

2019-11-22

Armazenamento de misturas de herbicidas nas características físico-químicas e no controle de plantas daninhas

Ferreira, Luiz Augusto Inojosa

Universidade Estadual do Norte do Paraná

FERREIRA, Luiz Augusto Inojosa. Armazenamento de misturas de herbicidas nas características físico-químicas e no controle de plantas daninhas. Orientador: Rone Batista de Oliveira. 2019. 44 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2019.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/514>

Baixado de Repositório Institucional UENP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LUIZ AUGUSTO INOJOSA FERREIRA

**ARMAZENAMENTO DE MISTURAS DE HERBICIDAS NAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2019

LUIZ AUGUSTO INOJOSA FERREIRA

**ARMAZENAMENTO DE MISTURAS DE HERBICIDAS NAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2019

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

F383a Ferreira, Luiz Augusto Inojosa
Armazenamento de misturas de herbicidas nas características físico-químicas e no controle de plantas daninhas / Luiz Augusto Inojosa Ferreira; orientador Rone Batista de Oliveira - Bandeirantes, 2019.
44 p.

Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia, 2019.

1. Amaranthus retroflexus. 2. Commelina benghalensis. 3. Glycine max. 4. Mistura em tanque . 5. Sorghum halepense. I. Batista de Oliveira, Rone, orient. II. Título.

LUIZ AUGUSTO INOJOSA FERREIRA

**ARMAZENAMENTO DE MISTURAS DE HERBICIDAS NAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em
Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do
Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 22/11/2019

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira	UENP
Prof. Dr. Jethro Barros Osipe	UENP
Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima	UFES
Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo	UENP
Prof. Dr. Eurípedes Bonfim Rodrigues	UENP

Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira
Orientador
Universidade Estadual do Norte do
Paraná, *Campus* Luiz Mengehel

DEDICATÓRIA

À minha avó materna, Janira Inojosa “In memoriam”, por ser meu exemplo de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Mãe Rainha e Vencedora Três Vezes Admirável de Schoenstatt por abençoarem e iluminarem toda minha trajetória. Agradeço também pelas oportunidades e graças concedidas.

Aos meus pais, Luiz Dalberto da Silva Ferreira e Sonia Maria Inojosa da Silva Ferreira, por todo apoio, dedicação e incentivo dados para minha formação acadêmica e pessoal. Agradeço também por serem exemplos de pessoas para mim, mostrando a importância da humildade, do caráter e do respeito.

As minhas irmãs, Danielle Inojosa Ferreira e Gabrielle Inojosa Ferreira, que estão presentes em todas as etapas da minha vida e me motivam a ser melhor a cada dia.

À minha namorada, Gabriela da Silva Pereira, por todo carinho, amor e preocupação. Por dividir comigo cada momento e fazer com que tudo ficasse mais fácil. Tenho muito orgulho da nossa relação.

As minhas amigas, Laís Maria Bonadio Precipito e Izabela da Silva Milo, por compartilharem comigo todos os momentos durante esses dois anos. Obrigado por tudo que fizeram e fazem por mim. O respeito, amor e a admiração que tenho por vocês é enorme, levarei isso por toda a minha vida.

À toda a equipe do NITEC, sem vocês nada disso seria possível. Agradeço por estarem presentes durante a execução de cada experimento e por aprender muito com cada um de vocês.

Ao meu orientador, Professor Dr. Rone Batista de Oliveira, por todas as oportunidades, dicas e incentivos oferecidos. Durante esse período a minha evolução pessoal e profissional se deve aos seus ensinamentos. Levo seu caráter como exemplo para minha vida.

A todos os professores e funcionários da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

FERREIRA, Luiz Augusto Inojosa. **Armazenamento de misturas de herbicidas nas características físico-químicas e no controle de plantas daninhas**. 2019. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2019.

RESUMO

Com esta pesquisa, objetivou-se avaliar o efeito do tempo de armazenamento de duas misturas de herbicidas pós emergentes nas características físicas e químicas das caldas de pulverização e na eficiência de controle de plantas daninhas. Em três ambientes, foram realizados experimentos utilizando plantas daninhas e plantas de soja sensíveis aos herbicidas. O primeiro experimento foi realizado com as espécies *Amaranthus retroflexus*, *Commelina benghalensis* e *Sorghum halepense*, utilizando a mistura de glyphosate + 2,4-D + óleo vegetal, o segundo, com *Chloris polydactyla* utilizando a mistura de glyphosate + clethodim + óleo mineral e o terceiro com *Glycine max* (L.) com a mistura de glyphosate + 2,4-D + óleo vegetal, todas submetidas a cinco períodos de armazenamento (no momento do preparo, 1, 2, 4 e 8 dias após o preparo). As caldas foram preparadas em galões plásticos (50 L) selados, armazenados no laboratório em temperatura ambiente e agitados manualmente uma vez ao dia. Nos experimentos 1 e 2 as avaliações visuais de controle foram realizadas aos 7, 14, 28, e 42 dias após a aplicação (DAA) e no experimento 3 aos 3, 7, 10 e 21 DAA, devido a sensibilidade da espécie, todas as avaliações realizadas por dois avaliadores, sem o conhecimento prévio de cada tratamento. Para as duas misturas foi determinado avaliações de tensão superficial, densidade e pH. Para o experimento 1, aos 42 DAA, as notas médias de controle em todos os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, atingindo valores satisfatórios (> 80%) para as espécies *A. retroflexus* e *S. halepense*. No experimento 2, aos 42 DAA não houve efeito do armazenamento das caldas no controle de *C. polydactyla*, que permaneceu abaixo de 80% para todos os tratamentos. Aos 21 DAA, no experimento 3, todos os tratamentos apresentaram controle próximo a 100% para as plantas de soja. As variações no controle das espécies estão relacionadas com o tempo de avaliação após aplicação das caldas. Não houve alteração das características físicas e químicas (tensão superficial, densidade e pH) para as duas misturas, independente do período de armazenamento. Com esses resultados, conclui-se que o armazenamento das caldas de glyphosate + 2,4-D e glyphosate + clethodim por até 8 dias, pode ser uma estratégia quando as condições agrometeorológicas para aplicação não são adequadas.

Palavras-chave: *Amaranthus retroflexus*. *Commelina benghalensis*. *Glycine max*. Mistura em tanque. *Sorghum halepense*.

FERREIRA, Luiz Augusto Inojosa. **Storage of herbicides mix in physico-chemical characteristics and in control weeds.** 2019. (Dissertation) Master's degree in Agronomy – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2019.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the storage time of two post emergent herbicide mixtures on the physical and chemical characteristics of the spray solution and on the weed control efficiency. In three environments, experiments were carried out using weeds and soybean plants sensitive to herbicides. The first experiment was carried out with the species *Amaranthus retroflexus*, *Commelina benghalensis* and *Sorghum halepense*, using the mixture of glyphosate + 2,4-D + vegetable oil, the second with *Chloris polydactyla* using the mixture of glyphosate + clethodim + mineral oil and the third with *Glycine max* (L.) with the mixture of glyphosate + 2,4-D + vegetable oil, all submitted to five storage periods (at the time of preparation, 1, 2, 4 and 8 days after preparation). The spray solution were prepared in plastic (50 L) sealed gallons, stored in the laboratory at room temperature and shaken manually once a day. In experiments 1 and 2 the visual evaluations of control were performed at 7, 14, 28, and 42 days after application (DAA) and in experiment 3 at 3, 7, 10 and 21 DAA, due to sensitivity of the species. In both cases, performed by two evaluators, without previous knowledge of each treatment. The two mixtures used in the experiments were prepared in volumetric flasks for the evaluation of surface tension, density and pH. For the experiment 1, at 42 DAA, mean control scores in all treatments did not show significant differences, reaching satisfactory values (> 80%) for *A. retroflexus* and *S. halepense* species. In Experiment 2, at 42 DAA, there was no effect of storage of the spray solution on the control of *C. polydactyla*, which remained below 80% for all treatments. At 21 DAA, in the experiment 3, all the treatments presented control close to 100% for the soybean plants, a result expected to be a non-glyphosate resistant cultivar. There was no change in the physical and chemical characteristics (surface tension, density and pH) for the two mixtures, regardless of storage period. With these results, it is concluded that storage of glyphosate + 2,4-D and glyphosate + clethodim for up to 8 days may be a strategy when agrometeorological conditions for application are not adequate.

Key-words: *Amaranthus retroflexus*. *Commelina benghalensis*. *Glycine max*. Tank mix. *Sorghum halepense*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea da área experimental antes da montagem do experimento.	10
Figura 2 - Vista aérea da distribuição dos tratamentos em faixas constituídos de dias após o preparo (DAP) das misturas de glyphosate + 2,4-D + OV.....	11
Figura 3 - Demonstração dos galões utilizados para o preparo e armazenamento das caldas de pulverização.....	12
Figura 4 - Pulverização das parcelas do experimento 1 com equipamento de CO ₂ . Bandeirantes - PR.....	13
Figura 5 - Roçadora acoplada ao trator e acionada pela TDP utilizada em área do experimento 2.....	15
Figura 6 - Vista aérea da comunidade invasora do experimento 2 antes da realização da roçada.	15
Figura 7 - Vista aérea da área do experimento 2 após a realização da roçada.	16
Figura 8 - Peneira elétrica utilizada no experimento (A) e remoção dos torrões (B).....	18
Figura 9 - Demonstração da marcação de <i>Amaranthus retroflexus</i> com fitilho vermelho para avaliação da massa da matéria fresca e seca.....	20
Figura 10 - Sacos de papel identificados e levados à estufa para determinação da massa da matéria seca.	20
Figura 11 - Controle das plantas daninhas aos 42 dias após a aplicação de glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP) da mistura.	24
Figura 12 - Vista aérea da distribuição dos tratamentos em faixas aos 42 DAA das misturas de glyphosate + 2,4-D + OV.	25
Figura 13 - Controle das plantas daninhas ao longo do período de avaliação com a mistura de glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP). ■ <i>Amaranthus retroflexus</i> , ▲ <i>Sorghum halepense</i> e ● <i>Commelina benghalensis</i>	27
Figura 14 - Controle de <i>Chloris polydactyla</i> aos 42 dias após a aplicação de glyphosate + Clethodim + OM em função de dias após o preparo (DAP) da mistura.....	28
Figura 15 - Controle de <i>Chloris polydactyla</i> ao longo do tempo de avaliação com a mistura de Glyphosate + Clethodim + OM em função de dias após o preparo (DAP).	28
Figura 16 – Injúria em plantas de soja aos 21 dias após a aplicação de Glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP) da mistura.	30
Figura 17 - Comparação do tratamento com 0 DAP aos 3 DAA (A) e aos 21 DAA (B).	31

Figura 18 – Injúria em plantas de soja ao longo do tempo de avaliação com a mistura de Glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP).	32
Figura 19 - Relação da massa da matéria seca/fresca das plantas de <i>C. polydactyla</i> , <i>A. retroflexus</i> e <i>G. max</i> na última avaliação após a aplicação das misturas de herbicidas em função de dias após o preparo (DAP).....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento 1	11
Tabela 2 - Descrição do estádio, altura e infestação das plantas daninhas do experimento 1.	12
Tabela 3 - Condições agrometeorológicas e dados da pulverização dos tratamentos do experimento 1	13
Tabela 4 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento 2.	14
Tabela 5 - Descrição do estádio, altura e infestação das plantas daninhas do experimento 2.	14
Tabela 6 - Condições agrometeorológicas e dados da pulverização dos tratamentos do experimento 2.	16
Tabela 7 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento 3	17
Tabela 8 - Características físicas e químicas da amostra de solo utilizada no experimento 3.	18
Tabela 9 - Condições agrometeorológicas e dados da pulverização dos tratamentos do experimento 3	19
Tabela 10 - Descrição dos tratamentos utilizados para análises das características físicas e químicas das caldas	22
Tabela 11 - Modelo de regressão não linear expressando a relação entre dias após a aplicação e o controle de plantas daninhas.	26
Tabela 12 - Caracterização física e química das misturas utilizadas dias após o preparo (DAP).	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Plantas Daninhas	3
2.1.1 <i>Amaranthus retroflexus</i> (caruru)	3
2.1.2 <i>Commelina benghalensis</i> (trapoeraba)	4
2.1.3 <i>Sorghum halepense</i> (capim-massambará)	5
2.1.4 <i>Chloris polydactyla</i> (capim-branco)	6
2.2 Misturas de Herbicidas em Tanque	7
2.3 Armazenamento de Caldas de Pulverização em Tanque	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Experimento 1	10
3.2 Experimento 2	14
3.3 Experimento 3	17
3.4 Avaliação Visual de Controle	19
3.5 Determinação da Massa da Matéria Fresca e Seca	19
3.5.1 Experimento 1	19
3.5.2 Experimento 2	21
3.5.3 Experimento 3	21
3.6 Avaliações das Características Físicas e Químicas das Caldas de Pulverização	21
3.6.1 Tensão superficial das caldas	22
3.6.2 Densidade das caldas	23
3.6.3 Determinação do pH das caldas	23
3.7 Análise Estatística	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Experimento 1	24
4.2 Experimento 2	28
4.3 Experimento 3	30
4.4 Relação da Massa da Matéria Fresca e Seca	33
4.5 Características Físicas e Químicas das Caldas de Pulverização	34
5 CONCLUSÕES	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

A produtividade de uma cultura pode ser influenciada por diversos fatores, entre as quais se destacam as plantas daninhas, pragas e doenças (GAZZIERO, 2015). Por isso, o controle é fundamental para que a produtividade não seja comprometida. O principal método de controle das plantas daninhas é o manejo químico (PACHECO et al., 2016), e quando utilizados em misturas, podem apresentar o benefício de aumentar o espectro de controle da comunidade infestante (VIEIRA JÚNIOR et al., 2015).

