplo, auxilia a formação de palhada.

O capim-braquiária [*Urochloa ruziziensis* (R. Germ. and C.M. Evrard) *Crins*] é um exemplo de espécie forrageira que pode beneficiar o manejo do plantio direto além de causar a supressão de outras plantas daninhas. A *U. ruziziensis*, originária da África, cresce em diversos tipos de solos brasileiros, desde mais arenosos até os mais argilosos. Espécie perene, sub-ereta, apresentando até 1,5 m de altura, base decumbente e com uma coloração mais radiante nos nós inferiores. Possui rizomas fortes, arredondados com até 15 mm de diâmetro. As folhas são lineares e lanceoladas, com cerca de 150 mm comprimento e 15 mm de largura. A inflorescência está formada por 3-6 racemos de 4-10 mm de comprimento, ráquis largamente alada, geralmente com uma

coloração arroxeadada, espiguetas de 5 mm de comprimento, pilosas na parte apical, bisseriadas ao longo da ráquis (SEIFFERT, 1980). Apesar dos benefícios do uso de *U. ruziziensis* para formação de palhada, inúmeros relatos de sintomas como o amarelecimento e redução de crescimento das plantas de soja são comuns em áreas provenientes de pastagens de *U. ruziziensis* no sistema de plantio direto. Estudos realizados por Perin et al. (2006) e Rosolem et al. (2012) nas culturas de milho e algodão, comprovaram que plantas com alta relação C/N, como o caso de *U. ruziziensis*, podem afetar de forma significativa o crescimento inicial da cultura. Outro exemplo de cultura afetada é o feijão, em que relatos indicam queda de produtividade sob o plantio direto com *U. ruziziensis* utilizada como cultura de cobertura (BERNARDES et al., 2010; FARINELLI et al., 2006). Desse modo, Nunes et al. (2006) ressaltam que para a utilização de espécies como *U. ruziziensis* para formação de palhada são necessárias informações para determinar o período ideal de dessecação e semeadura da cultura a ser implementada.

Outra espécie bastante conhecida e que vem trazendo inúmeros prejuízos aos produtores trata-se do picão-preto (*B. pilosa*), uma planta daninha originária das Américas e pertencente à família das Asteraceae. No Brasil, é encontrada em praticamente todo o território, com maior concentração nas áreas agrícolas da Região Centro-Sul, onde se constitui numa das mais importantes plantas infestantes, tanto de culturas anuais como de perenes (KISSMANN; GROTH, 1992). Lorenzi (2000) descreve o picão-preto como uma espécie de ciclo anual, herbácea, ereta, com altura entre 40 e 120 cm, propagada via sementes, muito prolífera, de ciclo curto e com capacidade de produzir até três gerações por ano.

As folhas são glabras, inteiras ou lobadas, sendo as superiores eventualmente internas, de 5 a 10 cm de comprimento. O fruto é um aquênio linear-tetragonal, de 5 a 9 mm de comprimento, coloração marrom-escuro e com extremidade superior provida de 2-3 aristas. O picão-preto apresenta um ponto de murcha permanente muito maior comparada a culturas, fazendo com que resista muito mais à seca aumentando seu potencial competitivo com as culturas de interesse comercial.

Quando a soja é submetida a convivência com outras espécies vegetais, seu desempenho agrônômico é comprometido, dificultando o desenvolvimento da cultura pela disputa por nutrientes, luz e água (FORTES et al., 2017; FRANCESCHETTI et al., 2018). Segundo Fortes et al. (2017), algumas plantas daninhas, independente da família botânica, exploram os mesmos nichos ecológicos e competem por nutrientes com a cultura da soja, os autores ainda relatam que o picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e o leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) induzem a redução da área foliar da cultura. Em comparação com outras plantas daninhas de folhas largas, *B. pilosa* é considerada de alto potencial competitivo (RIZZARDI et al., 2003). Pittelkow et al., (2009) citam que plantas daninhas afetam o número de vagens por plantas de soja, a massa dos grãos e o rendimento de grãos, e observam que o período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura da soja são entre 22 a 33 dias após a emergência da cultura. Segundo Rizzardi et al. (2003) o aumento na densidade de plantas de picão-preto ocasionou maior perda percentual no rendimento dos grãos de soja do que o decorrente incremento na densidade de plantas de guaxuma (*Sida spp*). As máximas perdas de rendimento foram de aproximadamente 58%

para picão preto e 14% para guanxuma. Para Arevalo et al. (1991), o dano causado pelas plantas daninhas é função direta do período de convivência associado com densidade das plantas daninhas.

Além de bastante agressivo, o picão-preto pode servir como hospedeiro de pragas e doenças provocando perdas significativas na produtividade dos cultivos agrícolas (KISSMANN; GROTH, 1999; FERREIRA et al., 2007). O nematoide *Meloidogyne mayaguensi*, por exemplo, parasita culturas de elevada importância econômica bem como diversas plantas daninhas a incluir o *B. pilosa* (CARNEIRO et al., 2006). Além disso, *B. pilosa* também é hospedeira de pragas como pulgões (*Aphidoidea* spp).

2.3. Adjuvantes

Os adjuvantes são substâncias ou compostos sem propriedade fitossanitárias que quando adicionadas a calda podem atuar como espalhantes adesivos, antiespumantes, acidificantes, quelatizantes, espessantes e redutores de deriva, facilitando a aplicação, aumentando a eficiência e diminuindo os riscos de perdas (KISSMANN, 1998; OLIVEIRA, 2011).

Como forma de auxiliar e potencializar a eficácia das aplicações de produtos fitossanitários, o uso de adjuvantes têm sido frequente. Dentre diversos benefícios, os adjuvantes podem influenciar em muitos fatores da aplicação. Muitas vezes, além de adicionados durante a preparação da calda, os adjuvantes são incluídos diretamente nas formulações dos produtos fitossanitários aumentando sua eficiência e ação na aplicação para controle de pragas, doenças e plantas daninhas (BUTLER ELLIS et al., 1997; KISSMANN, 1998;

MELO, 2012; VECHIA; FRANCIOSI, 2017). Entretanto, a escolha e uso equivocado dos adjuvantes pode afetar as propriedades físico-químicas da calda comprometendo a aplicação e a eficácia dos produtos (FERREIRA et al., 2013). Os adjuvantes podem propiciar diferentes interações às caldas fitossanitárias como: a compatibilidade e estabilidade das formulações, efeitos na tensão superficial, a formação, transporte, deposição e o espalhamento das gotas sobre as superfícies tratadas. Em conjunto, essas alterações podem modificar a eficácia do tratamento realizado. O uso de adjuvantes, quando utilizados de forma correta, pode, também, auxiliar no manejo de variáveis climatológicas e operacionais a fim de controlar ou minimizar os problemas relacionados a tais variáveis (FERREIRA et al., 2013). Podem ainda, auxiliar o controle de daninhas através do aumento da cobertura de pulverização sobre a folha do alvo. Além disso, podem melhorar a eficácia homogeneizando de forma efetiva a mistura de diferentes produtos à calda.

Vale ressaltar que até alguns anos atrás muitas pessoas não sabiam suas funções e utilidades, de modo que só a partir de 2017, no ATO N° 104, em 20 de dezembro, foi tornado um produto de venda livre. Porém, ainda hoje apresentamos dificuldades quando o tema é adjuvante pelo fato de ainda não ser um mercado padronizado e sofre certas refutações se realmente funcionam ou não, tornando cada vez mais necessário estudos para conhecimento dessa ferramenta que nos ajudam a enfrentar barreiras nas aplicações agrícolas.

Portanto, o uso dos adjuvantes, quando bem posicionados, colaboraram com diversos aspectos citados, desde a melhor interação dos produtos no

tanque dos pulverizadores até o melhor espalhamento de gotas para a promoção do efeito desejado e controle do alvo.

2.4. Tecnologia de aplicação dos herbicidas

Diversos fatores afetam a eficácia do controle fitossanitário no campo incluindo fatores edafoclimáticos, operacionais e biológicos. A correta detecção do problema alvo juntamente com a adequada tomada de decisão forma o ponto de partida fundamental para o início de qualquer tratamento fitossanitário. No entanto, a melhor tomada de decisão só será possível considerando a colocação das gotas no alvo em questão, com a quantidade necessária do produto fitossanitário, de forma econômica e com o mínimo de contaminação possível (MATUO, 1990).

O ideal nas aplicações de produtos fitossanitários é a máxima homogeneidade das gotas pulverizadas, ou seja, a produção de todas as gotas com o tamanho desejado. No entanto, a formação de gotas pelo processo hidráulico não permite tal uniformidade. Nas pontas de pulverização que operam com pressão hidráulica, a formação das gotas é muitas vezes desuniforme e dificulta a boa cobertura do alvo (CUNHA et al., 2007). Desse modo, a seleção das pontas de pulverização, bem como as condições de aplicação, é importante para que não sejam produzidas gotas muito finas ou muito grossas, evitando, assim, perdas por deriva causadas pelo vento ou escorrimento por conta do excesso. Faz-se necessário conhecer as características que cada ponta proporciona visando a correta escolha e, assim, garantir aplicações mais eficientes e seguras para o meio ambiente.

Outro ponto importante que devemos salientar são as características físicas de tensão superficial e ângulo de contato. Os adjuvantes, em especial a classe de surfactantes, além de uniformizar a classe de gotas produzidas, auxiliam no espalhamento dessas gotas, interferindo em seu ângulo de contato e tensão superficial. O termo “tensão superficial” refere-se às forças que existem na interface de líquidos não miscíveis, impedindo que eles se misturem (AZEVEDO, 2001). Green & Hazen (1998) explicam que a tensão superficial se relaciona com propriedades dos adjuvantes que irão influenciar na atividade biológica dos produtos fitossanitários. A adição de surfactantes à calda de pulverização reduz a tensão superficial, resultando na diminuição do ângulo de contato da gota com a área tratada, enquanto aumenta a área de contato com o alvo biológico (AZEVEDO, 2001). Essa diminuição do ângulo de contato se relaciona com o espalhamento, uma vez que superfícies cujo líquido forme gotas com ângulos menores que 90° podem ser consideradas hidrofílicas, e se o ângulo for mais que 90° considera-se hidrofóbicas (MOITA NETO, 2006). A variação da tensão superficial e ângulo de contato é causada pelas características da calda e da superfície, e afeta o molhamento e colocação do ingrediente ativo no alvo.

