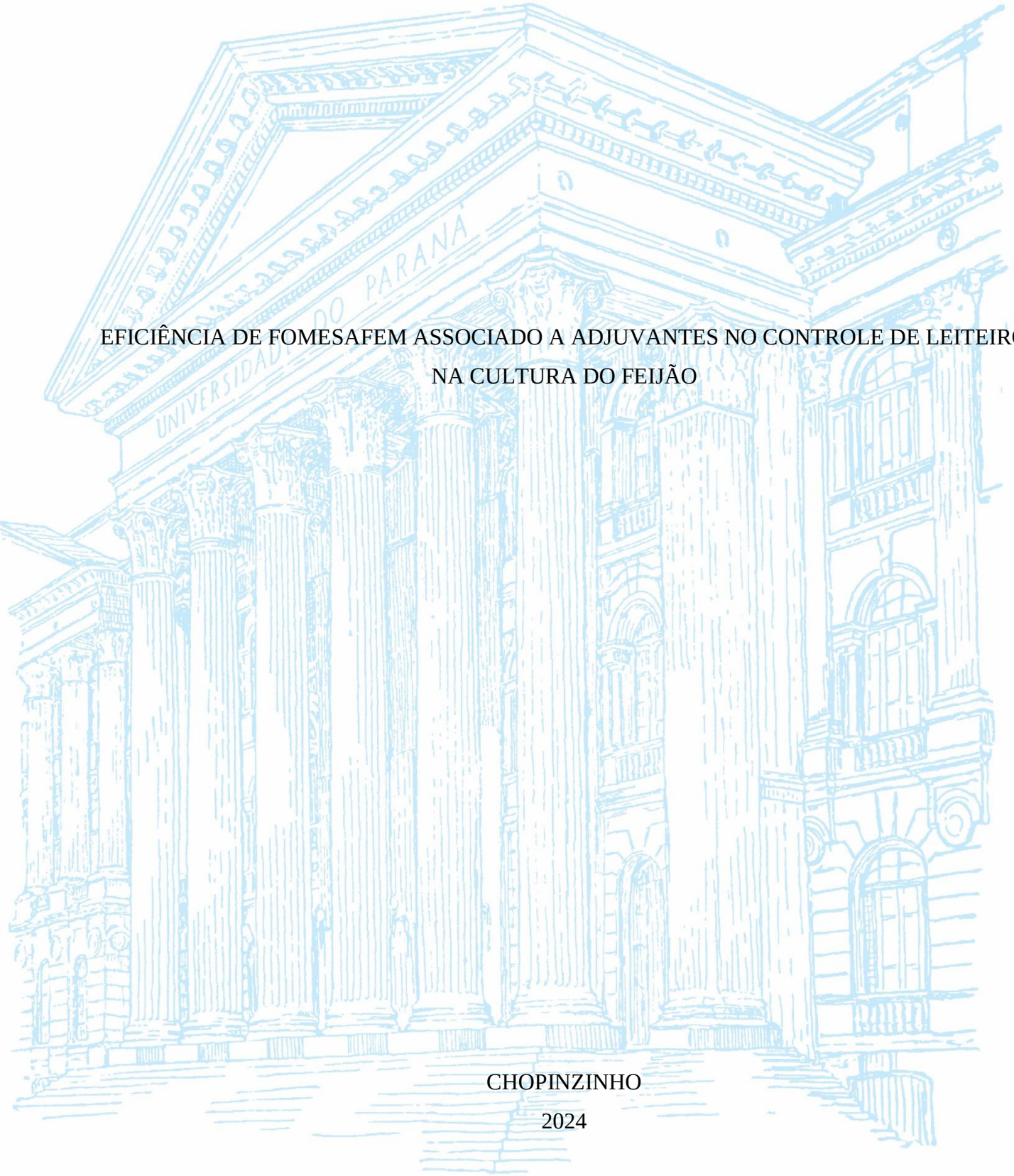
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA AMARAL LUCCA



EFICIÊNCIA DE FOMESAFEM ASSOCIADO A ADJUVANTES NO CONTROLE DE LEITEIRO NA CULTURA DO FEIJÃO

CHOPINZINHO

2024

FERNANDA AMARAL LUCCA

EFICIÊNCIA DE FOMESAFEM ASSOCIADO A ADJUVANTES NO CONTROLE DE LEITEIRO NA CULTURA DO FEIJÃO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira

CHOPINZINHO

2024

Dedico este trabalho aos meus pais, filho, família e ao meu noivo, quais foram de grande inspiração e primordiais para a minha trajetória em todo o curso de Pós graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por ter me concedido a graça de superar todos os obstáculos enfrentados até aqui.