A prática da mistura em tanque gera insegurança devido a baixa quantidade de publicações científicas e a alta possibilidade de combinações existentes entre os produtos. Durante o preparo da mistura, alguns cuidados são necessários para minimizar possíveis problemas. Entre eles, a ordem de adição dos produtos na calda, que deve ser realizada de acordo com as formulações e solubilidade de cada produto, é extremamente importante e pode contribuir para reduzir a ocorrência de formação de grumos, floculação, separação de fases, decantação e insolubilidade. Além disso, a concentração do ingrediente ativo na mistura e medidas operacionais, como a agitação da calda, são fundamentais para que não ocorram incompatibilidades físicas e químicas.

Outro fator que está associado a eficiência da mistura são as condições agrometeorológicas. Recomenda-se realizar as aplicações com temperaturas até 30°C, umidade relativa do ar acima de 55% e ventos de até 12 km h⁻¹ (CUNHA et al., 2016). Em pesquisa realizada por Silva, Oliveira e Gandolfo (2018) foi verificado que em várias situações essas condições não são atendidas, e que o tempo disponível para realizar as aplicações no Paraná varia de no mínimo 46 horas em junho até no máximo 285 horas no mês de agosto.

O uso de informações agrometeorológicas é essencial no momento da pulverização (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009), no entanto, a variabilidade meteorológica e falhas nos equipamentos podem gerar condições desfavoráveis e impedir a sua realização logo após o preparo da calda. Com isso, ocorre a necessidade de armazenar os herbicidas no tanque de pulverização até que as condições se tornem ideais, podendo variar de horas a dias (STEWART et al., 2009; EURE et al., 2011; DEVKOTA; WHITFORD; JOHNSON, 2016).

O armazenamento da calda devido a ocorrência de chuvas e/ou alta velocidade do vento evita a lavagem e a deriva dos herbicidas do alvo. Por outro lado, gera preocupações que incluem a degradação química ao longo dos dias e, conseqüentemente a

eficiência da mistura. Para minimizar esses problemas, algumas práticas tem sido realizadas, como manter o tanque de pulverização fechado em ambiente com temperatura amena, sem incidência de luz solar e que seja realizada a agitação da calda pelo menos uma vez ao dia, até a homogeneização.

O tempo máximo de armazenamento das caldas no tanque de pulverização e/ou tanque de pré-misturas ainda gera dúvidas na eficiência de controle de misturas de herbicidas, portanto, são necessários estudos para a tomada de decisão de armazená-las por um determinado período ou utilizá-las mesmo em condições inadequadas.

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do tempo de armazenamento de duas misturas de herbicidas pós emergentes nas características físicas e químicas das caldas de pulverização e na eficiência de controle de plantas daninhas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Plantas Daninhas

Na literatura existem diversos conceitos de plantas daninhas, para Saad (1978), as daninhas são plantas estranhas à cultura e que competem por luz, água, espaço e nutrientes, sendo denominada de matocompetição. Já para Pitelli (1985), as plantas daninhas são aquelas que emergem espontaneamente nos ecossistemas agrícolas podendo causar interferência às plantas cultivadas influenciando na produtividade e na operacionalização do sistema de produção.

Um dos piores problemas enfrentados pelos produtores é o controle das plantas daninhas, que depende dos métodos e estratégias utilizados durante o manejo (COSTA et al., 2018). As consequências disso são as quedas de produtividade e qualidade da produção, inviabilidade do produto, elevação dos custos de produção, entre outros (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

A identificação das espécies de plantas presentes nas áreas agrícolas é extremamente importante, pois, cada espécie apresenta um nível de tolerância aos herbicidas (CARVALHO, 2013). Tendo em vista a importância do conhecimento de cada espécie, nesta revisão bibliográfica, estão caracterizadas a comunidade invasora nas áreas experimentais, sendo elas: *Amaranthus retroflexus*, *Commelina benghalensis*, *Sorghum halepense* e *Chloris polydactyla*.

2.1.1 *Amaranthus retroflexus* (caruru)

O gênero *Amaranthus* apresenta cerca de 60 espécies de plantas, das quais, 20 tem importância como plantas daninhas em várias culturas (KISSMANN; GROTH, 1999). Nas regiões agrícolas do Brasil, cerca de 10 espécies geram prejuízos a produtividade, entre elas destacam-se: *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus lividus*, *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus viridis* (CARVALHO et al., 2006) e, recentemente, a

espécie *Amaranthus palmeri* foi detectada em regiões agrícolas do Mato Grosso agravando os problemas de controle (ANDRADE JÚNIOR et al., 2015).

As plantas do gênero *Amaranthus* possuem metabolismo C4, o que lhes confere maior eficiência na produção de carboidratos, principalmente quando comparadas as plantas C3 (CARVALHO, 2015). Isto leva a um crescimento rápido e elevado, aumentando a competição por água, luz e nutrientes, além disso, apresenta longos períodos de germinação e alta produção de sementes, que dificulta o controle da espécie (HORAK; LOUGHIN, 2000).

O extenso período de germinação aliado ao rápido crescimento do *Amaranthus* que atinge cerca de 1 a 1,5 metros de altura, podem dificultar o controle da planta, que vai depender também das condições agrometeorológicas durante a pulverização (HORAK; LOUGHIN, 2000). O maior controle da espécie está relacionado a altos níveis de umidade relativa do ar (ZANATTA et al., 2008) conforme verificado por Coetzer, Al-Khatib e Loughin (2001), onde plantas que cresceram em condições de umidade a 90%, a translocação do glufosinate foi maior do que em plantas que cresceram em condições de umidade a 35%.

Os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium em diferentes doses, quando aplicados em seis biótipos de *Amaranthus retroflexus* com quatro a seis folhas, cinco foram resistentes ao trifloxysulfuron-sodium e quatro ao pyriithiobac-sodium, além disso, quatro biótipos foram resistentes aos dois herbicidas, sendo caracterizado como caso de resistência cruzada (FRANCISCHINI et al., 2014).

2.1.2 *Commelina benghalensis* (trapoeraba)

O gênero *Commelina* apresenta espécies de plantas perenes, herbáceas, suculentas e tenras, que são capazes de ocupar grande parte da superfície do solo (KISSMANN, 1997; LORENZI, 2006). As espécies *Commelina benghalensis*, *Commelina villosa*, *Commelina diffusa* e *Commelina erecta* são consideradas as de maior importância na agricultura nacional (PENCKOWSKI; ROCHA, 2006).

A *Commelina benghalensis* (trapoeraba) possui maior desenvolvimento em solos ricos, em boas condições de umidade e com alta luminosidade, entretanto, quando bem estabelecida, suporta longos períodos de déficit hídrico e ausência de luz (KISSMANN, 1997), além de dificultar o controle, sendo considerada uma das piores invasoras do mundo para a

agricultura (RIAR et al., 2016). Também pode dificultar a colheita de grãos, e servir de hospedeiras de insetos afetando diretamente as culturas (PENCKOWSKI; ROCHA, 2006).

O controle da trapoeraba é considerado problemático, visto que o controle mecânico é ineficiente, e o controle químico tem apresentado dificuldades (RONCHI et al., 2002a). O glyphosate, por exemplo, é recomendado para diversas espécies, mas muitas vezes não apresenta controle satisfatório (ROCHA et al., 2007).

O aumento da população de trapoeraba está atrelado a aplicações frequentes de glyphosate (SANTOS et al., 2001). A dificuldade de controle pode estar relacionada também, com a bainha membranosa da espécie, que impede o contato direto com os herbicidas e dificulta a absorção, além disso, se reproduz tanto por sementes quanto por propagação vegetativa (FERREIRA, 2018), permitindo que as plantas se regenerem rapidamente, facilitando a disseminação e perpetuação das invasoras em áreas infestadas (HOLM et al., 1977).

Em experimento conduzido por Maciel et al. (2011) com o objetivo de avaliar a eficácia e seletividade de misturas de herbicidas com glyphosate para controle de *Commelina benghalensis*, concluíram que as misturas com chlorimuron-ethyl, cloransulamethyl, lactofen e imazethapyr favoreceram o controle da espécie.

2.1.3 *Sorghum halepense* (capim-massambará)

O *Sorghum halepense* (L.) Pers. é uma espécie originária do sul da Ásia, Oriente Médio e do mar Mediterrâneo, também chamado de capim-massambará, possui esse nome devido a uma estação ferroviária denominada Maçambará, na cidade de Itaqui-RS, local onde foi introduzido no Brasil (KISSMANN, 1997). É considerada uma das plantas daninhas mais conhecidas no mundo devido a sua capacidade de infestação em pastagens e culturas (KRENCHINSK et al., 2015).

A espécie é perene, com ciclo de desenvolvimento anual, apresenta crescimento ereto, atingindo de 1 a 2 metros de altura, colmos cerosos e pilosidades nos nós (LORENZI, 2000). O crescimento e a produção extensiva de rizomas e sementes, favorecem o desenvolvimento da população de plantas, dificultando o controle (ANDÚJAR et al., 2012).

No Brasil, ainda não se tem conhecimento de biótipos resistentes a herbicidas, entretanto, nos Estados Unidos a espécie já apresenta resistência ao glyphosate, inibidores da

enzima ACCase, inibidores da ALS e ao pendimethalim (CONCENÇO; MACHADO; CECCON, 2012). Em pesquisa realizada por Fahl e Carelli (1997) com o objetivo de estudar a eficiência do nicosulfuron no controle de capim-massambará com várias doses e épocas de aplicação, verificou-se que aos 50 dias o controle da espécie atingiu 100% independente das condições utilizadas.

2.1.4 *Chloris polydactyla* (capim-branco)

A espécie *Chloris elata* sinônimo de *Chloris polydactyla* (capim-branco), pertence à família Poaceae, é nativa do continente americano (KISSMANN, 1997). O gênero possui metabolismo C4 sendo distribuído em várias regiões tropicais e subtropicais de diferentes continentes (MOLINA; AGRASAR, 2004; CORREIA; RESENDE, 2018). No Brasil, sua presença é constatada na maioria das regiões agrícolas, gerando perdas nas produções de soja e milho, além de pomares e pastagens (BRUNHARO et al., 2016).

São plantas perenes, eretas, pouco cespitosas, apresentam altura de 0,50 a 1,10 m e se propagam por sementes e/ou rizomas (LORENZI, 2008). É uma planta daninha com desenvolvimento e crescimento inicial lento, com elevada produção de sementes e matéria seca ao final do ciclo (CARVALHO et al., 2005). Pode produzir mais de 96 mil sementes (BRIGHENTI; VOLL; GAZZIERO, 2007), que são recobertas de pelos e se espalham pelo vento à longas distâncias (CORREIA; RESENDE, 2018).

O primeiro caso de *Chloris* resistente ao glyphosate no Brasil foi relatado no ano de 2014 (BRUNHARO et al., 2016) e segundo Brighenti, Voll e Gazziero (2007), a planta quando no estágio de perfilhamento, pode apresentar tolerância a diversos herbicidas inibidores da acetil-CoA carboxilase. A dificuldade de controle da espécie pode estar relacionada à menor absorção e translocação do herbicida, e a seleção de indivíduos resistentes (BRUNHARO et al., 2016).

O herbicida haloxyfop em sua maior dose associado ao glyphosate ou ao glufosinato obteve eficácia no controle de *Chloris polydactyla* e *Digitaria insularis* (PLACIDO, 2018). Em estudo realizado por Correia e Resende (2018), foi observado que os tratamentos que continham clethodim, fenoxaprop, fluazifop, haloxyfop, quizalofop, paraquat e glyphosate aplicados em pós-emergência apresentaram eficiência de controle em três populações de plantas com 2 a 6 perfilhos. Em outro estudo, utilizando clethodim, fluazifop,

haloxyfop e quizalofop em plantas de 0,20 m com seis folhas, os herbicidas também foram eficazes (BRIGHENTI; VOLL; GAZZIERO, 2007).

2.2 Misturas de Herbicidas em Tanque

As misturas são classificadas em dois tipos, a formulada, quando o produto comercial já possui a mistura de ingredientes ativos, e a mistura em tanque, quando são adicionados dois ou mais produtos no tanque do pulverizador (CAMPLI, 2015). A mistura em tanque é a associação dos agrotóxicos e afins dentro do tanque de pulverização, devendo ser realizada imediatamente antes da aplicação (GAZZIERO, 2015).