O conhecimento sobre tecnologia de aplicação é, portanto, uma ferramenta imprescindível no planejamento e execução de aplicações visando o tratamento de plantas daninhas. Desse modo, o intuito do tratamento fitossanitário deve ser o de reduzir as perdas e aumentar a eficácia dos produtos fitossanitários com volume de aplicação e tamanho de gotas adequados,

considerando a mobilidade do produto na planta e a melhor condição meteorológica para a aplicação (ALMEIDA et al., 2015).

3. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de misturas de glifosato + clorimuron etílico em associação com diferentes adjuvantes na mortalidade de *U. ruzizensis* e *B. pilosa*, além de avaliar seus efeitos na tensão superficial e no ângulo de contato.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 2021 no Departamento de Ciências da Produção Agrícola, FCAV, Unesp, em Jaboticabal, SP localizado na latitude de 21°14'2" Sul, longitude 48°17'18" Oeste e 583m de altitude.

4.1. Experimento em casa de vegetação

O estudo foi conduzido em duplicata, com delineamento inteiramente ao acaso com 5 tratamentos para cada espécie de planta daninha (*Bidens pilosa* e *Urochloa ruziziensis*), incluindo uma testemunha. Utilizou-se de 4 repetições sendo cada repetição composta por dois vasos. Os tratamentos foram compostos pela mistura dos herbicidas glifosato sal de amônio (Gli Up, CropChem, Porto Alegre, RS) e clorimuron etílico (Clorim, UPL, Campinas - SP) sem adjuvante e associada com três adjuvantes para cada planta daninha. Os adjuvantes são classificados como surfactantes e para cada espécie de planta daninha foram selecionados três com base em resultados preliminares de experimentação em campo. Os tratamentos estão disponíveis na Tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos compostos por herbicidas e a adjuvantes para cada espécie planta daninha utilizada no estudo.

Tratamentos	Planta daninha	Herbicidas ¹	Dose g.i.a ha ⁻¹
T1-U		--	
T2-U		G + C	2160 +
	<i>U.</i>		17,5
T3-U	<i>ruziziensis</i>	G + C	

Tratamentos	Planta daninha	Herbicidas ¹	Dose g.i.a ha ⁻¹
T4-U	<i>U. ruziziensis</i>	G + C	
T5-U		G + C	
T1-B	<i>B. pilosa</i>		2160
T2-B		G + C	+
T3-B		G + C	17,5
T4-B		G + C	
T5-B		G + C	
Adjuvantes ²	Grupo químico		Dose L/ha
Ammonyx LMDO	Óxido de amidopropil amina		0,2
Toximul TAABS-5	Sulfatos de éter alquílico		0,2
Ammonyx LO BR	Óxido de alquil amina		0,2
Stepan AG 2006	Amina óxida em água		0,2
Stepgrow GP 103	Mistura aniônica não iônica		0,2
Amphosol CDB-HP	Betaína		0,2

¹ G: glifosato; C: clorimuron etílico

² STEPAN, São Paulo, SP, Brasil.

³ *Urochloa ruziziensis*

⁴ *Bidens pilosa*

Foram utilizadas sementes das espécies *Bidens pilosa* e *Urochloa ruziziensis* (Agrocosmos Sementes, Engenheiro Coelho, SP, Brasil). A semeadura foi realizada na segunda quinzena de abril de 2021. Utilizou vasos de 2 L com substrato constituído de terra, areia e esterco bovino na proporção de 3:1:1. As sementes foram distribuídas homoganeamente com aproximadamente 100 sementes para *B. pilosa* e 40 sementes para *U. ruziziensis* por vaso, incorporadas a 0,5 cm de profundidade da superfície do solo. Posteriormente, após a germinação e emergência, algumas plantas foram desbastadas de modo a uniformizar a população de plantas por vaso com uma média de 70 plantas para *B. pilosa* e 25 para *U. ruziziensis*. E para simular as linhas de soja no campo, foram semeadas 4 sementes de soja (95R95IPRO, Pionner® SP, Brasil), utilizando vasos de polietileno com 3 L de capacidade com substrato constituído de terra, areia e esterco bovino na proporção de 3:1:1, respectivamente. Os vasos foram irrigados durante toda a duração do experimento, com irrigações constantes e uniformes entre os tratamentos, duas vezes ao dia.

As aplicações dos tratamentos foram conduzidas com pulverizador montado em quadriciclo (TRX420, Honda, SP, Brasil), com uma barra de pulverização acoplada e provida de quatro pontas de pulverização modelo ST135-04 (MagnoJet, Ibaiti, PR, Brasil) espaçadas a 50 cm entre as pontas, pressurizada com CO₂ numa garrada de 2L, na pressão constante de 482 kPa, na velocidade de 3,33 m s⁻¹ e volume de aplicação equivalente a 150 L ha⁻¹, como exemplificado na Figura 1.



Figura 1 – Condução das aplicações utilizando quadriciclo provido com pontas de pulverização e plantas de soja espaçadas a 40 cm simulando uma linha no campo com plantas daninhas no interior da mesma.

Na primeira duplicata a aplicação dos tratamentos em *B. pilosa* foi realizada no período da manhã em 22 de maio de 2021, com temperatura (T °C) e umidade relativa (UR%) médias de 24,5°C e 58%, respectivamente. A velocidade do vento foi medida por um anemômetro Kestrel 1000 (Kestrel Instruments, Boothwyn, PA, USA) com média de 0,15 m s⁻¹. As aplicações em vasos com *U. ruziziensis* foram conduzidas no período da manhã com T °C e UR% média de 24,8°C e 58% e velocidade de vento de 0,18 m s⁻¹. Na segunda duplicata a aplicação foi feita no período da tarde em 29 de maio de 2021. Para os tratamentos de *B. pilosa*, a média de T °C e UR% foi de 28,75°C e 51% com velocidade de vento 0,75 m s⁻¹. Para as aplicações de *U. ruziziensis* obteve-se uma média de 27,9°C e 53% com velocidade de vento de 0,68 m s⁻¹. Nas avaliações foram realizadas a contagem individual de plantas, com início antes da primeira aplicação no dia 15 de maio de 2021 para primeira duplicata, e no dia 29 de maio de 2021 para a segunda duplicata

A aplicação dos tratamentos foi realizada em pós-emergência, quando as plantas de *B. pilosa* encontravam-se próximas de 15 cm e *U. ruziziensis*

próximas de 25 cm, e aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) avaliou-se a controle das plantas daninhas e análise visual. Realizou-se, também, a coleta da parte aérea para obtenção da matéria seca aos 28 DAA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Utilizou-se papéis hidrossensíveis (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., Paulínia, SP, Brasil) para avaliação da cobertura de pulverização. Na avaliação da matéria seca contou-se as plantas de cada tratamento após as avaliações e realizou-se a extração da parte aérea de cada planta daninha. A parte aérea foi separada de cada planta e posteriormente submetida a secagem em estufa de circulação forçada a ar à 60°C por 48h e posteriormente pesadas em balança digital (A&D GF-1000, A&D Company Ltd, Adelaide, Austrália) com precisão de 0,1 gramas, para obtenção do peso de matéria seca da parte aérea. Os pesos de matéria seca da parte aérea de cada espécie foram então convertidos em porcentagem de redução da matéria seca (%) em relação à média de pesos da testemunha, como descrito por Creech et al. (2016) e segundo a seguinte equação:

$$\text{Redução de matéria seca (\%)} = ((MSt - MStr) / MSt) * 100$$

Em que MSt refere-se à média do peso de matéria seca da testemunha e MStr, refere-se à média de peso de matéria seca de cada tratamento.

4.2. Análise visual para tomada de decisão da mortalidade (plantas vivas e plantas mortas).

A análise visual foi realizada com base na tomada de decisão do avaliador para decidir se as plantas estavam vivas ou mortas. Foi feita de tal modo que considerou plantas vivas aquelas que estavam com folhas ainda verdes e com leves

sintomas de fitointoxicação dos herbicidas. E as plantas mortas estavam completamente secas. Ainda assim, foi feito o acompanhamento aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação para confirmar se as plantas estavam mortas ou não. E a partir das plantas vivas, foi realizado a estimativa de controle com base na testemunha.

4.3. Tensão superficial e ângulo de contato

Para as avaliações de tensão superficial e ângulo de contato foi utilizado um tensiômetro automático, modelo OCA 15-plus (DataPhysics Instruments GmbH, Filderstadt, Alemanha), equipado com câmera digital de alta velocidade e o software SCA20[®] (DataPhysics Instruments GmbH, Filderstadt, Alemanha) para automatização e processamento das imagens obtidos em um computador. A calda fitossanitária foi preparada com água da rede de abastecimento, com cinco repetições por tratamento. Neste equipamento, a tensão foi determinada pelo método da gota pendente, em que o cálculo é realizado com base na equação de Young-Laplace, em função da deformação das gotas emitidas em cada amostragem (FERREIRA et al., 2013). Para a avaliação do ângulo de contato as gotas foram depositadas sobre uma superfície artificial padrão Parafilm[®] (Parafilm M, Bemis, WI, EUA). Lâminas da superfície artificial com as dimensões de 1 x 10 cm foram fixadas em um suporte e, a partir do momento do depósito da gota, o ângulo de contato foi registrado a cada segundo no decorrer de 60 segundos. Para efeito de caracterização da calda padronizou-se como valor útil de tensão superficial e ângulo de contato o valor registrado aos 10 segundos, uma vez que aos 10 segundos os valores tendem a se estabilizar.

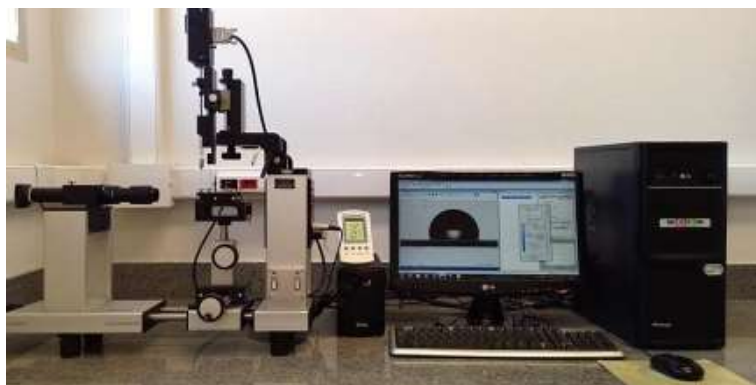


Figura 2 – Equipamento tensiômetro (Contact Angle System OCA 15-Plus (Dataphysics®) utilizado para medir os valores da tensão superficial das caldas e os do ângulo de contato de gotas. Fonte: NEDTA.