Aos meus pais Altemir Pedro Lucca e Beatriz Ramos do Amaral, por serem a minha base e serem meus primeiros educadores.

As minhas irmãs Eduarda Amaral Lucca, Marcela Vitoria do Amaral Lucca e Bernardo Luiz Amaral. Pelo suporte nesta caminhada.

Ao meu noivo e companheiro Vitor Augusto Orias Guarneri, que sempre suportou, incentivou, sendo presença em todos os momentos, sendo inspiração e motivação sempre, contribuindo e presente para concluir mais este objetivo.

Ao meu orientador, Dr. Rone Batista de Oliveira, pelos conhecimentos e ensinamentos passados em todas as aulas, disponibilidades, correções e incentivo.

E por fim a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“Uma pessoa humilde é aquela que não diminui o outro para crescer”

Mário Sergio Cortella, 1997.

RESUMO

Feijão é uma cultura de grande importância para alimentação brasileira, bem como no âmbito socioeconômico para região sudoeste do Paraná. O princípio ativo fomesafem é um dos herbicidas mais usados para o controle da principal planta daninha presente na cultura do feijão que é o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), que tem seu controle reduzido expressivamente conforme aumenta seu desenvolvimento do leiteiro. Isso está relacionado ao fato desse herbicida possuir ação de contato e requer bom espalhamento de gotas que promova adequada área de cobertura naaplicação. Adjuvantes tem a capacidade de melhorar o desempenho do herbicida , incluindo a redução da tensão superficial das gotas da calda de pulverização proporcionando maior cobertura. Diante disso, o presente estudo teve por objetivo testar a eficiência de fomesafem associado com diferentes adjuvantes. Foi realizada a semeadura de sementes da espéciedaninha em vasos e feito desbaste deixando o mesmo número de plantas por vasos, bem como o tamanho ideal de controle do leiteiro com quatro, sendo duas verdadeiras e duas cotiledonares. Realizou-se as aplicações com o volume de calda de calda de 150 L ha^{-1}, utilizando uma ponta de pulverização tipo leque 11002. Foi avaliado o nível de controle aos 7 e 14 dias após aplicação. Também foi determinado a massa verde da parte aérea após aos 14 dias. Os resultados demonstraram existência de diferença significativa ao se fazer uso de adjuvantes associado ao fomesafem. A associação de adjuvante ao fomesafem melhorou os níveis de controle do leiteiro e o uso de adjuvantes alternativos proporcionou níveis de controle similares.

Palavras-chave: Surfactantes. Tecnologia de aplicação. *Euphorbia heterophylla*. Planta daninha.

ABSTRACT

Beans are a crop of great importance for Brazilian food, as well as in the socioeconomic sphere for the southwest region of Paraná. The active ingredient fenosafem is one of the most used herbicides to control the main weed present in bean crops, which is milkweed (Euphorbia heterophylla), which has its control significantly reduced as its milkweed development increases. This is related to the fact that this herbicide has contact action and requires good droplet spreading that promotes an adequate coverage area during application. Adjuvants have the ability to improve herbicide performance, including reducing the surface tension of spray drops, providing greater coverage. Therefore, the present study aimed to test the efficiency of falesafem associated with different adjuvants. Seeds of the weed species were sown in pots and thinning was carried out, leaving the same number of plants per pot, as well as the ideal size for milkweed control with four, two true and two cotyledonary. Applications were carried out with a spray volume of 150 L ha-1, using a 11002 fan-type spray tip. The level of control was evaluated at 7 and 14 days after application. The green mass of the aerial part was also determined after 14 days. The results demonstrated the existence of a significant difference when using adjuvants associated with medosafem. The combination of an adjuvant with medosafem improved the milkman's levels of control and the use of alternative adjuvants provided similar levels of control.