No ano de 1995, a portaria nº 67 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento regulamentou a prática da mistura em tanque de agrotóxicos e afins, com o argumento de ser uma técnica agrônômica mundialmente utilizada, por reduzir custos de produção, aumentar espectro de controle, e reduzir a contaminação ambiental e o tempo de exposição do trabalhador (BRASIL, 1995). No entanto, a normativa nº 46 de julho de 2002 determinou que as empresas detentoras de registros de agrotóxicos retirassem as indicações das misturas em tanque dos rótulos e bulas dos produtos, ficando então revogada a portaria nº 67, de 30 de maio de 1995 (BRASIL, 2002).

Com isso, questionamentos foram levantados com a intenção de discutir se a prática da mistura em tanque era proibida ou não (GAZZIERO, 2015). Por fim, a instrução normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018 determina o que se tem de mais atual sobre as misturas em tanque. Então, fica regulamentada a prática da mistura em tanque, desde que, o receituário agrônômico seja feito por um Engenheiro Agrônomo e que possua o nome dos produtos comerciais, a cultura onde serão utilizados os agrotóxicos, informações sobre incompatibilidade dos agrotóxicos, entre outros (BRASIL, 2018)

Em questionário realizado por Gazziero (2015), 97% dos entrevistados disseram que realizam a mistura em tanque, e que utilizam dois ou três tipos de herbicidas na dessecação e em pós-emergência da cultura, além disso, 95% disseram utilizar dois a cinco produtos em um único tanque. Essa associação pode gerar diferentes efeitos, o aditivo, quando o efeito da mistura é semelhante ao dos produtos aplicados individualmente, o sinérgico, dá quando um produto melhora a eficácia do outro, e o antagônico, quando um produto causa redução na eficácia do outro (QUEIROZ; MARTINS; CUNHA, 2008).

As interações físicas das misturas estão relacionadas aos ingredientes inertes dos agrotóxicos, como as formulações e solventes. Entretanto, a interação química está associada com a molécula dos mesmos, sendo necessário o conhecimento de possíveis interações entre as misturas com produtos de diferentes formulações e ingredientes ativos (PETTER et al., 2013). Em pesquisa realizada por Oliveira et al. (2017) sobre as compatibilidades e incompatibilidades físico-químicas de misturas em tanque, verificou-se que mais de 50% das misturas testadas para a cultura de soja e milho não apresentaram incompatibilidade física, entretanto, para a cultura do milho, quase 20% são incompatíveis e 25,6% requerem atenção e cuidados para que seja evitada.

O desenvolvimento de culturas transgênicas que toleram diversos tipos de herbicidas, possibilita a utilização da mistura de herbicidas em tanque (GREEN, 2016), além disso, a resistência de determinadas espécies de plantas daninhas, também favorece a associação de diferentes ingredientes ativos no manejo das culturas (GOMES et al., 2017). Um caso comum dessa utilização, é a associação de glyphosate e 2,4-D (GANDOLFO, 2014), que serve para complementar a ação do glyphosate em plantas resistentes (QUEIROZ, 2018) e favorece o controle de plantas daninhas, como a trapoeraba (TAKANO et al., 2013).

2.3 Armazenamento de Caldas de Pulverização em Tanque

Condições inadequadas, como alta velocidade do vento, ocorrência de precipitação e problemas nos equipamentos podem impedir a realização da pulverização, sendo necessário armazenar as caldas até que as condições se tornem ideais (STEWART et al., 2009; EURE et al., 2011). Quanto maior o período em que o herbicida permanece na solução, maior a possibilidade de interações entre os ingredientes ativos e os elementos da água (NALEWAJA; MATYSIAK; SZELEZNIAK, 1994; LIN et al., 2003) e interações entre os herbicidas quando em mistura, que podem gerar falhas no controle das plantas daninhas (LIN et al., 2002; DAMALAS; ELEFTHEROHORINOS, 2001). Além disso, o armazenamento pode favorecer a aderência do herbicida à superfície do tanque de pulverização (BOERBOOM, 2004).

Ramos e Durigan (1998), realizaram aplicações em pós-emergência com as formulações prontas de glyphosate, glyphosate + 2,4-D, MSMA e paraquat em armazenamento com recipientes fechados e a sombra por até 30 dias, e constataram que as caldas de pulverização quando aplicadas na losna-branca, guanxuma, apaga-fogo e nos capins colômbio, marmelada e amargoso podem ser utilizadas normalmente. Em experimento realizado com

ametryne e diuron em pré-emergência, concluiu-se também que as formulações prontas podem ser utilizadas normalmente em armazenamento por até 30 dias (RAMOS; DURIGAN, 1999).

Em trabalho realizado por Stewart et al. (2009), foi observado que o armazenamento das caldas em garrafas plásticas no escuro por 7 dias, não afetou a eficiência de controle de *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia* e *Chenopodium album* tanto em pós quanto em pré-emergência, indicando que neste caso, é preferível adiar a aplicação ao invés de realizá-la em condições inapropriadas.

Em experimento similar, Eure et al. (2013) observaram que por até 9 dias, os produtos diclosulam, dimethenamid, flumioxazin, fomesafen, imazethapyr, pendimethalin, e S-metolachlor armazenados em garrafas plásticas seladas em temperatura ambiente e no escuro, não apresentam redução de controle de *Brachiaria platyphylla*, *Chenopodium album*, *Ipomoea hederacea* e *Amaranthus palmeri*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram conduzidos com plantas daninhas e plantas de soja sensíveis aos herbicidas. O primeiro em área da fazenda experimental da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP com as espécies *Amaranthus retroflexus*, *Sorghum halepense* e *Commelina benghalensis*. O segundo, em área particular vizinha a fazenda experimental com a espécie *Chloris polydactyla*, e o terceiro, em vasos com cultivar convencional de soja.

3.1 Experimento 1

O experimento foi conduzido em área com coordenadas geográficas de 23°06'37.0"S 50°21'36.8" e, apresentava características homogêneas quanto ao tamanho e infestação das espécies *Amaranthus retroflexus* (caruru), *Commelina benghalensis* (trapoeraba) e *Sorghum halepense* (capim-massambará), conforme demonstrado na Figura 1.

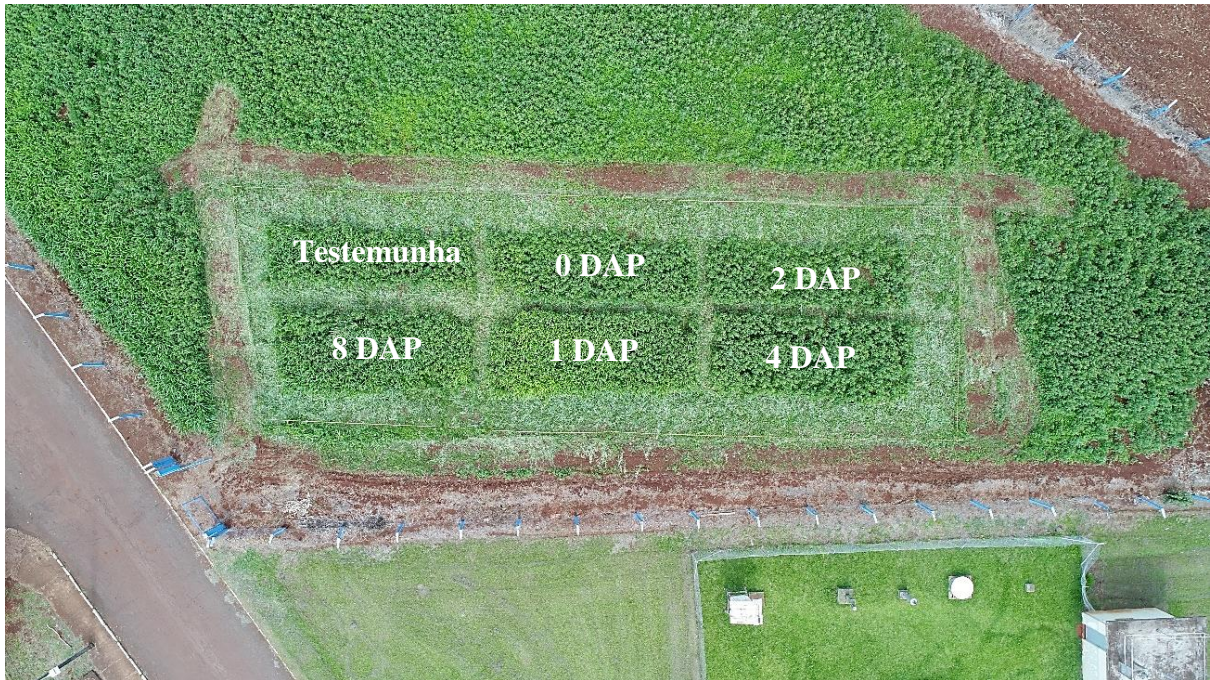
Figura 1 - Vista aérea da área experimental antes da montagem do experimento.



Fonte: Nitec/Uenp

Devido a essas características, o experimento foi conduzido em faixas com cinco tratamentos e uma testemunha, com quatro repetições. Cada tratamento representava uma faixa de três metros de largura por dez metros de comprimento, totalizando 30 m² (Figura 2). Em cada extremidade das faixas foi desconsiderado 0,5 m, ficando a área útil de com 20 m².

Figura 2 - Vista aérea da distribuição dos tratamentos em faixas constituídos de dias após o preparo (DAP) das misturas de glyphosate + 2,4-D + OV.



Fonte: Nitec/Uenp

Os tratamentos foram caracterizados por caldas de herbicidas em cinco períodos de armazenamento. Foi utilizada a mistura de glyphosate (Roundup original® 3 L ha⁻¹) + 2,4-D (DMA® 806BR 1,5 L ha⁻¹) + óleo vegetal de milho (IOP, 0,5% v v⁻¹) no momento do preparo (0 dia) e com 1, 2, 4 e 8 dias após o preparo (DAP), além da testemunha (sem pulverização). Os tratamentos estão descritos na Tabela 1, e a comunidade infestante na Tabela 2.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento 1.

Tratamentos	Calda	DAP	Espécies de plantas
1	Glyphosate + 2,4-D + OV	0	<i>A. retroflexus</i> , <i>C. benghalensis</i> e <i>S. halepense</i>
2	Glyphosate + 2,4-D + OV	1	<i>A. retroflexus</i> , <i>C. benghalensis</i> e <i>S. halepense</i>
3	Glyphosate + 2,4-D + OV	2	<i>A. retroflexus</i> , <i>C. benghalensis</i> e <i>S. halepense</i>
4	Glyphosate + 2,4-D + OV	4	<i>A. retroflexus</i> , <i>C. benghalensis</i> e <i>S. halepense</i>
5	Glyphosate + 2,4-D + OV	8	<i>A. retroflexus</i> , <i>C. benghalensis</i> e <i>S. halepense</i>
6	Testemunha (sem aplicação)	-	<i>A. retroflexus</i> , <i>C. benghalensis</i> e <i>S. halepense</i>

OV-Óleo vegetal. DAP-Dias após o preparo.

Tabela 2 - Descrição do estágio, altura média e infestação das plantas daninhas do experimento 1.

Espécies	Estádio	Altura (m)	Infestação (plantas m ⁻²)
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Florescimento	1,0 – 1,5	58,0
<i>Sorghum halepense</i>	Florescimento	0,8 -1,0	11,0
<i>Commelina benghalensis</i>	Vegetativo (3 a 8 folhas)	0,1 – 0,3	8,0

Para a pulverização das caldas armazenadas, no dia 31/10/2018 foi formulada a primeira mistura, correspondente a 8 dias após o preparo, e a partir disso foi pré-determinada a data de aplicação (08/11/2018). Desta forma, a calda pulverizada com quatro dias após o preparo, foi formulada no dia 04/12/2018, quatro dias após a primeira e assim sucessivamente. Esse método permite que todas as caldas sejam aplicadas no mesmo dia e com condições agrometeorológicas próximas. As caldas foram preparadas em galões plásticos (50 L) selados, armazenados no laboratório em temperatura ambiente (Figura 3), e agitados manualmente uma vez ao dia. Em cada recipiente foram adicionados 15 litros de água e em um balde plástico foi inserida a quantidade necessária para diluir os produtos e completar 20 litros de calda, descontando os produtos utilizados em cada tratamento. O pH da água utilizada para o preparo das caldas foi de 5,95.