4.4. Análise Estatística

Tanto os resultados de controle e matéria seca das plantas daninhas quanto os resultados de tensão superficial e ângulo de contato foram analisados no software SAS v.9.4 (SAS Institute, Cary, NC, EUA). As análises de controle de *B. pilosa* e *U. ruziziensis* foram feitas separadamente por espécie e para cada época de avaliação e as análises de matéria seca foram feitas separadamente para cada espécie. Todos os resultados foram analisados utilizando um modelo linear generalizado misto (PROC GLIMMIX) e submetidos a uma análise de variância (ANOVA) pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. Além disso, foi realizado o coeficiente de correlação de Pearson entre os caracteres tensão superficial e ângulo de contato e também entre ângulo de contato e os dias de avaliação de controle (7, 14 e 28) para cada espécie de planta daninha.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Tensão superficial e Ângulo de contato

Os resultados de tensão superficial obtidos estão apresentados na Figura 3. Observou-se diferenças significativas nos valores de tensão superficial entre os tratamentos ($p < 0,001$). Foi realizado a correlação entre tensão superficial e ângulo de contato, sendo de 0,9813** ($p < 0,0001$), indicando uma alta correlação linear positiva, ou seja, quando a tensão superficial aumenta, de forma direta o ângulo de contato também aumenta.

Dentre as misturas de calda, o tratamento com glifosato + clorimuron etílico sem adjuvante apresentou o maior valor de tensão superficial (44,87 mN m⁻¹), seguido pelo tratamento com Stepan AG 2006 (41,41 mN m⁻¹). O tratamento com menor valor de tensão superficial foi com o adjuvante Toximul TAABS-5 (33,19 mN m⁻¹). Vale ressaltar que os valores apresentados se enquadram como intermediários por conta da sensibilidade do método utilizado. E a título de comparação e para provar que os valores são intermediários, a água, segundo Luz & Lima (2007) apresenta um valor de 72,75 mN m⁻¹. Já os surfactantes organossiliconados, quando associados a soluções aquosas, apresentam valores menores de tensão superficial, chegando a 20 mN m⁻¹ (MONTÓRIO, 2001; SUN & FOY, 1998; LO & HOPKINSON, 1995).

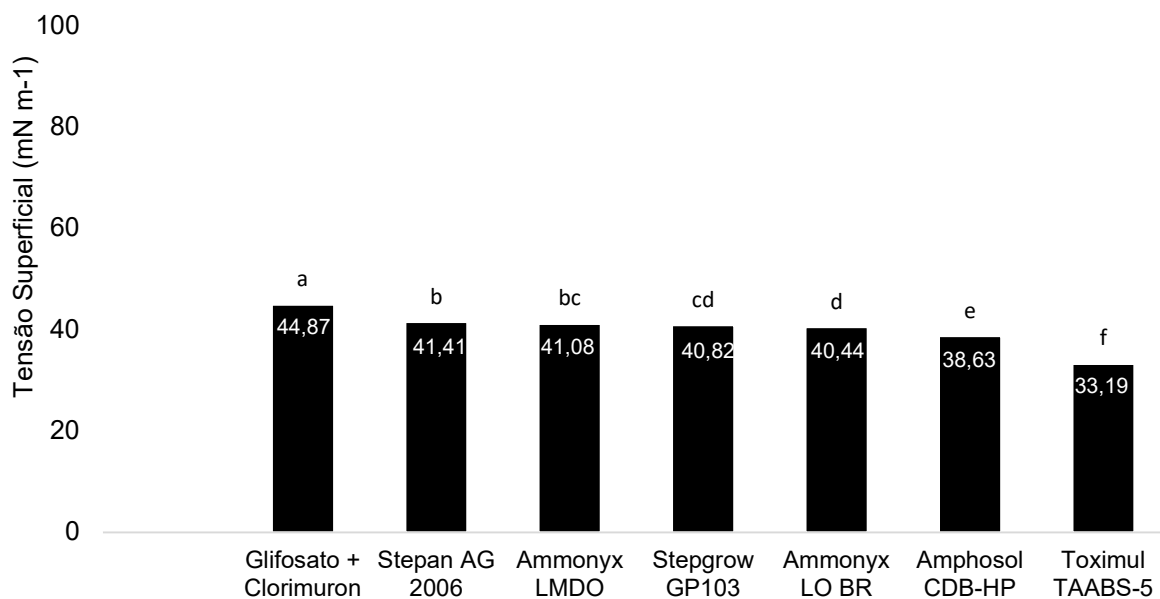


Figura 3 – Tensão superficial das caldas associadas aos respectivos adjuvantes medida no tempo de 10 segundos.

Dentre as diferentes propriedades dos adjuvantes, seus efeitos na tensão superficial influenciam a atividade biológica dos produtos fitossanitários (HESS,1999). Os efeitos molhante, espalhante e penetrante são obtidos com a redução da tensão superficial, sendo os surfactantes a classe de adjuvantes com potencial de produzir esses efeitos (KISSMANN, 1997).

Possivelmente esses resultados foram obtidos por conta das características dos adjuvantes, pois como são surfactantes e alguns apresentam em seus grupos químicos betaínas, misturas aniônicas, sulfatos e óxidos, diminuem a tensão superficial da água e proporcionam um melhor desempenho em relação à mistura, viscosidade e solubilidade. Porém, como mostra Decaro Junior et al. (2015), essa relação de tensão e ângulo pode mudar de acordo com a superfície avaliada. Em outro estudo, Mendonça (2003), avaliando as superfícies foliares de diferentes espécies vegetais, observou que as folhas de

amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) possuem numerosos cristais de ceras na epicuticula. Costa et al. (2014) mostram em seu trabalho que a mistura de glifosato + 2,4-D + óleo mineral (Joint Oil®) promoveu um melhor espalhamento das gotas na face adaxial das folhas de buva (*Conyza canadensis*). Cologni et al. (2018) verificaram que para a face abaxial de capim amargoso (*Digitaria insularis*), as soluções de glifosato + óleo mineral (0,6%) e glifosato + óleo vegetal (2,5%) proporcionaram 50,5 e 47,8% mais espalhamento comparado ao herbicida sem adjuvante. Desse modo, apesar das caldas com os adjuvantes Amphosol CDB-HP e Toximul apresentarem os menores valores de tensão superficial, deve-se levar em consideração a superfície foliar do alvo em questão, seja de soja (*Glycine max*), *U. ruziziensis* ou demais plantas daninhas pois pode ocorrer uma diferença de espalhamento e cobertura de acordo com os compostos cerosos de cada superfície foliar.

Assim como para os resultados de tensão superficial, os tratamentos tiveram um efeito significativo no valor do ângulo de contato da gota ($p < 0,001$). Entre as caldas com os herbicidas, a calda com glifosato + clorimuron etílico sem adjuvante, apresentou o maior valor de ângulo de contato (88,92°), seguido pelo tratamento com adjuvantes Stepan AG 2006 (82°) e Ammonyx LO BR (80,13°). Enquanto o tratamento com o menor ângulo de contato foi o com o adjuvante Toximul TAABS-5 (62,48°) (Figura 4).

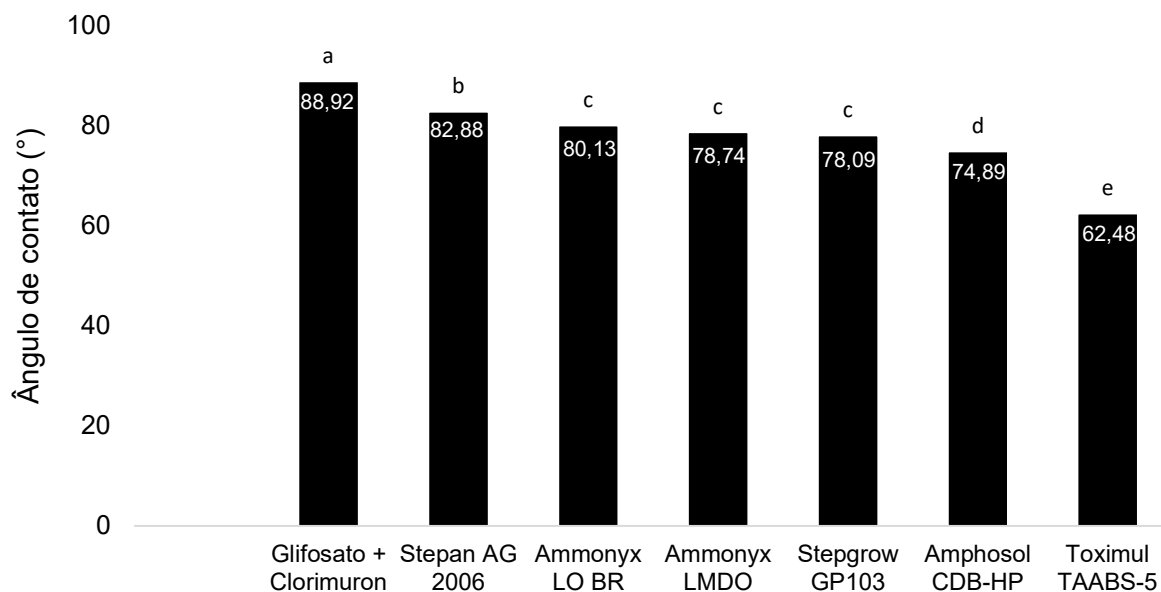


Figura 4 – Ângulo de contato das caldas associados aos respectivos adjuvantes analisados

O ângulo de contato influencia diretamente a distribuição da água ou da solução numa superfície, determinando seu molhamento. Segundo Iost (2008), existe uma forte relação entre a tensão superficial e o ângulo de contato das gotas. Em geral, quanto maior a tensão superficial, menor será o espalhamento da superfície e, assim, maior será o valor de ângulo de contato obtido. Isso pode ser observado, comparando os valores obtidos nas Figuras 3 e 4, sendo o Toximul TAABS-5 e Amphosol CDB-HP os menores valores apresentados de tensão superficial e, conseqüentemente, os menores valores de ângulo de contato. Segundo Tu e Randall (2003) e Antuniassi (2012), os surfactantes são substâncias que reduzem a tensão superficial, principalmente da água. Essa diferença pode ser, possivelmente, por dois motivos, sendo o primeiro por conta da sensibilidade do método utilizado, captando pequenas variações, e o segundo em consideração aos grupos químicos de cada adjuvante.