Keywords: Surfactants. Application technology. Euphorbia heterophylla. Weed plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Leiteiro no estádio de aplicação dos tratamentos, com duas folhas verdadeiras e duas cotiledonares. 7
Figura 2 - Papel hidrosenssível marcando o espectro de gotas e área de cobertura proporcionada pela pulverização. 15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos realizados e suas respectivas doses de aplicação. .....**Erro! Indicador não definido.**
Tabela 2 – Controle de leiteiro aos 7 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas. 14
Tabela 3-Controle de leiteiro aos 14 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas. (Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro). 15
Tabela 4 - Massa verde da parte aérea do leiteiro aos 14 dias após aplicação (14 DAA) dos tratamentos herbicidas (Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro). ... **Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **5**
1.1 JUSTIFICATIVA 6
1.2 OBJETIVOS 6
1.2.1 Objetivo geral 6
1.2.2 Objetivos específicos 6
1.3 METODOLOGIA 6
REVISÃO DE LITERATURA **8**
1.4 LEITEIRO 8
1.5 HERBICIDA FOMESAFEM 9
1.6 ADJUVANTES 10
1.6.1 Aditivos 12
1.6.2 Surfactantes 12
1.6.3 Aderentes 12
1.6.4 Emulsificantes 12
1.6.5 Dispersantes 12
1.6.6 Espalhantes 13
1.6.7 Molhantes (umectantes) 13
1.6.8 Aniônico e catiônico 13
1.6.9 Não iônico 13
1.6.10 Antiespuma 14
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO 14
3 MATERIAIS E MÉTODOS ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS **16**
4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
REFERÊNCIAS **17**

1 INTRODUÇÃO

Os adjuvantes são de extrema importância por desempenharem algumas funções quando adicionado ao produto formulado ou dentro da calda de aplicação. Eles têm capacidade de uma mudança imediata fisioquímica dentro da calda, eles conseguem modificar a superfície dos líquidos agroquímicos, qual é a função dos adjuvantes surfactantes, estes que proporcionam um maior espalhamento das gotas (espalhantes), diminuem a evaporação das gotas (umectantes), estabilizam a calda (dispersantes), e aumentam o tempo de permanência da gota na superfície da folha (aderentes). Nos adjuvantes tem aditivos presentes, estes têm a atuação de ação penetrante, neste caso, modifica a superfície e cutícula das plantas, qual possui uma camada de cera a qual serve como uma barreira física de proteção das folhas (VARGAS; ROMAN, 2006).

Quando os adjuvantes são empregados a aplicações, eles contribuem para a eficiência dos ingredientes ativos que estão sendo aplicados, os adjuvantes são indicados para qualquer tipo de aplicação, seja ela junto com fungicidas, inseticidas, acaricidas ou herbicidas.

O principal herbicida é o fomesafem, quando citado a planta daninha leiteiro, deve-se realizar a aplicação em estádio inicial do seu desenvolvimento para obter um bom nível de satisfação de controle. Alguns estudos mostram que 14 dias após a emergência da planta daninha leiteiro, mesmo utilizando a dose de bula comercial do fomesafem o controle se mostra cada vez mais difícil (RUAS et al., 2005).

Ressalva a exigência do fomesafem para controlar o leiteiro se deve a sua ação de contato (translocação limitada), atributo dos herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), assim se faz necessário observar o estádio ideal do controle do leiteiro, duas folhas cotiledonares e duas verdadeiras (BRUSAMARELLO, 2019), fazer bem o uso de adjuvantes que tenham a capacidade de auxiliar e promover melhor cobertura na área que for aplicada, apresentando um melhor espalhamento e melhor efetividade no controle da planta daninha leiteiro.

É necessário realizar o manejo das plantas daninhas na cultura do feijão para se ter uma boa produtividade, tendo em vista que a cultura do feijão é muito suscetível a competição, apresentasse dentro das ervas daninhas, o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) o mais presente, e que precisa de atenção no seu controle.

É um problema na cultura do feijão a necessidade de maior eficiência no controle do leiteiro, pois o número de herbicidas que possuem registro para esta cultura é reduzido. Importante assim ressaltar os resultados positivos que a tecnologia de aplicação favorece quando utilizada nas aplicações principalmente do fomesafem, sendo necessário o uso de adjuvantes que potencializem a ação dos herbicidas. Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência destes adjuvantes não iônicos/aniônicos.