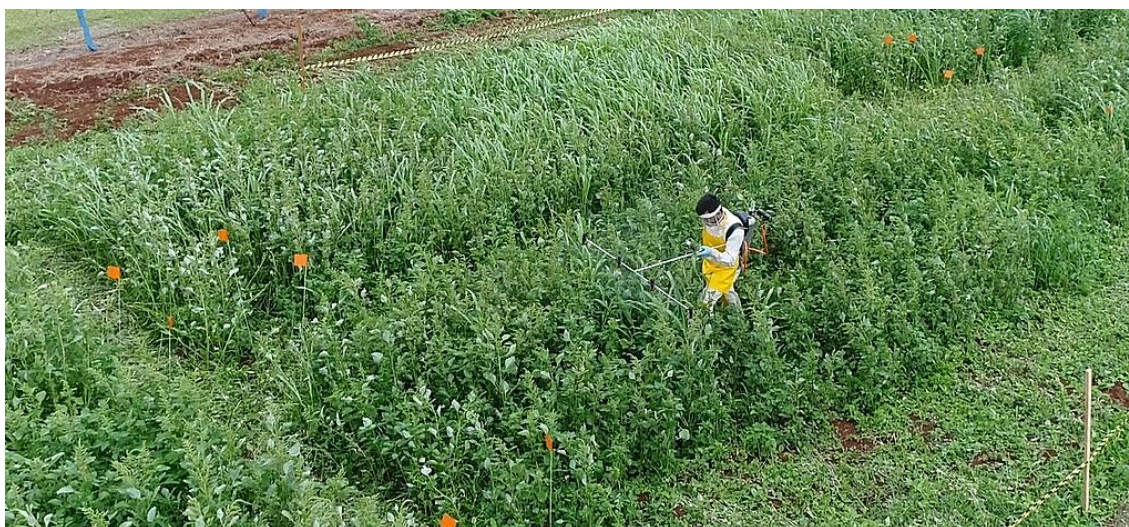
Figura 3 - Demonstração dos galões utilizados para o preparo e armazenamento das caldas de pulverização.



Fonte: Nitec/Uenp

Antes da aplicação de cada calda, as mesmas foram transferidas para garrafas plásticas de 2 litros e agitadas até que se obtivesse a homogeneização. A pulverização foi realizada por um pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com uma barra contendo quatro pontas de pulverização de jato plano com pré-orifício, modelo ADI 110015 (310 kPa), classe de gotas médias (Jacto®), espaçadas a 0,5 m (Figura 4). Com essas condições, a taxa de aplicação foi de 130 L ha⁻¹.

Figura 4 - Pulverização das parcelas do experimento 1 com equipamento de CO₂.



Fonte: Nitec/Uenp

Os dados de temperatura, umidade, direção e velocidade do vento foram registrados com o auxílio de uma estação agrometeorológica, e a velocidade de aplicação foi mensurada com a utilização de dois cronômetros, conforme descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Condições agrometeorológicas médias e dados da pulverização dos tratamentos do experimento 1.

Tratamentos	Temperatura °C	UR %	Direção do vento	Velocidade do vento m s ⁻¹	Velocidade de aplicação m s ⁻¹
1	28,3	65	SE	4,60	1,5
2	27,9	62	SE	4,00	1,5
3	27,3	63	SE	3,33	1,5
4	27,9	62	SE	4,50	1,5
5	28,0	63	SE	4,25	1,5

SE-Sudeste. UR-Umidade relativa do ar.

3.2 Experimento 2

O experimento 2 foi realizado em propriedade particular vizinha a fazenda experimental, nas coordenadas geográficas 23°06'25.9"S 50°21'44.2"W seguindo os mesmos procedimentos do experimento 1. Foi utilizado o delineamento em faixas, com cinco tratamentos e uma testemunha, com quatro repetições. As faixas continham três metros de largura por dez metros de comprimento, com área útil de 20 m².

A mistura utilizada no experimento foi composta por glyphosate (Roundup original® 3 L ha⁻¹) + clethodim (Select 240 EC® 0,8 L ha⁻¹) + óleo mineral (Assist® 0,5% v v⁻¹) em cinco períodos de armazenamento (no momento do preparo, 1, 2, 4 e 8 dias após), além da testemunha que não recebeu nenhum tipo de pulverização. A comunidade infestante da área era formada pela espécie *Chloris polydactyla* (capim-branco). Os tratamentos estão descritos na Tabela 4 e a comunidade infestante na Tabela 5.

Tabela 4 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento 2.

Tratamentos	Calda	DAP	Espécies de plantas
1	Glyphosate + Clethodim + OM	0	<i>Chloris polydactyla</i>
2	Glyphosate + Clethodim + OM	1	<i>Chloris polydactyla</i>
3	Glyphosate + Clethodim + OM	2	<i>Chloris polydactyla</i>
4	Glyphosate + Clethodim + OM	4	<i>Chloris polydactyla</i>
5	Glyphosate + Clethodim + OM	8	<i>Chloris polydactyla</i>
6	Testemunha (sem aplicação)	-	<i>Chloris polydactyla</i>

OM-Óleo mineral. DAP-Dias após a aplicação.

Tabela 5 - Descrição do estágio, altura média e infestação das plantas daninhas do experimento 2.

Espécie	Estádio	Altura (m)	Infestação (plantas m ⁻²)
<i>Chloris polydactyla</i>	Florescimento	0,5 - 0,7	12,0

Para a instalação do experimento, no dia 31/10/2018 a área foi roçada com a utilização de uma roçadora acoplada a um trator e acionada pela tomada de força (Figura 5, 6 e 7). A pulverização foi realizada no dia 07/12/2018 no rebrote da espécie.

Figura 5 - Roçadora acoplada ao trator e acionada pela TDP utilizada em área do experimento 2.



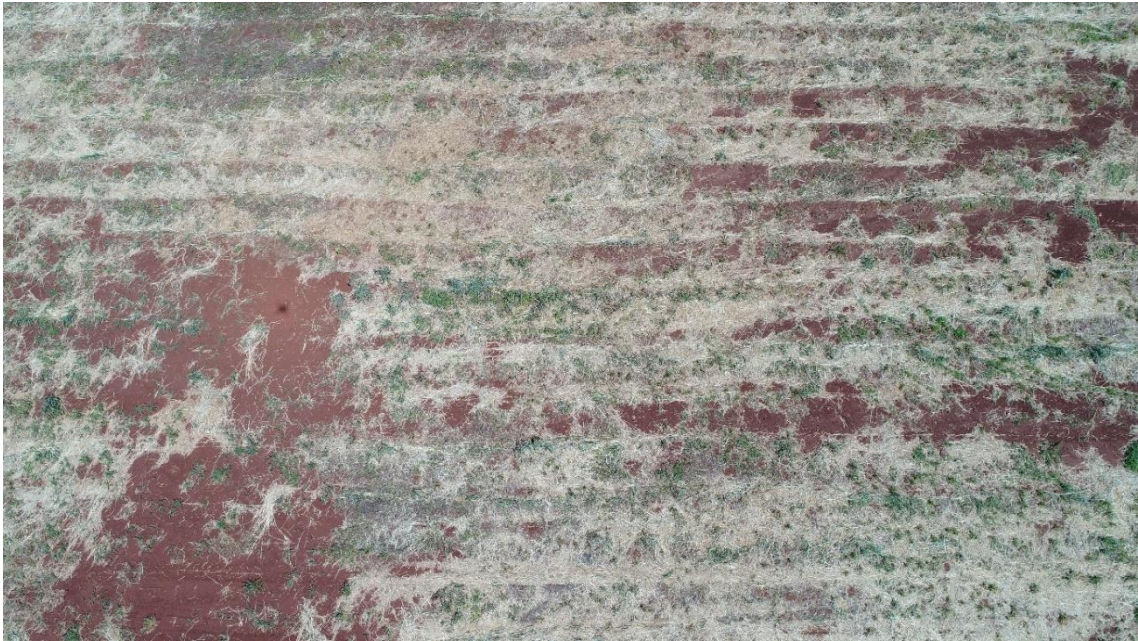
Fonte: Nitec/Uenp

Figura 6 - Vista aérea da comunidade invasora do experimento 2 antes da realização da roçada.



Fonte: Nitec/Uenp

Figura 7 - Vista aérea da área do experimento 2 dias após a realização da roçada.



Fonte: Nitec/Uenp

O preparo e pulverização das caldas, a coleta das informações de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, e a velocidade de aplicação foram realizados da mesma maneira e com a mesma tecnologia empregada no experimento 1, e estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 - Condições agrometeorológicas médias e dados da pulverização dos tratamentos do experimento 2.

Tratamentos	Temperatura (°C)	UR (%)	Direção do vento	Velocidade do vento m s ⁻¹	Velocidade de aplicação m s ⁻¹
1	29,1	56	W	1,61	1,5
2	27,9	48	W	1,59	1,5
3	29,7	54	W	1,06	1,5
4	29,0	54	W	1,77	1,5
5	28,5	56	W	1,67	1,5

W-Oeste. UR-Umidade relativa do ar.

3.3 Experimento 3

O experimento 3 foi realizado no Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas – NITEC com coordenadas geográficas 23°06'34.3"S 50°21'39.8"W. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, totalizando cinco tratamentos e uma testemunha. A calda era composta por glyphosate (Roundup original® 3 L ha⁻¹) + 2,4-D (DMA® 806BR 1,5 L ha⁻¹) + óleo vegetal de milho (IOP, 0,5% v v⁻¹) em cinco períodos de armazenamento (no momento do preparo, e com 1, 2, 4 e 8 dias após). Cada repetição constituiu-se de dois vasos com duas plantas em cada, além disso, mais quatro vasos em cada tratamento foram pulverizados para que fossem realizadas as avaliações de massa da matéria fresca e seca. A cultivar convencional de *Glycine max* (L.) (soja) utilizada foi a BRS 284. Os tratamentos estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento 3.

Tratamentos	Calda	Dias após o preparo (DAP)	Espécies de plantas
1	Glyphosate + 2,4-D + OV	0	<i>Glycine max</i> (L.)
2	Glyphosate + 2,4-D + OV	1	<i>Glycine max</i> (L.)
3	Glyphosate + 2,4-D + OV	2	<i>Glycine max</i> (L.)
4	Glyphosate + 2,4-D + OV	4	<i>Glycine max</i> (L.)
5	Glyphosate + 2,4-D + OV	8	<i>Glycine max</i> (L.)
Testemunha	-	-	<i>Glycine max</i> (L.)

OV-óleo vegetal.

Os vasos foram preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef) (EMBRAPA, 2013) de classe textural muito argilosa, areia grossa clara e matéria orgânica decomposta na proporção 3:1:1. Com o auxílio de uma peneira elétrica (malha 2 cm), as amostras foram peneiradas para a retirada dos torrões (Figura 8). As características físicas e químicas do solo utilizados no experimento estão descritas na Tabela 8.

A

B

Figura 8 - Peneira elétrica utilizada no experimento (A) e remoção dos torrões (B).



Fonte: Nitec/Uenp

Tabela 8 - Características físicas e químicas da amostra de solo utilizada no experimento 3.

Propriedades físicas e químicas do solo										
pH (CaCl ₂)	M.O (g kg ⁻¹)	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al (cmol _c dm ⁻³)	H + Al	SB	CTC	V%
5,8	22,8	3,5	1,10	4,30	1,60	0,0	2,71	7,00	9,71	72,1

Cinco sementes de soja foram semeadas por vaso na profundidade de 2 cm. Com o estabelecimento da espécie foi realizado o desbaste, mantendo duas plantas por vaso, irrigadas diariamente.

O preparo das caldas seguiu o mesmo padrão dos experimentos anteriores. Antes da aplicação de cada calda, foi realizada agitação constante por meio do retorno da bomba para se obter uma homogeneização da mistura. A pulverização foi realizada no dia 08/12/2018, quando as plantas se encontravam no estádio R1. Foi utilizado um simulador de pulverização de 15 m de comprimento, com sistema hidráulico composto por um controlador de pressão manual e bomba hidráulica de três pistões, movido por um motor elétrico de 1,5 kW, equipado com uma barra de pulverização de três metros e seis pontas de pulverização de jato plano com pré-orifício, modelo ADI 110015 (310 kPa), com classe de gotas médias (Jacto®), espaçadas em 0,5 m e a uma altura de 0,5 m da superfície dos vasos. A taxa de aplicação foi de 130 L ha⁻¹.

Para a distribuição dos vasos, foram realizadas marcações no decorrer do simulador para que em todos os tratamentos as posições fossem as mesmas, sendo distanciados a 0,5 m entre si. Durante a pulverização foram coletados e registrados os valores de temperatura e umidade relativa do ar com o auxílio de um termo higrômetro. A velocidade de deslocamento do simulador foi mensurada em todos os tratamentos com a utilização de dois cronômetros, conforme mostra Tabela 9. Ao fim da pulverização, os vasos foram transportados para a área externa do laboratório onde ficaram expostos a temperatura ambiente.

Tabela 9 - Condições agrometeorológicas médias e dados da pulverização dos tratamentos do experimento 3.

Tratamentos	Temperatura °C	UR %	Velocidade de aplicação m s ⁻¹
1	20,8	61	1,66
2	20,9	62	1,66
3	21,1	61	1,66
4	21,3	60	1,66
5	21,3	60	1,66

UR-Umididade relativa do ar.

3.4 Avaliação Visual de Controle

Nos experimentos 1 e 2, as avaliações foram realizadas aos 7, 14, 28, e 42 dias após a aplicação (DAA), e no experimento 3 aos 3, 7, 10 e 21 DAA, devido a sensibilidade da espécie. Em ambos os casos, foram realizadas por dois avaliadores, sem o conhecimento prévio de cada tratamento. Para a avaliação, foram analisados a coloração, desidratação, engruvinhamento e fitotoxicidade das plantas. Foi adotada uma escala de notas de 0 a 100%, onde 0 representa ausência de controle e 100, controle total ou morte das plantas (SBCPD, 1995). Além disso, o controle satisfatório foi considerado quando as notas atingissem valor igual ou maior a 80%.