Com a diminuição da força de atração das moléculas do líquido, aumenta-se o espalhamento e, conseqüentemente, maior contato do líquido com a superfície vegetal. Contudo, mesmo que a calda apresente baixa tensão superficial e baixo ângulo de contato, o completo espalhamento da solução não é garantido uma vez que a interação com as superfícies das folhas pode apresentar comportamentos físico-químicos diferentes. Iost e Raetano (2010) observaram que a gota de água formada sobre folhas de diferentes plantas daninhas apresentava um ângulo de contato maior em relação a outras caldas aquosas somadas de adjuvantes. Uma gota de água sobre *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), por exemplo, apresentou um ângulo de contato de 78,4°, enquanto uma gota de água com o adjuvante LI-700 apresentou um ângulo de 68,0° na dose de 0,25% v v⁻¹ e um ângulo de 64,7° com o dobro da dose (0,5% v v⁻¹) (IOST; RAETANO, 2010). Nesse mesmo estudo, uma gota composta por água e o adjuvante Silwet L-77 apresentou ângulo de contato de 0° tanto na dose recomendada (0,1% v v⁻¹) quanto com o dobro da dose (0,2% v.v⁻¹) (IOST; RAETANO, 2010). Desse modo, possivelmente as caldas associadas aos diferentes adjuvantes avaliados no presente estudo podem obter um comportamento semelhante ao observado no estudo de Iost e Raetano (2010), variando de acordo com cada superfície foliar, idade da planta e estrutura vegetal analisada.

No presente estudo, notou-se que os dois adjuvantes que apresentaram menor tensão superficial e ângulo de contato foram o Amphosol CDB-HP e o Toximul TAABS-5. Desse modo, recomenda-se novos estudos com os

adjuvantes avaliados a fim de se avaliar a retenção de gotas em diferentes superfícies foliares.

5.2. Controle e matéria seca de *U. ruzizensis*

Não se observou diferenças significativas no controle de *U. ruzizensis* aos 7 DAA para os diferentes tratamentos ($p = 0,3977$). Na avaliação aos 7 DAA, observou-se um controle abaixo de 20% para os tratamentos Glifosato + Clorimuron etílico + Ammonyx LMDO (T3-U) e Glifosato + Clorimuron etílico + Ammonyx LOBR (T5-U). Não se observou controle para os tratamentos Glifosato + Clorimuron etílico + Toximul TAABS-5 (T4-U) e Glifosato + Clorimuron etílico (T2-U) a 7 DAA (Figura 5). Mesmo sem diferença significativa, tem-se um resultado importante quando pensamos em arranque da cultura, período de reentrada e fechamento de linha. Nota-se que a aplicação com o adjuvante Ammonyx LMDO, aos 7 DAA, teve um controle de aproximadamente 20%, e Ammonyx LO BR, 8%. Logo, diminui essa competição, favorecendo o desenvolvimento da cultura, tendo um possível maior tempo para reentrada, rápido fechamento de linha e corroborando com o controle dessa planta. Vale comentar que com baixa infestação, quem apresentaria uma rápida mortalidade das plantas seria o Ammonyx LMDO, ajudando no controle e favorecendo o crescimento da cultura sem nenhuma interferência de planta daninha.

Quando o glifosato é aplicado sobre as plantas, ocorre inicialmente uma rápida penetração, seguida por uma longa fase de absorção, sendo que a duração dessas fases depende de numerosos fatores, incluindo espécie, idade, condições ambientais e concentração do glifosato e surfatante (YAMADA;

CASTRO, 2007). Hess e Falk (1990) observaram que, independentemente da dose aplicada, a fitotoxicidade do glifosato aos 7 DAA foi baixa para *Brachiaria decumbens* e *B. ruziziensis*, possivelmente devido ao curto tempo para atividade completa da molécula no metabolismo das plantas. Além disso, a molécula do herbicida necessita de um tempo mínimo para ocorrer, na região clorofilada, sua ação. Desse modo, também se observou no presente trabalho que o controle de *U. ruziziensis* aos 7 DAA foi baixo.

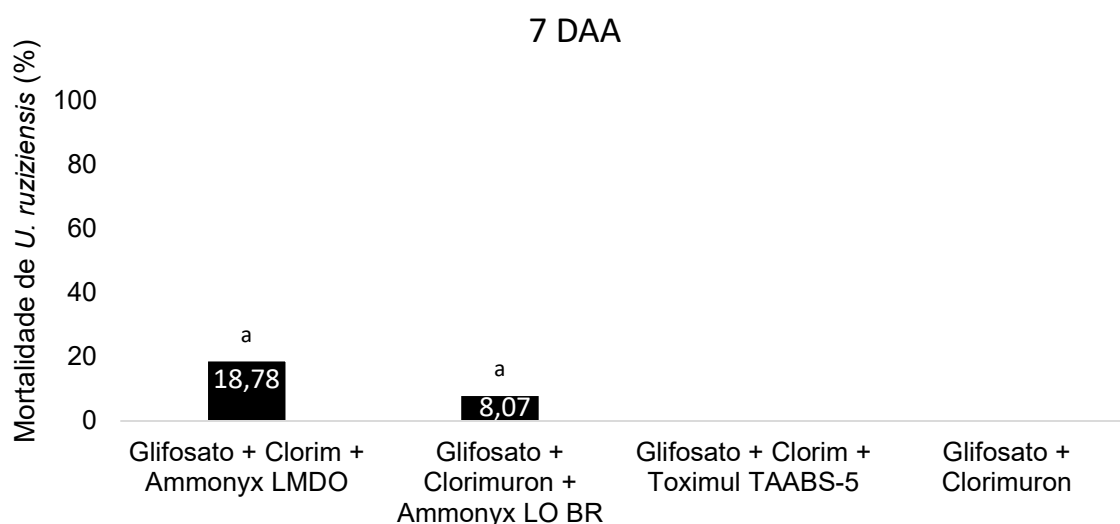


Figura 5 – Mortalidade de *U. ruziziensis* aos 7 dias após aplicação (DAA) com a mistura dos herbicidas glifosato + clorimuron etílico, associados sem e com adjuvantes nos vasos em casa de vegetação

Não se observou diferenças significativas no controle de *U. ruziziensis* aos 14 DAA para os diferentes tratamentos ($p = 0,4071$). Apesar de não serem significativos, observou-se controles em torno de 76% para Glifosato + Clorimuron etílico + Ammonyx LMDO (T3-U), Glifosato + Clorimuron etílico + Tomixul TAABS-5 (T4-U) e Glifosato + Clorimuron etílico + Ammonyx LO BR (T5-

U) e próximo de 50% para Glifosato + Clorimuron etílico (T2-U) (Figura 6). Assim como citado em 7 DAA, mesmo sem diferença, novamente os maiores índices de mortalidade estão para Ammonyx LMDO e LO BR, sendo que Toximul TAABS-5 e glifosato + clorimuron demorou 14 dias para demonstrar mortalidade de 76% e 56%. Isso a nível de campo, é um período de tempo muito importante pensando em plantas daninhas, muitos dias dá margem para uma grande competição com a nossa cultura de interesse, perdas na produtividade por busca de espaço, luz, nutrientes e novos fluxos de emergência de plântulas.

Almeida (2014) mostra que aos 10, 15 e 20 DAA houve diferença no controle da *U. ruziziensis* entre as diferentes concentrações de glifosato e condições meteorológicas. O estágio fenológico afeta a translocação e a atividade dos herbicidas nas plantas, sendo que plantas mais jovens são mais suscetíveis do que plantas mais velhas, por conta de possuírem uma maior quantidade de tecidos meristemáticos, em que se concentra o centro de atividade biológica da planta. Logo, os herbicidas que afetam os processos metabólicos, como inibidor da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) e inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS), tendem a ter uma maior eficiência em plantas mais jovens e menos em plantas mais velhas, pois estas apresentam mais tecidos diferenciados (DE OLIVEIRA JR; INOUE, 2011).

Como citado por Almeida (2014), possivelmente esse aumento de controle aos 14 DAA está relacionado às plantas mais jovens e ao tempo para ação dos herbicidas associados com adjuvantes, aumentando a taxa de controle.

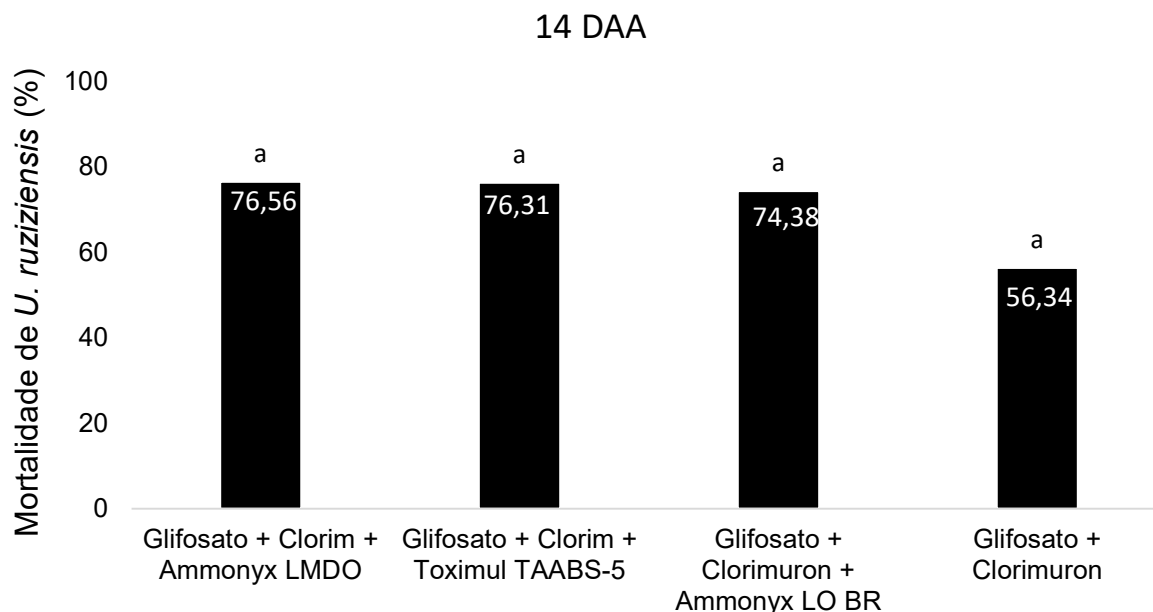


Figura 6 – Mortalidade de *U. ruziziensis* aos 14 DAA com a mistura dos herbicidas glifosato + clorimuron etílico, associados sem e com adjuvantes nos vasos em casa de vegetação.