1.1 JUSTIFICATIVA

A planta daninha leiteiro (*Euphorbia heterophylla L.*), na cultura do feijão, é de difícil controle, e responsável por perdas significativas de produtividade. Esta espéciepossui um rápido crescimento, desenvolvimento e compete por luz, água, espaço e nutrientes (MACHADO, 2012).

O principal método de controlar estas plantas daninhas é o controle químico, entretanto existem ainda poucos herbicidas com seletividade e registro para a cultura do feijão, conveniente a sua alta sensibilidade aos herbicidas (BRUSAMARELLO, 2019).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo de avaliar a eficiência de fomesafen no controle da planta daninha leiteiro (*Euphorbia heterophylla L.*) na cultura do feijão, utilizando combinações do inibidor da Protox fomesafen e diferentes adjuvantes, em pós-emergência.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar quais adjuvantes associados ao fomesafem permitem maior nível de controle do leiteiro.

1.3 METODOLOGIA

Foi realizado o experimento na propriedade do Sr. José Joanin de Oliveira, na comunidade de Mato Branco, cidade de Chopinzinho–PR, coordenadas -25°83’25206”S-52°36’91108”W. O experimento foi instalado dentro de uma casa de vegetação (estufa), sem controle de umidade, velocidade do ar e temperatura, as aplicações dos tratamentos foram realizadas utilizando-se de um pulverizador Jacto costal manual, com ponta de pulverização tipo leque AXI 11002, com volume de calda de 150 L ha^{-1}. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, no qual foi realizado sete tratamento e seis repetições, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos realizados e suas respectivas doses de aplicação.

Caldas de aplicação	Dose (L/ha) ou concentração (%)	Nome comercial
T1 Fomesafem + adjuvante	200 g ha^{-1} + 0,2% v/v	FLEX® + Energic
T2 Fomesafem + adjuvante	200 g ha^{-1} + 0,1% v/v	FLEX® + Compative Max
T3 Fomesafem + adjuvante	200 g ha^{-1} + 0,1% v/v	FLEX® + Nutrol Max
T4 Fomesafem + adjuvante	200 g ha^{-1} + 0,1% v/v	FLEX® + Fulltec Max
T5 Fomesafem + adjuvante	200 g ha^{-1} + 0,1% v/v	FLEX® + Emultec Max

Foi realizada a semeadura de sementes de leiteiro (*Euphorbia Heterophylla*), no dia 23/03/2024 as nove e meia da manhã, em seis vasos com capacidade de cinco litros, cada vaso recebeu em média 20 sementes de leiteiro, qual foi realizado diariamente irrigado para manter a umidade necessária, após a germinação foi realizado o desbaste onde permaneceu em média 6 plantas por vaso com as características de tamanho e desenvolvimento similares.

Foi realizada a aplicação dos tratamentos, quando as plantas se encontravam no estádio de quatro folhas, sendo elas duas folhas verdadeiras e duas cotiledonares. Conforme Figura 1, exemplo do estádio ideal para aplicação dos tratamentos.

Figura 1– Leiteiro no estádio de aplicação dos tratamentos, com duas folhas verdadeiras e duas cotiledonares.

Autor: Autoria própria (2024)

Foram realizadas as aplicações dos tratamentos utilizando um pulverizador Jacto costal 12 litros, manual, com uma ponta de pulverização tipo leque 110.02, vazão das pontas 0,78 L/min, altura de um metro do chão, em seis vasos de ensaio, com volume de calda de 150 L ha^{-1}.

Junto com a pulverização também foi realizado uma avalição empírica, utilizando papéis hidrosensivéis, quais foram depositados na superfície dos vasos, com o intuito de avaliar a deposição das gotas bem como o seu espectro.

Foi utilizado uma escala de avaliação de controle de injúria, para avaliar a performance dos tratamentos realizados, o qual, em nota 0% representa ausência de controle e nota 100% representa a morte completa as plantas (BRUSAMARELLO, 2019).

Foram realizadas as avaliações de controle aos 7 e 14 dias após a aplicação dos tratamentos.

Após as avaliações, foi efetuada a determinação de massa verde da parte aérea aos 14 dias após as aplicações dos tratamentos, através do corte das plantas rente ao solo e em seguida a pesagem da massa verde em uma balança de precisão.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F do qual foi significativo se prosseguiu com o teste de comparação de médias de Tukey, utilizando o programa computacional RStudio, utilizando o pacote ExpDes.pt (KOZLOWSKI, 2002).