3.5 Determinação da Massa da Matéria Fresca e Seca

3.5.1 Experimento 1

Para a avaliação da massa da matéria fresca e seca das plantas daninhas, antes da pulverização, em cada tratamento, 8 plantas homogêneas foram marcadas com fitilho vermelho (Figura 9) e avaliadas aos 7, 14, 28 e 42 DAA. A escolha pela determinação da massa da matéria fresca e seca apenas da espécie *Amaranthus retroflexus* se deu devido a quantidade e homogeneidade presente na área experimental para todos os tratamentos e testemunha.

A separação da parte aérea do sistema radicular das plantas foi realizada, e a massa da matéria fresca foi determinada com auxílio de balança de precisão de 0,0001 gramas. Para determinação da massa da matéria seca, as plantas foram acondicionadas em sacos de

papel identificados e levados a estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, por 72 h (Figura 10). Após esse período, as amostras foram pesadas novamente.

Figura 9 - Demonstração da marcação de *Amaranthus retroflexus* com fitilho vermelho para avaliação da massa da matéria fresca e seca.



Fonte: Nitec/Uenp

Figura 10 - Sacos de papel identificados e levados à estufa para determinação da massa da matéria seca.



Fonte: Nitec/Uenp

3.5.2 Experimento 2

As avaliações de massa da matéria fresca e seca das plantas de *Chloris polydactyla* foram realizadas antes da pulverização e aos 7, 14, 28 e 42 DAA, sendo que, em cada avaliação e tratamento, cinco plantas foram escolhidas ao acaso e analisadas no laboratório. Os procedimentos adotados para determinação da massa da matéria fresca e seca foram os mesmos do experimento 1.

3.5.3 Experimento 3

As avaliações de massa da matéria fresca e seca das plantas de soja foram realizadas aos 3, 7, 10 e 21 DAA, sendo que, em cada tratamento, quatro vasos foram pulverizados e outros quatro permaneceram sem pulverização (testemunha). Os procedimentos adotados para determinação da massa da matéria fresca e seca da soja seguiram os procedimentos anteriores.

3.6 Avaliações das Características Físicas e Químicas das Caldas de Pulverização

Para a avaliação das características físicas e químicas, foram formuladas em balões volumétricos de 1000 mL, as misturas glyphosate + 2,4-D + óleo vegetal e glyphosate + clethodim + óleo mineral, nos períodos de armazenamento utilizados no experimento, conforme demonstrado na Tabela 10. As caldas foram preparadas no dia 10/01/2019 e foram realizadas as avaliações de tensão superficial, densidade e pH. Um dia após, as mesmas caldas foram analisadas, correspondendo a 1 DAP. A calda com 2 DAP foi analisada dois dias após e assim sucessivamente, permitindo que as análises fossem realizadas com as mesmas caldas em todos tratamentos.

Tabela 10 - Descrição dos tratamentos utilizados para análises das características físicas e químicas das caldas.

Tratamentos	Caldas	Dias após o preparo (DAP)
1	Glyphosate + 2,4-D + OV	0
2	Glyphosate + 2,4-D + OV	1
3	Glyphosate + 2,4-D + OV	2
4	Glyphosate + 2,4-D + OV	4
5	Glyphosate + 2,4-D + OV	8
6	Glyphosate + clethodim + OM	0
7	Glyphosate + clethodim + OM	1
8	Glyphosate + clethodim + OM	2
9	Glyphosate + clethodim + OM	4
10	Glyphosate + clethodim + OM	8

OV-óleo vegetal; OM-óleo mineral.

3.6.1 Tensão superficial das caldas

Para a realização da tensão superficial foi utilizada uma balança de precisão em gramas com cinco casas decimais, balões volumétricos (1000 mL), bureta de 50 mL e cronômetro. A tensão superficial de todos os tratamentos foi estimada quantificando-se a massa não acumulativa de 25 gotas formadas na extremidade da bureta, no tempo de 15 a 30 segundos entre gotas. No início dos procedimentos, foi utilizada uma bureta calibrada somente com a massa da água destilada.

A bureta foi utilizada para formar a tensão superficial das gotas em sua extremidade. Para que não houvesse interferência no caminhar das gotas durante o percurso de queda, em todos os tratamentos foi padronizada a altura de 5 cm da extremidade inferior do copo. A calibração da bureta foi realizada com auxílio de um cronômetro, onde acompanhou-se o tempo inicial de formação da gota até a queda total pela ponta da bureta.

3.6.2 Densidade das caldas

Para determinação da densidade das caldas foi utilizada uma balança de precisão em gramas com cinco casas decimais, balões volumétricos (100 mL), copo de Becker e conta gotas. A massa do balão foi tarada e com o auxílio do copo de Becker e do conta gotas, a calda foi depositada no mesmo até atingir o menisco. Com o valor da massa em gramas e o volume em mL, a densidade das caldas foi calculada com o auxílio da Equação 1.

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{Eq 1.}$$

Em que:

d= densidade da solução (kg m^{-3});

m= massa da calda (kg);

v= volume da calda (m^3);

3.6.3 Determinação do pH das caldas

O pH de cada calda foi determinado com o auxílio do pHmetro modelo DM-2P (Digimed®).

3.7 Análise Estatística

Os dados foram analisados pela estatística descritiva e avaliado a normalidade pelo teste de Shapiro-wilks ($p < 0,05$) e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Em seguida realizado a análise de variância pelo teste F e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o controle (dias após a aplicação) foi aplicado o modelo de regressão não linear expresso pela função $y = ax / (b + cx)$ que representa uma hipérbole retangular.

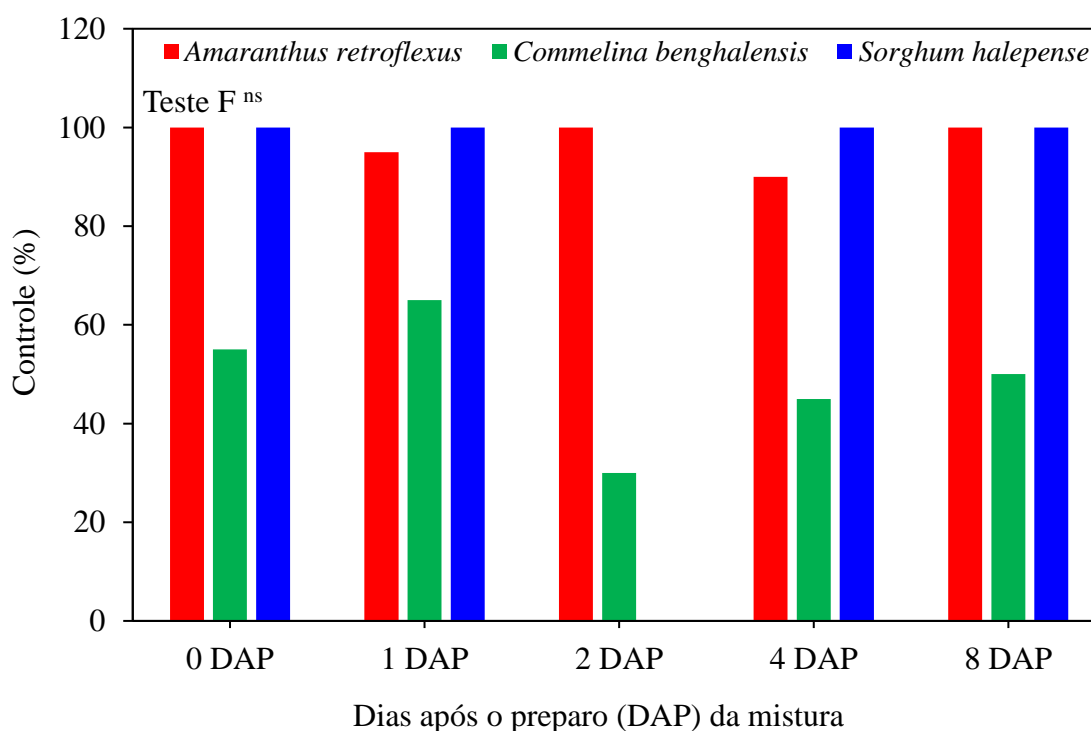
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

Para as espécies *A. retroflexus* e *S. halepense*, aos 42 DAA, as notas médias de controle em todos os tratamentos não apresentaram diferenças significativas pelo teste F, atingindo valores satisfatórios (> 80%), conforme observado na Figura 11. Os resultados corroboram com Stewart et al. (2009), que estudando a aplicação de quatro herbicidas pré-emergentes em armazenamento por até 7 dias, obtiveram controle satisfatório de *A. retroflexus* quatro semanas após a aplicação.

A faixa do experimento que correspondia a calda com 2 DAP não continha plantas de *S. halepense*, entretanto, todos os demais tratamentos obtiveram controle total, demonstrando não haver prejuízos ao controle da espécie, em consequência do armazenamento das caldas.

Figura 11- Controle das plantas daninhas aos 42 dias após a aplicação de glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP) da mistura.



Na Figura 12, visualiza-se a semelhança de controle aos 42 DAA entre os diferentes dias após o preparo (DAP).

Figura 12 - Vista aérea da distribuição dos tratamentos em faixas aos 42 DAA das misturas de glyphosate + 2,4-D + OV.



Fonte: Nitec/Uenp

Para a espécie *C. benghalensis*, os tratamentos com 0 e 1 DAP não atingiram controle satisfatório, entretanto, apresentaram média superior, com valores de 55 e 65%, respectivamente. Para os demais tratamentos, o controle da espécie variou de 30 a 50%.

A baixa porcentagem de controle de *C. benghalensis* é explicada pela alta densidade de plantas de *A. retroflexus* na área experimental, que proporcionam sobreposição de folhas protegendo as plantas que estão localizadas no baixeiro (efeito “guarda-chuva”), e dificultam a penetração da calda no estrato inferior, ponto onde se concentrava a espécie, que é capaz de se desenvolver na superfície do solo e na ausência de luz.

Em estudo realizado por Souza, Oliveira e Timossi (2017) com o objetivo de verificar a associação de herbicidas com controle eficaz sobre a *C. benghalensis*, a aplicação de glyphosate, glyphosate associado ao 2,4-D e sequencial de gramoxone também apresentou baixa porcentagem de controle, variando de 35 a 36%, que pode ser explicado pela baixa absorção e concentração da molécula dentro da planta.

O modelo de regressão e o coeficiente de determinação da Figura 13 estão descritos na Tabela 11.

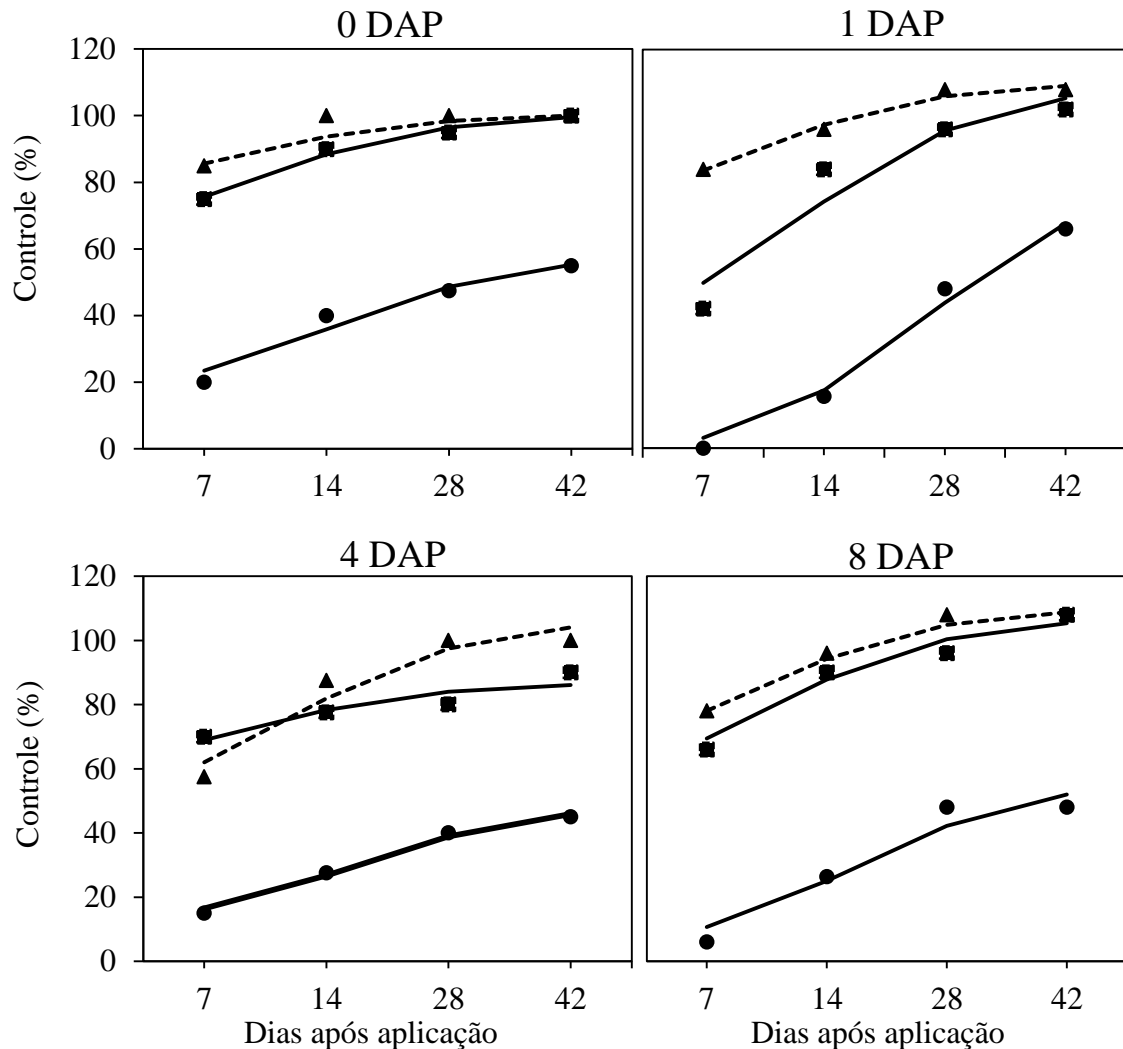
Tabela 11 - Modelo de regressão não linear expressando a relação entre dias após a aplicação e o controle de plantas daninhas.