Assim como a 7 e 14 DAA, também não se observou diferenças significativas no controle de *U. ruziziensis* aos 28 DAA para os diferentes tratamentos ($p = 0,8553$). Pode-se analisar que aos 28 DAA o controle foi próximo de 100% para todos os tratamentos (Figura 7). Almeida (2014) verificou que para diferentes concentrações de glifosato e diferentes épocas de aplicação, as porcentagens de controle aumentaram de forma exponencial, fato que pode ser explicado pela rápida penetração epicuticular e lenta absorção.

Notou-se que, mesmo sem diferenças, ao final de 28 DAA todos os tratamentos apresentaram resultados semelhantes. Porém, alguns apresentam um arranque inicial melhor, como Ammonyx LMDO e Ammonyx LO BR, auxiliando no manejo, uma vez que a janela de aplicação se encontra mais estreita a cada ano. Portanto, presume-se que esse ponto é muito importante

pensando em “timing de aplicação” e período de reentrada nas aplicações, quando necessário, pois o controle já começa a ser observado logo nos primeiros dias após aplicação, auxiliando na diminuição da competição com a cultura de interesse e no rápido desenvolvimento para fechamento de linha, corroborando com o controle.

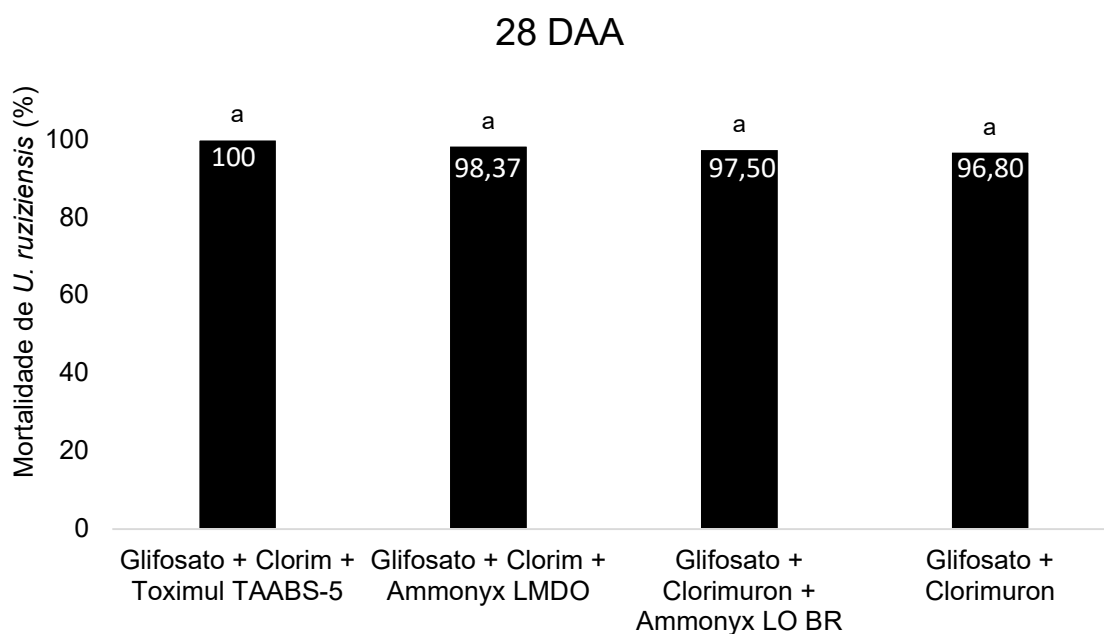


Figura 7 – Mortalidade de *U. ruziziensis* aos 28 dias após aplicação (DAA) com a mistura dos herbicidas glifosato + clorimuron etílico, associados sem e com adjuvantes nos vasos em casa de vegetação

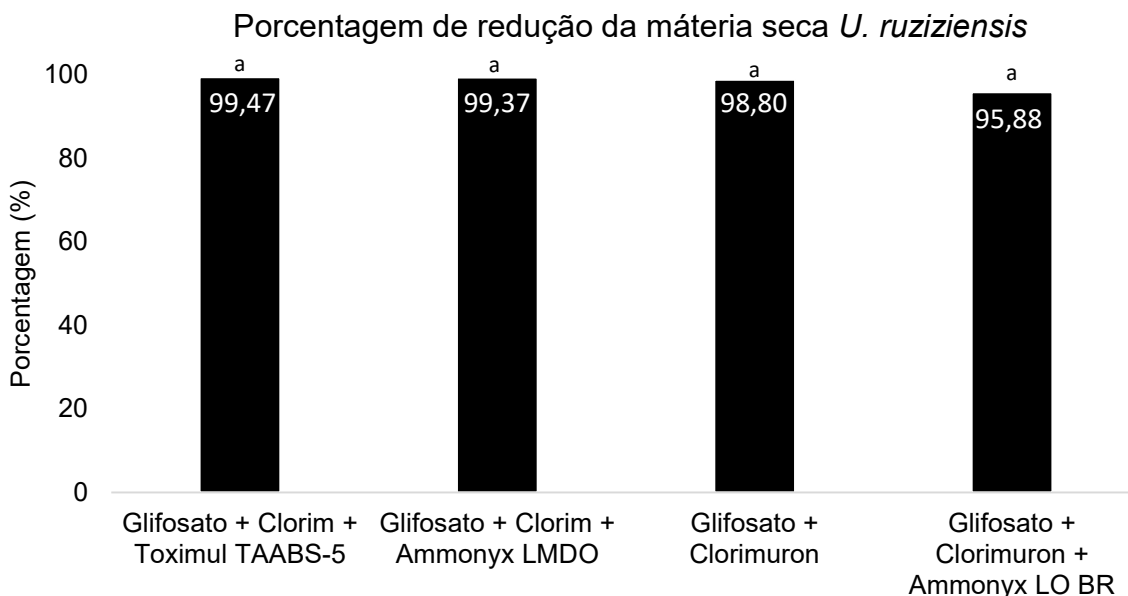


Figura 8 – Porcentagem de redução da matéria seca de *U. ruziziensis* com base na testemunha

Em relação aos resultados de matéria seca de *U. ruziziensis*, não se constatou diferenças significativas que afetaram a redução do peso de matéria seca da parte aérea da *U. ruziziensis* ($p = 0,6777$). Observa-se que o controle foi de 100% pelo fato de o herbicida glifosato apresentar um bom desempenho no controle dessa planta daninha, o que foi observado nos resultados de outros trabalhos citados e também observado no presente trabalho. Ikeda et al. (2019) utilizou diferentes doses de glifosato para controle de *U. ruziziensis* e notou que na dose de 45 g e. a. ha⁻¹ de glifosato obteve uma redução considerável na massa de matéria seca relativa, sendo essa redução maior quanto menos desenvolvida for a gramínea.

Portanto, aplicações com os herbicidas e adjuvantes analisados nesse trabalho devem ser recomendados nos estádios iniciais das plantas daninhas, em que as mesmas ainda apresentam tecidos meristemáticos em

desenvolvimento. Aplicações tardias, após o pleno desenvolvimento da planta daninha, tendem a reduzir a eficácia de controle dos herbicidas.

5.3. Controle e matéria seca de *B. pilosa*

Não se observou diferenças significativas no controle de *B. pilosa* aos 7 DAA para os diferentes tratamentos ($p = 0,4399$). Observou-se reduzido controle, abaixo de 21%, para todos os tratamentos de modo que a mistura de Glifosato + Clorimuron etílico + Amphosol CDB - HP (T5-B) apresentou controle de apenas 20,5%, a mistura de Glifosato + Clorimuron etílico + Stepgrow GP 103 (T4-B) teve um controle de 15,6%, o tratamento Glifosato + Clorimuron etílico + Stepan AG 2006 (T3-B) apresentou um controle de 15,4% e a calda de Glifosato + Clorimuron etílico (T2-B) um controle de 8,5% (Figura 5).

Mesmo sem resultados significativos, temos uma informação importante levando em consideração o controle inicial dessa espécie. Aos 7DAA, nota-se um controle de 20% para Amphosol CDB – HP e 15% aproximadamente para Stepgrow GP 103 e Stepan AG 2006, sendo que sem adjuvantes esse controle fica próximo de 8%. Esse rápido começo de controle contribui para o melhor desempenho e desenvolvimento da cultura, de soja por exemplo, um possível maior período de reentrada para realizar uma nova aplicação para controle, rápido fechamento de linha, impedindo a entrada de luz no baixeiro e ajudando no abafamento e controle da planta daninha. Ressalta-se que com uma baixa infestação, quem proporcionaria uma rápida mortalidade das plantas seria as misturas dos herbicidas associados aos adjuvantes Amphosol CDB – HP, seguido de Stepgrow GP 103 e Stepan AG 2006.

Segundo Claus (1987) o efeito do herbicida clorimuron etílico em plantas daninhas suscetíveis causa a paralisação do crescimento com posterior necrose inicial entre as nervuras centrais seguido de morte da planta. Esses mesmos sintomas foram observados na presente pesquisa, iniciando pós 7DAA, ficando evidente aos 14 DAA.