Espécie	Dias após a aplicação (DAP)	Modelo	Coefficiente de determinação (R ²)
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0 DAP	100x/(4,15+0,95x)	0,92
	1 DAP		
	4 DAP		
	8 DAP		
<i>Sorghum halepense</i>	0 DAP	100x/(2,98+0,91x)	0,93
	1 DAP		
	4 DAP		
	8 DAP		
<i>Commelina benghalensis</i>	0 DAP	100x/(34,06+1,02x)	0,97
	1 DAP		
	4 DAP		
	8 DAP		

Analisando a Figura 13, para as plantas de *A. retroflexus*, aos 7 DAA o tratamento com 0 DAP apresentou controle de 75%, com 1 DAP o controle foi de 45%, com 4 DAP 70% e com 8 DAP 65%, sendo que, na avaliação de 14 DAA, em todos os tratamentos há uma considerável evolução no controle, atingindo níveis satisfatórios. A única exceção foi o tratamento com 4 DAP, que alcançou 80% apenas aos 28 DAA.

Essa evolução é vista também para o *S. halepense*, onde os tratamentos com 0 e 1 DAP foram os únicos que apresentaram controle satisfatório aos 7 DAA. Já para os tratamentos com 4 e 8 DAP, os controles foram de 58 e 75%, respectivamente, atingindo valores satisfatórios apenas aos 14 DAA. Além disso, aos 28 DAA todos tratamentos já indicavam controle total (100%) da espécie.

Figura 13 - Controle das plantas daninhas ao longo do período de avaliação com a mistura de glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP). ■ *Amaranthus retroflexus*, ▲ *Sorghum halepense* e ● *Commelina benghalensis*.



A *C. benghalensis* apresentou maior dificuldade de controle em todas as situações, com destaque para a avaliação aos 7 DAA, que apresentou controle variando de 10 a 20%. Apesar disso, ao decorrer das avaliações houve aumento no controle, atingindo até 65%.

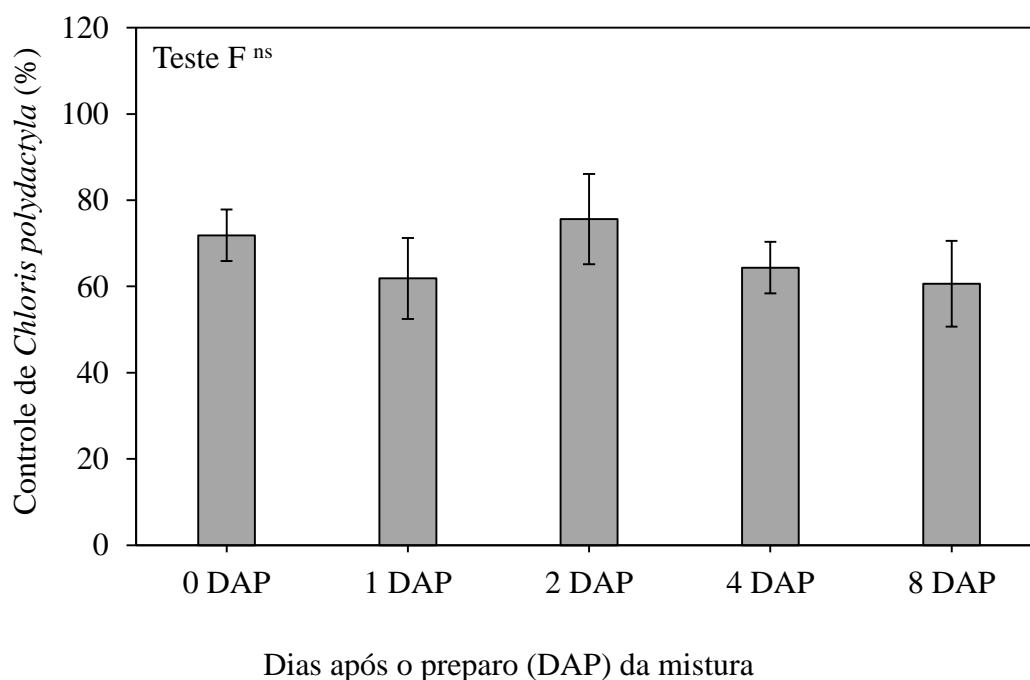
Conforme observado, em todos os tratamentos há evolução no controle das espécies, principalmente da primeira para a segunda avaliação, e por se tratarem de herbicidas de ação sistêmica, que se translocam por diferentes partes das plantas, os resultados do glyphosate e do 2,4-D se tornam pouco evidentes nos primeiros dias de avaliação (DAN et al., 2011).

4.2 Experimento 2

Na Figura 14 está apresentado o controle de *Chloris polydactyla* aos 42 dias após a aplicação de glyphosate + Clethodim + OM em função de dias após o preparo (DAP) da mistura. Observa-se que aos 42 DAA não houve efeito do armazenamento das caldas no controle de *C. polydactyla* pelo teste F, permanecendo abaixo de 80% para todos os tratamentos, não atingindo controles satisfatórios.

A dificuldade no controle pode ser explicada pelo estágio em que a planta se encontrava no momento da aplicação, que segundo Oliveira Júnior et al. (2011), o controle das plantas daninhas no estágio pós-inicial é maior quando comparado a fase adulta devido a melhor absorção e translocação dos herbicidas e também a menor lignificação dos tecidos vegetais. Giló et al. (2016) cita ainda que, para plantas da espécie *Digitaria insularis*, pertencente à mesma família da *C. polydactyla*, o controle no perfilhamento é extremamente difícil, pois além da lignificação dos tecidos vegetais, há também um exponencial aumento de matéria seca.

Figura 14- Controle de *Chloris polydactyla* aos 42 dias após a aplicação de glyphosate + clethodim + OM em função de dias após o preparo (DAP) da mistura.

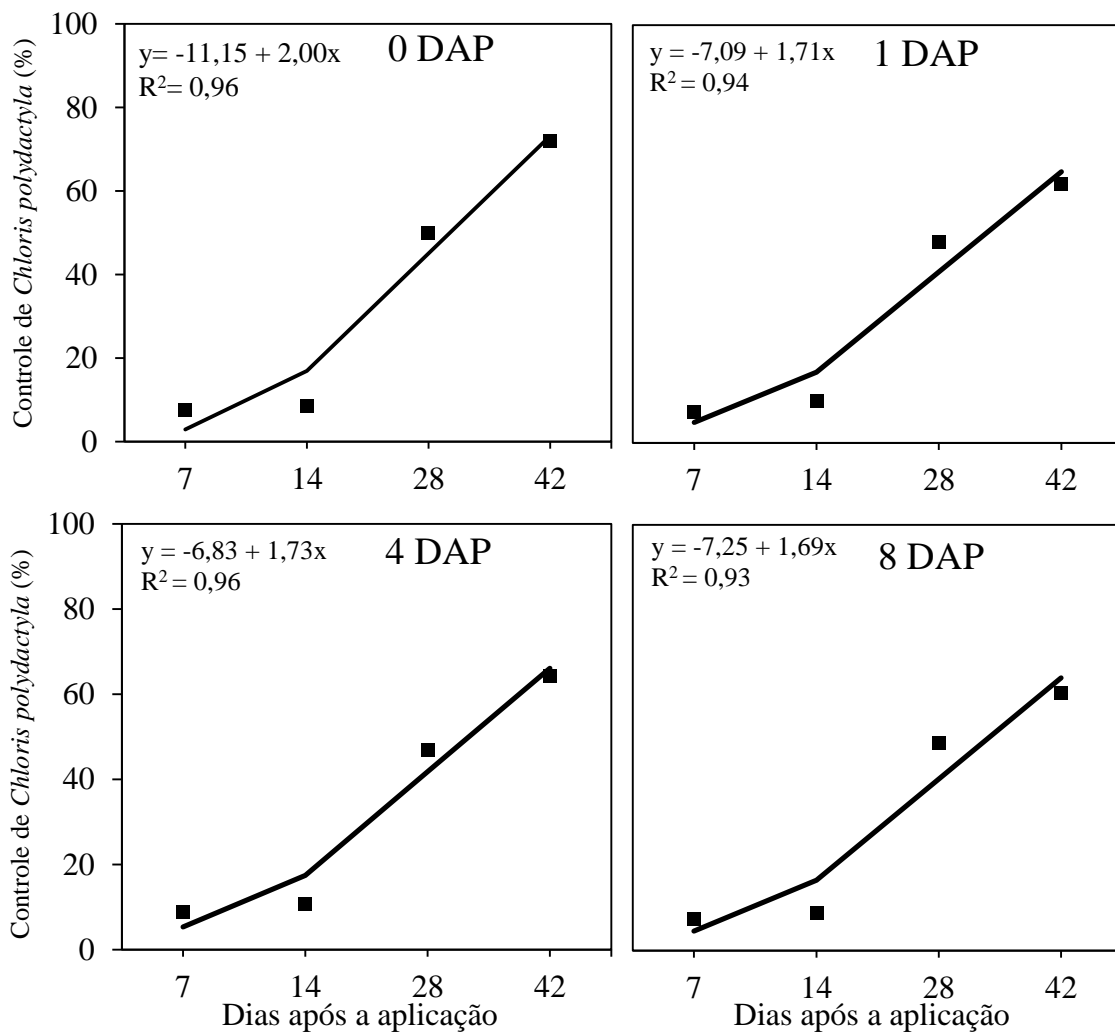


Na Figura 15 estão apresentadas as notas médias de controle de *Chloris polydactyla* causadas pela aplicação da mistura glyphosate + clethodim + OM em função de

dias após o preparo (DAP) da mistura. Observa-se que, nas avaliações aos 7 e 14 DAA, as notas de controle ficam abaixo dos 10%, independente do período de armazenamento. Esses resultados salientam para a dificuldade de controle da espécie, principalmente no período inicial, e segundo Brunharo et al. (2016) pode estar atrelada a menor absorção e translocação dos herbicidas nas plantas.

Observa-se também, que todos os tratamentos apresentam o mesmo comportamento no decorrer das avaliações, comprovando não haver diferenças na eficiência das misturas em função dos períodos de armazenamento.

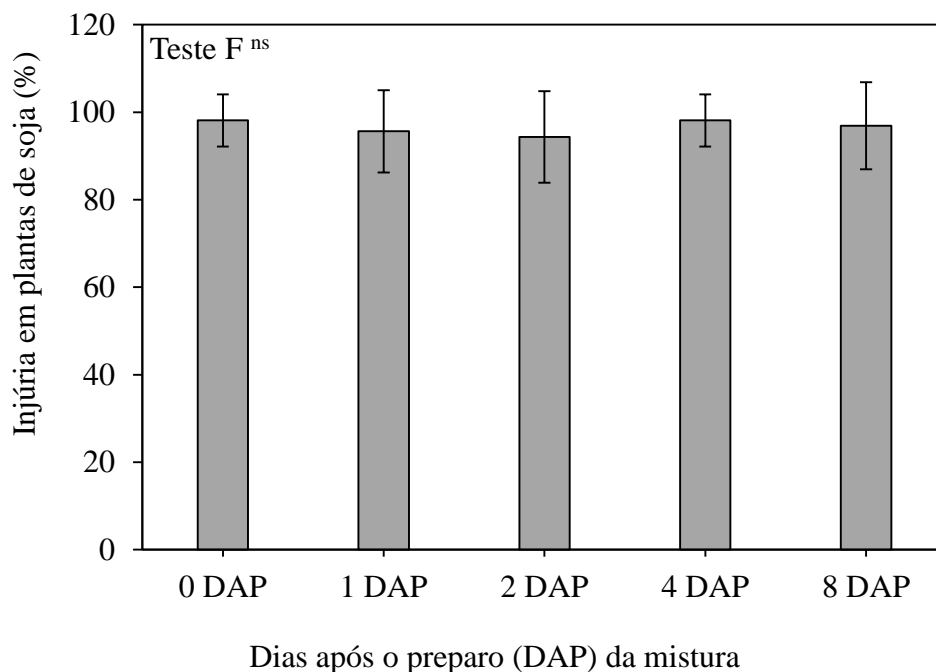
Figura 15 - Controle de *Chloris polydactyla* ao longo do tempo de avaliação com a mistura de glyphosate + clethodim + OM em função de dias após o preparo (DAP).



4.3 Experimento 3

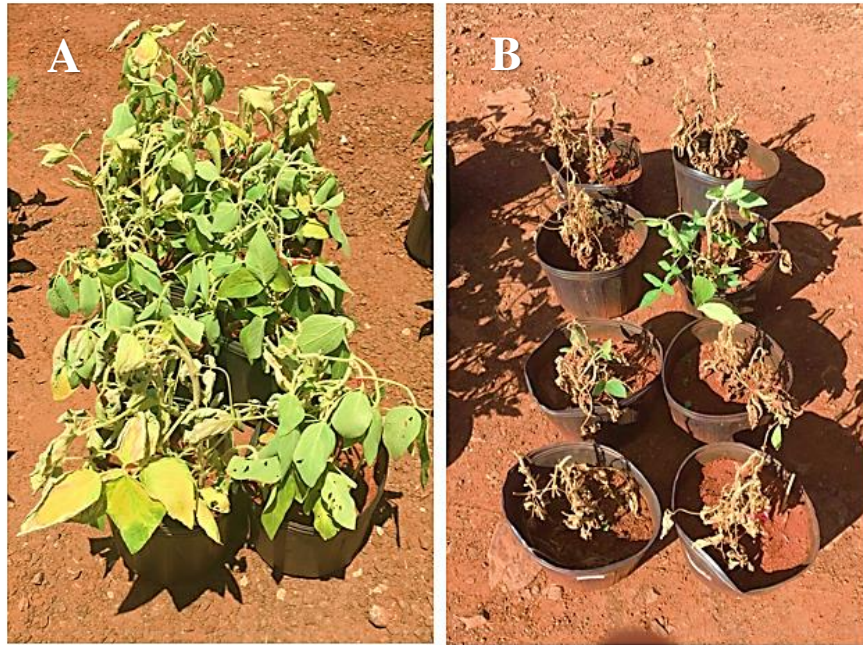
Aos 21 DAA, todos os tratamentos apresentaram controle próximo a 100% para as plantas de soja, não apresentando diferenças significativas, conforme Figura 16. Por se tratar de uma cultivar convencional, ou seja, sem resistência induzida a nenhum herbicida, previa-se maior facilidade de controle, que foi confirmado com os resultados atingidos.

Figura 16 – Injúria em plantas de soja aos 21 dias após a aplicação de glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP) da mistura.



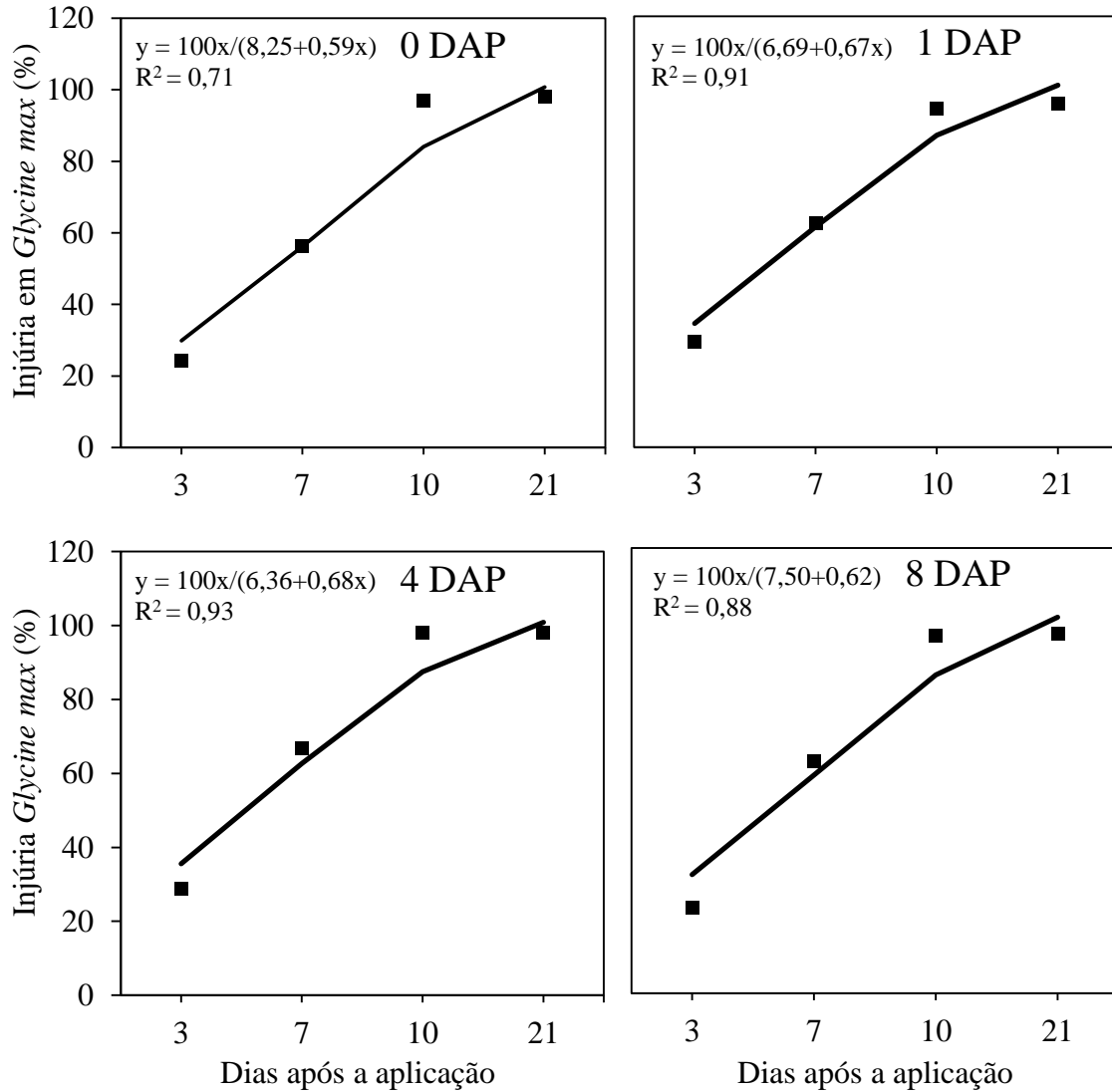
De acordo com o que já foi citado, herbicidas de ação sistêmica não demonstram resultados de controle nos primeiros dias de avaliação, isso fica evidente ao se comparar a avaliação de 3 DAA, onde há baixo percentual de injúria, e a avaliação aos 21 DAA, onde as injúrias nas plantas são nítidas, conforme visualizado na Figura 17.

Figura 17 - Comparação do tratamento com 0 DAP aos 3 DAA (A) e aos 21 DAA (B).



Na Figura 18 está apresentado a injúria nas plantas de soja causada pela aplicação de glyphosate + 2,4-D + OV em diferentes dias após o preparo (DAP) da mistura. Observa-se que, a avaliação aos 3 DAA apresentou variação de 20 a 30 % de injúria, e aos 10 DAA houve considerável aumento, atingindo 100% de injúria ou comprometimento total das plantas, independente do período de armazenamento das caldas. Esse fato comprova a ação dos herbicidas sistêmicos e indica que o armazenamento das caldas não traz prejuízos na eficiência dos herbicidas, principalmente quando se trata de plantas sensíveis, onde os resultados são vistos rapidamente.

Figura 18 – Injúria em plantas de soja ao longo do tempo de avaliação com a mistura de glyphosate + 2,4-D + OV em função de dias após o preparo (DAP).

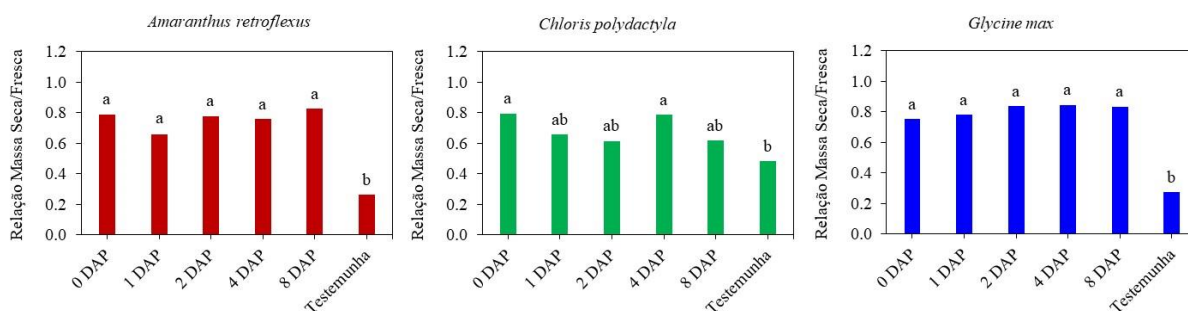


4.4 Relação da Massa da Matéria Fresca e Seca

Para as espécies *A. retroflexus* e *G. max*, os dias após o preparo das caldas não apresentaram interferência na relação matéria seca/matéria fresca. Quanto mais próximo for o valor das duas variáveis, maior será o valor da relação, isso explica a diferença entre os tratamentos e a testemunha, que apresenta grande quantidade de matéria fresca por não receber a aplicação de nenhum herbicida, conforme apresentado na Figura 19.

É importante salientar que o controle das duas espécies foi satisfatório, isso faz com que a massa da matéria fresca das plantas seja menor, elevando os valores da relação. Outro ponto importante está na homogeneidade das plantas de *A. retroflexus* e de *G. max*, que são ainda mais homogêneas por serem cultivadas em vasos a partir de sementes comerciais, conferindo menor variabilidade nos dados.

Figura 19 - Relação da massa da matéria seca/fresca das plantas de *Amaranthus retroflexus*, *Chloris polydactyla* e *Glycine max* aos 42 DAA das misturas de herbicidas em função de dias após o preparo (DAP). Letras iguais não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Para a *C. polydactyla*, os tratamentos com 0 e 4 DAP apresentaram maior relação de massa da matéria seca e fresca, diferindo estatisticamente da testemunha. O tratamento com 2 DAP, com exceção da testemunha, é o que apresenta menor valor da relação e, simultaneamente a maior nota de controle da espécie aos 42 DAA, o que teoricamente não é esperado. O controle não satisfatório e a variabilidade entre as plantas, principalmente devido a quantidade de perfilhos, atrelado a coleta aleatória das amostras para análise, gera variações nos dados, explicando os resultados.

4.5 Características Físicas e Químicas das Caldas de Pulverização

Na Tabela 12, estão apresentados os valores médios de tensão superficial (mN m^{-1}), densidade (kg m^{-3}) e pH das misturas de herbicidas, relacionados com os dias após o preparo utilizados nos experimentos. Para as duas misturas, os valores das características físicas e químicas foram similares independente dos tratamentos, não ocorrendo diferenças significativas. A ausência de alteração das características físicas e químicas, principalmente da tensão superficial, é um fator positivo no armazenamento das caldas, e devido aos valores encontrados, apresentam grande potencial de molhamento, conferindo maior facilidade no controle das espécies.

Tabela 12 - Caracterização física e química das misturas utilizadas dias após o preparo (DAP).

DAP	Glyphosate + 2,4-D + OV			Glyphosate + Clethodim + OM		
	Tensão superficial (mN m^{-1}) ^{ns}	Densidade (kg m^{-3}) ^{ns}	pH ^{ns}	Tensão superficial (mN m^{-1}) ^{ns}	Densidade (kg m^{-3}) ^{ns}	pH ^{ns}
0	26,11	1,0005	6,36	25,02	0,9952	6,26
1	26,94	1,0025	6,43	25,85	0,9972	6,35
2	26,18	1,0021	6,42	25,74	0,9972	6,29
4	26,71	1,0021	6,47	25,31	0,9953	6,37
8	26,28	1,0006	6,39	25,24	0,9969	6,36
Média	26,44	1,0016	6,41	25,43	0,9964	6,33
DP	0,36	0,0009	0,04	0,35	0,0010	0,05
CV (%)	1,36	0,09	0,65	1,37	0,10	0,76

DAP-Dias após o preparo. DP-Desvio-padrão. Ns-não significativo pelo teste F ($p>0,05$). OV-óleo vegetal. OM-óleo mineral.