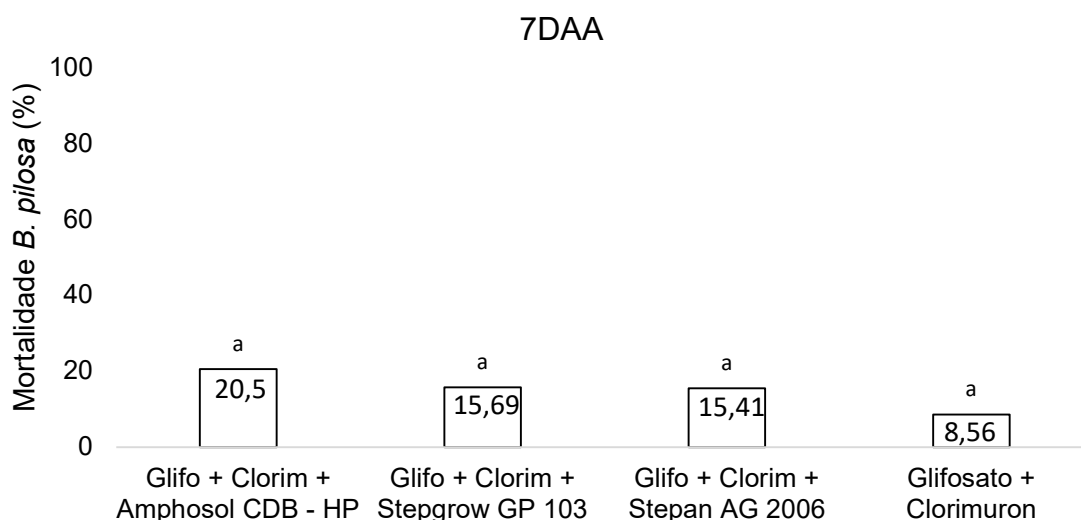


Figura 9 – Mortalidade de *B. pilosa* aos 7 dias após aplicação (DAA) com a mistura dos herbicidas glifosato + clorimuron etílico, associados sem e com adjuvantes nos vasos em casa de vegetação

Não se observou diferenças significativas no controle de *B. pilosa* aos 14 DAA para os diferentes tratamentos ($p = 0,5698$). Apesar de não significativos, observou-se níveis de controle em torno de 90% para T5-B e em torno de 85% para os demais tratamentos (Figura 10). Notou-se que para essa espécie o controle foi num tempo menor, comparado com *U. ruziziensis*, fato que pode ser explicado por conta do herbicida, no caso o clorimuron, apresentam um ótimo controle para picão-preto.

De acordo com Lorenzi (1991), os herbicidas clorimuron etílico e imazetapir (ALS) são recomendados para o controle desta planta daninha em pós-emergência precoce na cultura da soja, sendo largamente utilizados e apresentando controle adequado em populações não submetidas à pressão de seleção. Os sintomas da ação destes herbicidas são caracterizados pela clorose de folhas novas e a necrose de tecidos, o que ocorre entre sete e quatorze dias após a aplicação, apesar da interrupção no crescimento das plantas e a morte das regiões meristemáticas ocorrerem logo após a aplicação (RODRIGUES; ALMEDA, 2011). Oliveira Neto (2010) relata que a aplicação de glifosato em pós-emergência a 30 dias após semeadura foi eficiente no controle de picão preto a partir dos 15 DAA, com porcentagens de controle superior a 90% não diferindo entre si, do mesmo modo que observado no presente estudo.

O estágio fenológico afeta a translocação e a atividade dos herbicidas nas plantas, sendo que plantas mais jovens são mais suscetíveis do que plantas mais velhas por possuírem uma maior concentração de tecidos meristemáticos, que regulam a atividade biológica da planta. Logo, os herbicidas que afetam esses processos metabólicos, como os inibidores da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) e os inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), tendem a ter uma maior eficiência em plantas mais jovens pela presença de mais tecidos diferenciados (DE OLIVEIRA JR; INOUE, 2011).

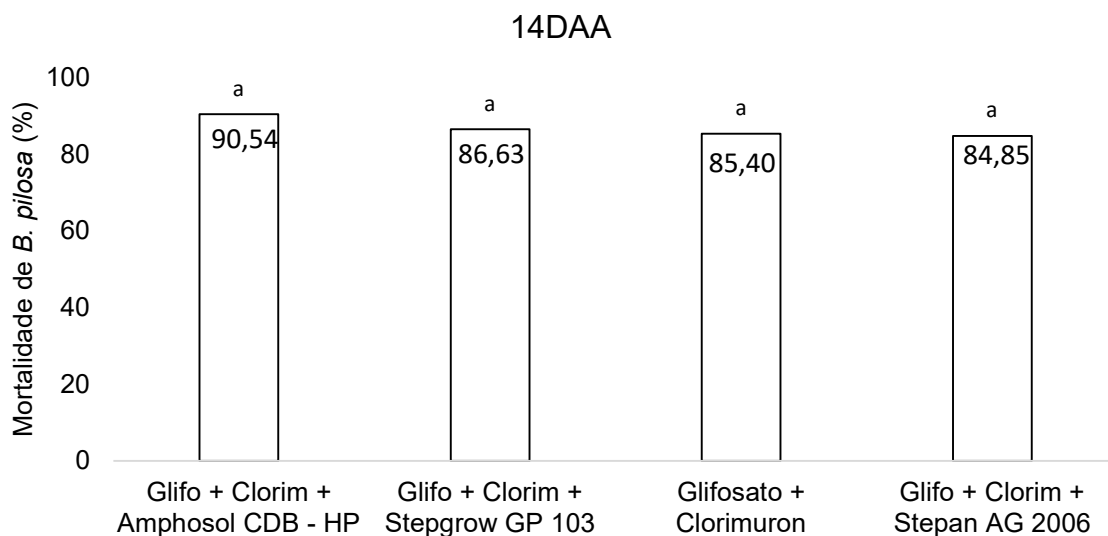


Figura 10 - Mortalidade de *B. pilosa* aos 14 DAA com a mistura dos herbicidas glifosato +clorimuron etílico, associados sem e com adjuvantes nos vasos em casa de vegetação

Não se observou diferenças significativas no controle de *B. pilosa* aos 28 DAA para os diferentes tratamentos ($p = 0,9159$). O controle foi praticamente total (100%) para todos os tratamentos. Oliveira Neto (2010) realizou uma associação de semeadura da aveia após o manejo de inverno com os herbicidas glifosato + 2,4-D e posteriormente com o manejo de verão com glifosato + 2,4-D + diclosulam e apresentou o melhor controle residual de *B. pilosa*. Carvalho et al. (2003) em seu trabalho tiveram resultados semelhantes, em que os tratamentos clorimuron etílico + glifosato (10 g + 720 g e 10 g + 960 g ha⁻¹) foram eficientes no controle de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e *B. pilosa*, proporcionando controle acima de 86% e 93%, respectivamente aos 45 DAA. Mostra-se evidente que esses produtos demoram um período maior para ocorrer a metabolização pelas plantas e efetuar seu devido controle.

Logo, reforça-se o controle dessa espécie nos estádios iniciais de desenvolvimento, onde nota-se um controle mais eficiente por conta de seus tecidos meristemáticos não estarem totalmente desenvolvidos.

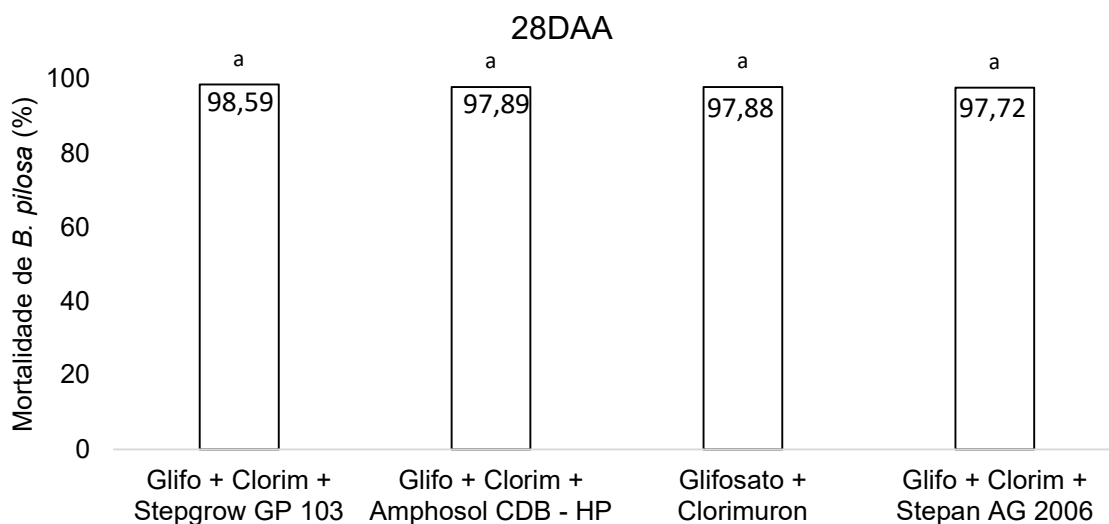


Figura 11 - Mortalidade de *B. pilosa* aos 28 DAA com a mistura dos herbicidas glifosato + clorimuron etílico, associados com e sem adjuvantes em vasos na casa de vegetação

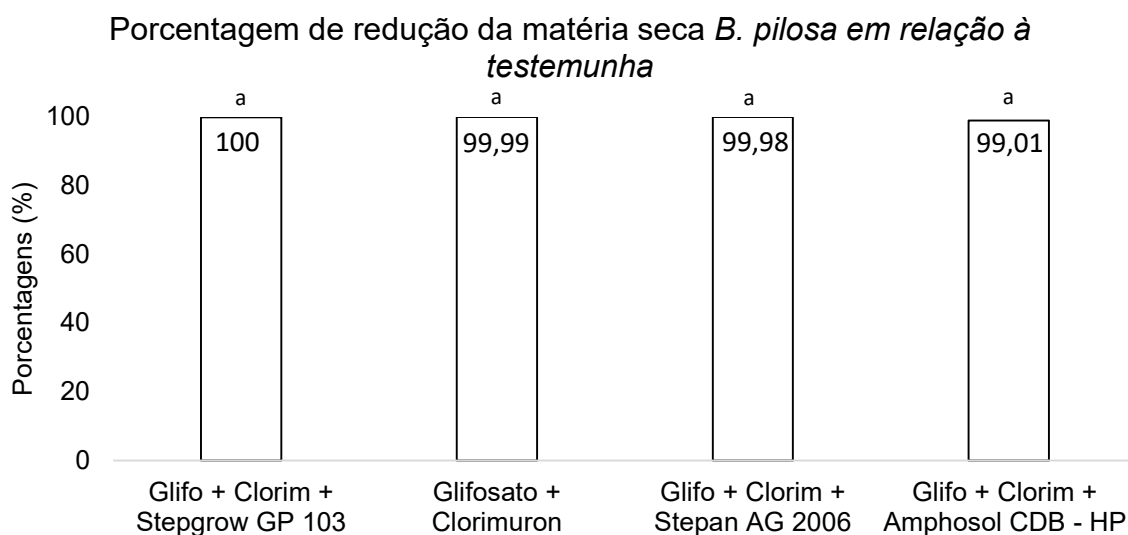


Figura 12 – Porcentagem de redução da matéria seca de *B. pilosa* com base na testemunha

Para os resultados de redução da matéria seca da parte aérea de *B. pilosa*, não se observou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0,7878$). Notou-se que o controle foi de 100% para todos os tratamentos (Figura 12). Resultados semelhantes são citados por Marchi et al. (2013) utilizando os mesmos herbicidas no controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), mostrando controles efetivos com consideráveis reduções de biomassa seca das plantas em altas infestações de lavoura de soja RR, variando entre 70 e 87% da redução total, sem que ocorra perda significativa na produtividade. Logo, esses resultados semelhantes confirmam as altas porcentagens de controle da *B. pilosa* associados aos herbicidas observados neste presente trabalho.