Dentre os herbicidas utilizados no experimento, o glyphosate é o que apresenta menor tensão superficial, que segundo Oliveira et al. (2015) apresenta valores próximos a 40 mN m^{-1} , podendo estar relacionado com a presença de diferentes surfatantes em sua formulação (CASTRO et al., 2018). Para as duas misturas, os maiores valores são ainda inferiores ao do glyphosate, indicando que a adição do óleo, independente se de origem vegetal ou mineral, é capaz de reduzir a tensão superficial, conferindo maior área de molhamento da calda aplicada. Segundo Mendonça, Raetano e Mendonça (2007), existem variações na tensão superficial dos óleos minerais e vegetais que é promovido pela quantidade e qualidade de emulsificante adicionado a formulação.

Quanto a densidade, todas apresentaram valores de densidade próximos ao da água ($1,0 \text{ kg m}^{-3}$), com alterações apenas nas duas últimas casas decimais, concordando com Oliveira e Antuniassi (2012) que em trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da adição de surfatantes nas caldas de pulverização chegaram a resultados similares. Em estudo realizado por Cunha, Alves e Reis (2010), a adição dos adjuvantes não promoveu variação na densidade das caldas, relataram também, que modificações na densidade não são obtidas com facilidade devido à baixa concentração do adjuvante em relação a água.

O pH da mistura glyphosate + 2,4-D + OV variou de 6,36 a 6,47, já para a mistura glyphosate + clethodim + OM, os valores variaram de 6,26 a 6,37, demonstrando pequena alteração em termos práticos. Nota-se que para as duas misturas, o menor valor de pH é encontrado na calda preparada e analisada no mesmo dia, indicando que mesmo que pequenas, alterações neste quesito podem ocorrer ao longo do período de armazenamento. Essas alterações dificilmente acarretarão em perdas de eficiência dos herbicidas, sendo que, os produtos foram formulados para suportar variações no pH. De qualquer forma, se torna importante consultar a bula dos produtos para verificar a faixa de pH ideal para cada um (CUNHA; ALVES; MARQUES, 2017).

5 CONCLUSÕES

O armazenamento da mistura glyphosate + 2,4-D por até 8 dias não causa alterações no controle de *Amaranthus retroflexus*, *Sorghum halepense*, *Commelina benghalensis* e *Glycine max*.

O armazenamento da mistura glyphosate + clethodim por até 8 dias, não gera interferências no controle de *Chloris polydactyla* e que variações no controle estão relacionadas com o tempo de avaliação após aplicação das caldas.

Não há alteração das características físicas e químicas (tensão superficial, densidade e pH) em função do armazenamento das misturas de glyphosate + 2,4-D e glyphosate + clethodim.

O armazenamento das misturas de glyphosate + 2,4-D e glyphosate + clethodim por até 8 dias, pode ser uma estratégia quando as condições agrometeorológicas para aplicação não são adequadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, E. R. et al. **Primeiro relato de *Amaranthus palmeri* no Brasil em áreas agrícolas no estado de Mato Grosso**. Cuiabá: 2015. 8 p. (Circular Técnica IMA-MT, 19).

ANDÚJAR D. et al. Spatial and temporal dynamics of *Sorghum halepense* patches in maize crops. **Weed Research**, v.52, n.5 p.411–420, 2012.

BOERBOOM, C. **Field case studies of dicamba movement to soybeans**, 2004. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/ad82/0d0da22d7e4d5a94d16b6ce87ed2967b19ec.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 67, de 30 de maio de 1995. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 30 de mai. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 24 de julho de 2002. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 24 de jul. de 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 11 de out. de 2018. Seção 1, p. 3.

BRIGHENTI, A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. *Chloris polydactyla* (L.) Sw., a perennial Poaceae weed: emergence, seed production, and its management in Brazil. **Weed Biology and Management**, v.7, n.2, p.84–88, 2007.

BRUNHARO, C.A.C.G. et al. Confirmation and mechanism of glyphosate resistance in tall windmill grass (*Chloris elata*) from Brazil. **Pesticide Management Science**, v.72, n.9, p.1758-1764, 2016.

CAMPLI, C. M. **Espalhamento e tempo de evaporação de gotas pulverizadas em folhas de tomateiro sob condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar**. 2015. 98 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes.

CARVALHO, L.B. **Plantas Daninhas**. 1ª Ed., Lages: Editado pelo autor, 2013, 5-15p.

CARVALHO S.J.P. et al. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, v.23, n.4, p.603-609, 2005.

CARVALHO, S.J.P. et al. Susceptibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.541-548, 2006.

CARVALHO, S. J. P. Características biológicas de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. In.: INOUE, M. H. et al. **Manejo de Amaranthus**. São Carlos: RiMa, 2015. p. 21-36.

CASTRO, E.B. et al. Influence of adjuvants on the surface tension, deposition and effectiveness of herbicides on fleabane plants. **Planta Daninha**, v.36, e:018166251, 2018.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. 120 p.

COETZER, E.; AL-KHATIB, K.; LOUGHIN, T.M. Glufosinate efficacy, absorption, and translocation in amaranth as affected by relative humidity and temperature. **Weed Science**. v.49, n.1, p.8-13, 2001.

CONCENÇO, G.; MACHADO, L.A.Z.; CECCON, G. **Espécies de Sorghum infestantes: importância e manejo de sistemas produtivos**. EMBRAPA. Comunicado Técnico, 180, 9 p., 2012.

CORREIA, N.M.; RESENDE, Í. Response of three *Chloris elata* populations to herbicides sprayed in pre- and post-emergence. **Planta Daninha**, v.36, e.018176117, 2018.

COSTA, N.V. et al. Métodos de controle de plantas daninhas em sistema orgânicos: breve

revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.17, n.1, p.25-44, 2018.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S.; REIS, E.F. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.665-672, 2010.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S.; MARQUES, R.S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.48, n.2, p.261-270, 2017.

CUNHA, J.P.A.R. et al. Pesticide application windows in the region of Uberlândia-MG. **Bioscience Journal**, v.32, n.2, p.403-411, 2016.

DAMALAS, C.A.; ELEFTHEROHORINOS, I.G. Dicamba and Atrazine Antagonism on Sulfonylurea Herbicides Used for Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Control in Corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v.15, n.1, p. 62-67, 2001.

DAN, H.A. et al. Controle de plantas voluntárias de soja com herbicidas utilizados em milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.253-257, 2011.

DEVKOTA, P.; WHITFORD, F.; JOHNSON, W.G. Influence of Spray-Solution Temperature and Holding Duration on Weed Control with Premixed Glyphosate and Dicamba Formulation. **Weed Technology**, v.30, n.1, p.116-122, 2016.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília/DF: Embrapa Produção de Informação, 2013. 353p.

EURE, P.M. et al. Performance of Cotton Agrochemicals when Spray Solution Application is Delayed. **The Journal of Cotton Science**, v.15, n.3, p.215-223, 2011.

EURE, P.M. et al. Efficacy of herbicides when spray solution application is delayed. **International Journal of Agronomy**, v.2013, Article ID 782486, 7 pages, 2013.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. Eficiência do nicosulfuron no controle de capim-massambara na cultura do milho. **Planta Daninha**, v.15, n.1, 1997.

FERREIRA, B.W. et al. Fungi on *Commelina benghalensis* from Brazil, with notes on potencial for weed biological control. **Tropical Plant Pathology**, 43:21-35, 2018.

FRANCISCHINI, A.C. et al. Resistance of *Amaranthus retroflexus* to acetolactate synthase inhibitor herbicides in brazil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.437-446, 2014.

GANDOLFO, U.D. **Influência de diferentes misturas em tanque contendo o herbicida 2,4-d no espectro de gotas da aplicação**, 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2014.

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n.1, p. 83-92, 2015.

GILO, E.G. et al. Alternatives for chemical management of sourgrass. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 4, p. 881-889, 2016.

GOMES, S.A. et al. Residual effect of mixture of glyphosate and 2,4-D in winter maize in different soil textures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.21, n.5, p.317-321, 2017.

GREEN, J.M. The rise and future of glyphosate and glyphosate-resistant crops. **Pesticide Management Science**, v.74, n.5, p.1035-1039, 2016.

HOLM, L.G. et al. **The World's Worst Weeds**. University Press of Hawaii, Honolulu, 1977.

HORAK, M. J.; LOUGHIN, T. M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. **Weed Science**, v. 48, n. 3, p. 347-355, 2000.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, v. 1. 824 p, 1997.

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

KRENCHINSK, F.H. et al. Germination and dormancy in seeds of sorghum halepense and Sorghum arundinaceum. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.33, n.2, p. 223-230, 2015.

LIN, C. et al. Determination of isoxaflutole (balance) and its metabolites in water using solid phase extractions followed by high-performance liquid chromatography with ultraviolet or mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.21, p. 5816-5824, 2002.

LIN, C. et al. Degradation of Isoxaflutole (Balance) Herbicide by Hypochlorite in Tap Water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.27, p.8011-8014, 2003.

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

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 137 p, 2006.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4^a ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MACIEL, C.D.G. et al. Misturas em tanque com glyphosate para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR®. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.1, p.35-42, 2011.

MENDONÇA, C.G.; RAETANO, C.G.; MENDONÇA, C.G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, p.16-23, 2007.

MOLINA, A.M.; AGRASAR, Z.E.R. Revisión taxonómica de las especies del género Chloris (Poaceae: Chloridoideae) en Sudamérica. **Candollea**, v.59, n.2 p. 47–428, 2004.

NALEWAJA, J.D.; MATYSIAK, R.; SZELEZNIAK, E. Sethoxydim Response to Spray

Carrier Chemical Properties and Environment. **Weed Technology**, v.8, p.591-597, 1994.

OLIVEIRA, R.B.; ANTUNIASSI, U.R. Caracterização física e química e potencial de deriva de caldas contendo surfatantes em pulverizações agrícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.27, n.1, p.138-149, 2012.

OLIVEIRA, R.B. et al. Influence of the glyphosate formulations on wettability and evaporation time of droplets on different targets. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.599-606, 2015.

OLIVEIRA, R.B. et al. Misturas em tanque. **Revista Agro DBO**, n.95, p.23, 2017.

PACHECO, L. P. et al. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, n.3, p.500-508, 2016.

PENCKOWSKI, L.H., ROCHA, D.C. **Guia ilustrado de identificação e controle de espécies de trapoerabas**. Castro: Fundação ABC, 2006.

PETTER, F.A. et al. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n.2, p. 129-138, 2013.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p. 16-27, setembro, 1985.

PLACIDO, H.F. **Caracterização morfológica da superfície foliar de Chloris elata resistente ao glyphosate e manejo de capim-branco e capim-amargoso no período entressafra no sistema sucessão soja/milho**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Fitotecnia. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

QUEIROZ, A.A.; MARTINS, J.A.S.; CUNHA, J.P.A.R. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

QUEIROZ, M.F.P. **Espectro de gotas e características físicas de caldas com adjuvantes tensoativos e os herbicidas glyphosate e 2,4-d, isolados e em mistura**. 2018. 74 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2018.

RAMOS, H.H; DURIGAN, J.C. Efeito do armazenamento da calda na eficácia de herbicidas aplicados em: i. Pós-emergência. **Planta Daninha**, v.16, n.2, 1998.

RAMOS, H.H; DURIGAN, J.C. Efeito do armazenamento da calda na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência (parte II). **Planta Daninha**, v.17, n.1, 1999.

RIAR, M.K. et al. Environmental Influences on Growth and Reproduction of Invasive *Commelina benghalensis*. **International Journal of Agronomy**, v.2016, Article ID 5679249, 9 pages, 2016.

ROCHA, D.C et al. Efeito de herbicidas sobre quatro espécies de trapoeraba. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.25, n.2, p.359-364, 2007.

RONCHI, C.P. et al. Misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas do gênero *Commelina*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, n.2, p.311-318, 2002a.

SAAD, O. **A vez dos herbicidas**. 2a Ed., São Paulo, Editora Nobel S.A., 267p, 1978.

SANTOS, I.C. et al. Eficiência do herbicida glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.135-143, 2001.

SENTELHAS, P.S.; MONTEIRO, J.E.B.A. Agrometeorologia dos Cultivos: informações para uma Agricultura Sustentável. In: MONTEIRO, J.E. **Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p.3-12.

SILVA, A.F.; OLIVEIRA, R.B.; GANDOLFO, M.A. Mapping of the time available for application of pesticides in the state of Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum**, v.40, e.39421, 2018.

SBCPD - SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina - PR: S.B.C.P.D., 42 p. 1995.

SOUZA, H.F.; OLIVEIRA, L.N.; TIMOSSI, P.C. Eficácia de herbicidas no controle de *Commelina benghalensis*. **Científica Rural**, v.19, n.2, 2017.

STEWART, C.L. et al. How long can a herbicide remain in the spray tank without losing efficacy? **Crop Protection**, v. 28, n. 12, p. 1086-1090, 2009.

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, p.1-13, 2013.

VIEIRA JÚNIOR, N. S. et al. Associação de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do milho. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.8, n.1, p.1-8, 2015.

ZANATTA, J.F. et al. Teores de água no solo e eficácia do herbicida fomesafen no controle de *Amaranthus hybridus*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.26, n.1, p. 43-155, 2008.