Levando em consideração a aplicação na casa de vegetação, não houve a necessidade de recomendação dos adjuvantes. Porém, numa situação de campo, há variáveis como as condições atmosféricas, fertilidade do solo e estádios da cultura e de plantas daninhas diferentes, que requerem adequação da regulagem do equipamento de aplicação. Neste caso, já foi constatado que a adição de adjuvantes na calda de pulverização aumenta o controle de organismos nocivos (fungos, bactérias e plantas daninhas) em média 6,45%, conforme metanálise de publicações referentes à estudos sobre este tema (OLIVEIRA; CANTERI; SAAB, 2016).

Esses resultados e informações são valiosos quando se considera o PAI (Período Anterior a Interferência) e, principalmente, o PTPI (Período Total de Prevenção à Interferência), pois logo aos 7 DAA começa o controle das espécies de plantas daninhas, sendo muito importante esse período para o produtor, dada a janela de aplicação e competição com a cultura de interesse e período de

reentrada. Ainda sobre esse período, para *B.pilosa*, aos 14 DAA, praticamente todas as plantas já estavam controladas, informação valiosa pensando num rápido controle e associando com a janela estreita para as aplicações. Considerando num período maior, todos os tratamentos com ou sem adjuvantes resultaram em controle efetivo (>96%) de ambas as plantas daninhas aos 28 DAA e na redução da matéria seca.

6. CONCLUSÃO

Realizou a análise de correlação e verificou-se que os resultados de tensão superficial e ângulo de contato indicam que os adjuvantes com os melhores potenciais de espalhamento e molhamento foliar foram Amphosol CDP-HP e Toximul TAABS-5 quando associados a calda com glifosato + clorimuron etílico.

Com base nos resultados, conclui-se que não houve diferenças no controle de *B. pilosa* e *U. ruziziensis* para os tratamentos compostos por glifosato + clorimuron etílico com ou sem adjuvantes.

Houve diferenças no período de controle, principalmente aos 7 DAA, sendo que para *U. ruziziensis*, aos 7 DAA, a mistura de herbicidas com o adjuvante Ammonyx LMDO apresentou ação mais rápida (20% de efeito) que os demais, seguido do adjuvante Ammonyx LO BR (8% de efeito). Os demais não apresentaram efeito visual nesta avaliação. O aumento dos efeitos foi progressivo nas avaliações, sendo mais significativos dos 14 DAA em diante. Para *B. pilosa*, as misturas de herbicidas resultaram em efeitos mais iniciais (7 DAA) nas caldas com o Amphosol CDB – HP (20% de efeito), Stepgrow GP 103 (16% de efeito), Stepan AG 2006 (15% de efeito) e as misturas sem adjuvantes (8% de efeito), aumentando rapidamente apenas aos 14 DAA, com as plantas praticamente todas mortas nesta data.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. P. TIMOSSI, P.C.; LIMA, S.F.; SILVA, U.R.; REIS, E.F. Droplets size categories and application volumes in burndown of plant covers. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 1, p. 73-82, 2015.

ALMEIDA, D. P.; TIMOSSI, P.C.; LIMA, S.F.; SILVA, U.R.; REIS, E.F. Condições atmosféricas e volumes de aplicação na dessecação de *Urochloa ruziziensis* e vegetação espontânea. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 3, p. 245-251, 2014.

ALMEIDA, Dieimisson Paulo. **Volumes de aplicação reduzidos e concentrações de glyphosate na calda em condições meteorológicas distintas para dessecação de cobertura vegetal em sistema de plantio direto**. UNESP: Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal, 2018. Tese de doutorado. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/153903>>. Acessado em: 22/07/2021.

ANTUNIASSI, U. R. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In: V Congresso Brasileiro de Algodão, 2005, Salvador. **Anais... V Congresso Brasileiro de Algodão, 2005**, p.1 - 6.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G. V. et al. (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. cap. 16, p. 113-139.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância em Saúde, c2021. Monografia de Agrotóxicos em vigência. Disponível em

<<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNzMxZGU0Y2QtZGVIOS00MWM3LTljOWMtMzI3NjM0ZWl3MmQ2liwidCI6ImI2N2FmMjNmLWMzZjMtNGQzNS04MG M3LWI3MDg1ZjVIZGQ4MSJ9>>. Acesso em: 30 de jun. de 2021.

AREVALO, R.A.; BLANCO, H.G.; IGUE, T. Influência da convivência de picão-preto (*Bidens pilosa*) com plantas de soja. II-Efeito de diferentes densidades populacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18., Brasília, 1991. **Resumos**. Campinas: Instituto Biológico, 1991. p.23.

AZEVEDO, L.A.S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. Campinas, SP: Emopi Gráfica, 2001. 230 p

BARNES, J. P.; PUTNAM, A. R. Rye residues contribute weed suppression in no-tillage cropping systems. **Chem. Ecol.**, v. 9, n. 8, p. 1045-1057, 1983.

BELTRÃO, NE de M.; MELHORANÇA, André Luiz. Plantas daninhas: importância e controle. **Embrapa Agropecuária Oeste-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 1998.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M. Produtividade do feijoeiro irrigado devido a reguladores de crescimento e culturas antecessoras de cobertura. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 371-375, 2010.

Bull, D., & Hathaway, D. (1986). Pragas e venenos; agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo. In Pragas e venenos; agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo. Vozes.

BUTLER ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. **The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles.** *Crop Protection, Guildford*, v. 16, n. 1, 1997.

CARNEIRO, R. M. D. G. et al. Identificação de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e em plantas invasoras, em solo argiloso, no Estado do Paraná. *Nematol. Bras.*, v. 30, n. 3, p. 293-298, 2006.

CARVALHO, FT de et al. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, v. 21, p. 145-150, 2003.

CHOU, C. H.; PATRICK, Z. A. Identification and phytotoxic activity of compounds produced during decomposition of corn and rye residues in soil. **J. Chem. Ecol.**, v. 2, n. 3, p. 369-387, 1976.

CLAUS, Jon S. Chlorimuron-ethyl (Classic)[®]: a new broadleaf postemergence herbicide in soybean. **Weed Technology**, v. 1, n. 1, p. 114-115, 1987.

COLOGNI SALVALAGGIO, A.; VILANOVA DA COSTA, N.; CAZZO, V. N.; CONRADI JUNIOR, 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**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 60–64, 2018. DOI: 10.32404/rean.v5i3.1721. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1721>. Acesso em: 21 jan. 2022.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; SILVA, A. F; GALON, L.; FERREIRA, E., A.; ASPIAZÚ, I. Ciência das plantas daninhas: Histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: Monqueiro, P.A. Aspectos Da Biologia E Manejo Das Plantas Daninhas, Editora Rimas, São Carlos-SP, p.15-28, 2014

COOPER, J.; HANS, D. The benefits of pesticides to mankind and the environment. Science Direct, 2007. Disponível em <file:///C:/Users/User/Downloads/Jerry%20Cooper%20-%202007.pdf>. Acesso em 02 de jul. de 2021.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C V S; CORRÊA, MARCELO R; NEGRISOLI, E; FIORINI, M. V.; SIONO, L. M. Adjuvantes na deriva de 2,4-D + glyphosate em condições de campo. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3 p. 387-392, 2014.

COSTA, N. V.; MODOLON, T. A.; PISATTO, M.; BROETTO, L.; JUNIOR, E. M. Tensão superficial e área de espalhamento de gotas de soluções com herbicidas e adjuvantes em folhas de *Conyza canadensis*. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 161–170, 2014. DOI: 10.18188/sap.v13i2.7791. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/7791>. Acesso em: 21 jan. 2022.

Creech CF, Moraes JG, Henry RS, Luck JD, Kruger GR (2016) The Impact of Spray Droplet Size on the Efficacy of 2,4-D, Atrazine, ChlorimuronMethyl, Dicamba, Glufosinate, and Saflufenacil. *Weed Technol* 30 (2): 573-586.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulica utilizando a técnica da difração do raio laser. **Eng. Agríc.**, v. 27, p. 10-15, 2007.

Da Mata, J. S., & Ferreira, R. L. (2013). Agrotóxico no Brasil: uso e impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Pública. **BIOLOGIA**, 5, 06.

DE OLIVEIRA JR, Rubem Silvério; INOUE, Miriam Hiroko. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, p. 243, 2011.

DECARO JUNIOR, S. T. et al. Efeito do uso de adjuvantes na tensão superficial e no ângulo de contato de gotas sobre folhas de ipomoea nil e merremia aegyptia. In: **Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 3., 2015, Águas de Lindóia. Anais... São Paulo, SP: UNESP, 2015. 1 CD-ROM., 2015

FARINELLI, R. et al. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro, em plantio direto e convencional. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 41, n. 2, p. 307-312, 2006.

FERREIRA, M. C. Aplicação de produtos fitossanitários e calibração de pulverizadores para a cultura dos citros. In: ANDRADE, D. J.; MARTINELLI, N. M.; FERREIRA, M. C. (Ed.). **Aspectos da fitossanidade em citros. Jaboticabal**: Cultura Acadêmica, 2014. cap. 9, p. 245 – 265.

FERREIRA, M. C. et al. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picãopreto e alface. **Ci. Agrotec.**, v. 31, n. 4, p. 1054-1060, 2007.

FERREIRA, M. C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 1 ed. Piracicaba, SP: Prol Editora Gráfica, 2006. cap. 17, p. 293-303.

FERREIRA, M.C.; LASMAR, O.; DECARO JUNIOR, S. T.; NEVES, S. S.; AZEVEDO L. H. Qualidade da aplicação de inseticida em amendoim (*Arachis hypogaea* L.), com e sem adjuvantes na calda, sob chuva simulada. **Biosciense Journal**, v. 29, Supplement 1, p. 1431-1440, 2013.

FERREIRA, M.C.; LEITE, G.J.; LASMAR, O.; CAMPOS, H.B.N. Deposição de calda inseticida com e sem óleo vegetal sobre mudas de citros em função de chuva artificial. In: II CONBRAAF - Congresso Brasileiro de Fitossanidade, 2013, Jaboticabal - SP. Anais do II CONBRAAF - Congresso Brasileiro de Fitossanidade, 2013. v. 2. p. 722-725.

FORTES, Cesar Tiago; BASSO, Felipe José Menin; GALON, Leandro; AGAZZI, Luciane Renata; NONEMACHER, Felipe; CONCENÇO, Germani. 2017. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. V. 12 n. 2. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. pp.185-193.

FRANCESCHETTI, Milena Barreta; ROSSETTO, Emanuel Rodrigo de Oliveira; SANTIN, Carlos Orestes; PERIN, Gismael Francisco. 2018. **Período de Interferência de plantas daninhas na cultura da soja**. [online]. In. VIII Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica. Realeza, 2018. Realeza: Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Realeza. [acessado em 23/06/2020].

Disponível em: <
<https://portaleventos.uffrs.edu.br/index.php/JORNADA/article/view/8650>>.

GREEN, J.M.; HAZEN, J.L. Understanding and using adjuvants properties to enhance pesticide activity. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMISTS, 5., 1998, Tennessee. Proceedings... Memphis: ISAA, 1998. p.25-36.

HESS, F. Dan. Surfactants and additives. In: **Proceedings of the California Weed Science Society**. 1999. p. 156-172.

Hess, FD & Falk, RH 1990, 'Herbicide deposition on leaf surfaces', Weed Science, vol. 38, no. 3, pp. 280-288.

HRAC. Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas: International Survey of Herbicide Resistant weeds. [S. l.], 2021. Disponível em: <http://www.weedscience.com/Summary/CountrySummary.aspx>. Acesso em: 26 set. 2021.

IBAMA. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. Brasília, 2016. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#historicodecomercializacao>>. Acesso em: 05/09/2021.

Ikeda, Fernanda & Marchi, Giuliano & Marchão, Robélio & Filho, Ricardo. (2019). DOSES REDUZIDAS DE GLYPHOSATE EM TRÊS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DE *Urochloa ruzizensis* (R. Germ. & C.M. Evrard) Morrone & Zuloaga.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE, c2021. LSPA: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados>>. Acesso em 30 de jun. de 2021.

IOST, C. A. R. Efeito de adjuvantes nas propriedades físico-químicas da água e na redução de deriva e pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas. 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.670-680, 2010.

KISSMANN, C. G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. São Paulo: BASF Brasileira. 1992. 798 p. t. II

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Palestras e mesas redondas... Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. IN: GUEDES, J.V.C. & DORNELLES, S. B. (Org). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

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

KRZYZANIAK, F. et al. Populações de picão-preto (*Bidens subalternans*) resistente ao glyphosate são encontradas no Paraguai. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

LO, C.C.; HOPKINSON, M. Influence of adjuvants on droplet spreading. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 14., 1995, Melbourne. Proceedings... Rotorua: New Zealand Forest Research Institute, 1995. p.144-149. (FRI Bulletin, 193).

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p

LORENZI, H.J. Plantas daninhas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1991. 440p. 1991.

LUZ, José Aurélio Medeiros da; LIMA, Rosa Malena Fernandes. Medida da tensão superficial, 2007.p.473-488.

MACIEL, C. D. de G. Métodos de controles de plantas daninhas. In: Monqueiro, P. A. Aspectos Da Biologia E Manejo Das Plantas Daninhas, Editora Rimas, São CarlosSP, p.15-28, 2014.

MACIEL, Cleber Daniel de Goes; MORAES, David Willians; BALAN, Marcelo Gonçalves. Associação de adjuvantes com herbicidas na dessecação e no controle em pós-emergência de plantas daninhas na cultura do trigo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 243-256, dez. 2011. ISSN 2236-

1065. Disponível em:
<<http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/133>>. Acesso em: 27
set. 2021. doi:<https://doi.org/10.7824/rbh.v10i3.133>.

MARCHI, Sidnei Roberto et al. Associações entre glifosato e herbicidas pós-emergentes para o controle de trapoeraba em soja RR®. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 23-30, 2013.

MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas., 1990. **Jaboticabal: Funep**.

MELO, A. A. **Efeito de adjuvantes associados a inseticidas no controle de lagartas e percevejos da soja**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 60p. Tese de Doutorado. Dissertação Mestrado. Disponível em:<http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4918. Acessado em: 22/07/2021.

MENDONÇA, C.G. Efeito de óleos minerais e vegetais nas propriedades físico-químicas das caldas de pulverização e suas interações com superfícies foliares. 2003. 96 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

MENEGASSO, Gustavo Dias; SCHWEIG, Luis Augusto; DE OLIVEIRA LOURENÇO, Edneia Santos. CONTROLE QUÍMICO DE DIGITARIA INSULARIS COM HERBICIDA COMBINADO A DIFERENTES ADJUVANTES. **Revista Faz Ciência**, v. 20, n. 32, p. 116.

MILLER, P. C. H.; ELLIS, MC Butler. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop protection**, v. 19, n. 8-10, p. 609-615, 2000.

MOITA NETO, J.M. Molhamento e ângulo de contato. março de 2006. Teresina: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí. Disponível em: <http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/documentos/Molhamento.PDF> >. Acesso em: 03/06/2022. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO): disponível em: <http://www.fao.org/corp/publications>. Acesso em 03/06/2022

MONTÓRIO, G.A. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. 2001. 72 f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

NUNES, U. R. et al. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA NETO, A. M. et al. Estratégias de manejo de inverno e verão visando ao controle de *Conyza bonariensis* e *Bidens pilosa*. **Planta Daninha**, v. 28, p. 1107-1116, 2010.

OLIVEIRA, Gustavo Migliorini de; CANTERI, Marcelo Giovanetti; SAAB, Otavio Jorge Grigoli Abi. Metanálise de trabalhos científicos relacionados à técnicas de aplicação de produtos fitossanitários-assistência de ar e adjuvantes. **Ciência Rural**, v. 46, n. 12, p. 2122-2128, 2016.

OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)–

49 Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

PERIN, A. et al. Sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Sci. Agric.**, v. 63, n. 5 p. 453-459, 2006.

PITELLI, R.A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Piracicaba, 1986. IPEF - Série Téc., v.4, n.12, p.25-35, 1987.

RIZZARDI, Mauro Antônio et al. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guaxuma. **Ciência Rural**, v. 33, p. 621-627, 2003.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas. 6.ed. Londrina, 2011. 667p.

ROSOLEM, C. A. et al. Nitrogen Immobilization by Congo Grass Roots Impairs Cotton Initial Growth. **J. Agri. Sci.**, v. 4, n. 9, p. 126-136, 2012.

SEIFFERT, Nelson Frederico. **Gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria**. Campo Grande^ eMS MS: Embrapa-CNPGC, 1980.

SINDIVEG. Mercado Total de Defensivos Agrícolas por Produto Aplicado. SINDIVEG, São Paulo, 2020. Disponível em: < <https://sindiveg.org.br/mercado-total/> >. Acesso em: 20 set. 2021.

SUN, J.; FOY, C.L. Phisico-chemical properties of several commercial organosilicones their blends, and selected other adjuvants. In: NALEWAJA, J.D.; GROSS, G.R.; TANN, R.S. (Ed.). Pesticide formulations and application systems.

West Conshohocken: American Society for Testing and Materials, 1998. v.18, p.281-293.

Terra, F. H. B., & Pelaez, V. (2009). A história da indústria de agrotóxicos no Brasil: das primeiras fábricas na década de 1940 aos anos 2000. In Anais do 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural

THOMAZINI, Guilherme et al. Mapeamento de plantas daninhas resistentes a herbicidas no Paraguai. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade**. 2019.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. **Weed control methods handbook**: tools and techniques for use in natural areas. Davis: TNC, 2003. p. 1-24.

VECHIA, Della; FRANCIOSI, Jaqueline. Interação entre produtos fitossanitários no manejo de *Brevipalpus yothersi* e *Diaphorina citri* na cultura dos citros. 2017.

WODAGENEH, A.; MATTHEWS, G. A. The addition of oil to pesticide sprays—effect on droplet size. **International Journal of Pest Management**, v. 27, n. 1, p. 121-124, 1981.

YAMADA, Tsuioshi; CASTRO, PR de C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas. **Informações Agrônômicas**, v. 119, p. 1-32, 2007

APÊNDICES

APÊNDICE A – Condições atmosféricas da primeira safra no momento da aplicação dos herbicidas

Espécies	Tratamentos	Hora	T (°C)	UR (%)	Veloc. (m/s)
<i>Bidens pilosa</i>	T2	09h31min	22,4	62	0,3
	T3	09h40min	24,5	57	0,1
	T4	09h45min	25,5	57	0,1
	T5	09h51min	25,4	57	0,1
<i>Urochloa ruziziensis</i>	T2	9h33min	23,3	62	0,3
	T3	10h00min	25,1	57	0,1
	T4	10h05min	25,3	58	0,2
	T5	10h10min	25,3	57	0,1

**APÊNDICE B – Condições atmosféricas da segunda safra no momento
da aplicação dos herbicidas**

Espécies	Tratamentos	Hora	T (°C)	UR (%)	Veloc. (m/s)
<i>Bidens pilosa</i>	T2	16h57min	30,1	48	1
	T3	17h07min	28,1	48	0,3
	T4	17h12min	28,2	54	0,5
	T5	17h71min	27,9	54	1,2
<i>Urochloa ruziziensis</i>	T2	17h00min	29,6	49	0,3
	T3	17h22min	27,8	54	0,5
	T4	17h29min	27,3	54	0,9
	T5	17h33min	27	55	1

**APÊNDICE C – Imagem *U. ruziziensis* aos 7, 14 e 28 DAA dos herbicidas
em casa de vegetação**



APÊNDICE D – Imagem *U. ruzizensis* na balança de precisão antes da secagem



APÊNDICE E – Imagem *U. ruziziensis* na balança de precisão após a secagem



APÊNDICE F – Imagem *B. pilosa* aos 7, 14 e 28 DAA dos herbicidas em casa de vegetação



APÊNDICE G – Imagem *B. pilosa* na balança de precisão antes da secagem



APÊNDICE H – Imagem *B. pilosa* na balança de precisão após secagem.