REVISÃO DE LITERATURA

1.4 LEITEIRO

A *E. heterophylla* (leiteiro ou amendoim bravo) é uma planta daninha da família Euphorbiaceae oriunda do continente americano. Seu florescimento inicia em até 20-30 dias após a germinação, podendo ter vários ciclos anuais (3-4 ciclos por ano) (FIGUEIREDO *et al.*,2019).

O leiteiro produz substância leitosa que está presente em todas as partes da planta. A mesma tem características de porte de 30-80 cm de altura, possui caule liso, sem a presença depelos. Sua coloração é verde, porém algumas plantas apresentam tons avermelhados nos caulesbem como nas folhas. Folhas são alternadas no sentido oposto uma das outras (LORENZI, 2000).

Essa espécie daninha é muito problemática principalmente na cultura do feijão, a qual por ser cultura de ciclo rápido em relação outras culturas, apresenta grande sensibilidade em relação a mato competição (OERKE, 2006). Com a presença de plantas daninhas na cultura dofeijoeiro, a sua produtividade pode ser reduzida de 20 a 80% (KOZLOWSKI *et al*., 2002; SALGADO *et al*., 2007).

Por se tratar de uma daninha que tem ciclo curto, o desenvolvimento do leiteiro é bastante rápido, e caso não seja realizado controle na fase inicial que é a mais sensível, o nívelde controle é reduzido de forma expressiva e aumenta-se as chances de rebrota e continuação de seu desenvolvimento em meio à cultura do feijão, competindo pelos recursos do meio, comoágua, nutrientes, espaço, luminosidade e outros (RIZZARDI, 2002).

1.5 HERBICIDA FOMESAFEM

O herbicida fomesafem pertence ao mecanismo de ação dos inibidores da enzima protoporforinogênio oxidase (Protox). Essa enzima está presente nas células vegetais, sendo responsável por uma etapa na biossíntese da protoporferina IX, sendo esta precursora das clorofilas nas plantas. Então, a Protox catalisa a desidrogenação, que seria a remoção de átomos de hidrogênio do protoporferinogênio IX para formar a protoporferina. Os herbicidas inibidores da Protox, também são conhecidos também como disruptores de membranas celulares. O herbicida compete com o substrato protoporforinogênio IX pelo sítio de ligação na enzima, quando é aplicado o herbicida ele irá se ligar obrigatoriamente a esta enzima por possuir uma maior afinidade, quando comparado com protoporferinogênio IX (CARVALHO, 2013).

Quando aplicado o herbicida, o protoporferinogênio IX sai do cloroplasto e se difunde até o citoplasma da célula e é convertido em uma forma não enzimática, que não retorna mais ao cloroplasto que irá reagir então na presença de luz, formando então espécies reativas de oxigênio. Algumas dessas espécies são: oxigênio singleto (O_2), peróxido de hidrogênio (H_2O_2)que são formados dentro das células e estas substâncias é que são responsáveis pela morte das células, causando degradação da parede celular, através da destruição dos lipídeos, desencadeando então a necrose dos tecidos vegetais. Sendo então este processo conhecido também como peroxidação (VIDAL, 2014).

Outro evento que pode ocorrer é o apoptose conhecido também como morte celular programada (suicídio celular). Onde a célula se destrói para evitar que o produto aplicado seja translocando para outras células e acabe matando a planta. Evento este que é uma teoria também estudada como um mecanismo de resistência das plantas daninhas (VIDAL, 2014). Herbicidas inibidores da protox, que é o caso do fomesafem, herbicida de contato, que exige uma boa cobertura, sendo necessário que tenhamos o máximo de cobertura possível, poiso funcionamento que é a necrose das células só irá acontecer onde o herbicida for depositado. Outro ponto importante em relação a ação do fomesafem, é a necessidade de presença de luz para um melhor funcionamento do herbicida (CARVALHO, 2013).

Por não ter um efeito de translocação na planta, a necrose que o fomesafem implicará na planta, acontecerá exclusivamente no formato e intensidade das gotas de pulverização. Porém pode-se fazer aplicação noturna também de inibidores da Protox, pois neste sentido teráuma condição ambiente mais propícia, cutícula mais hidratada, que facilita a absorção do produto para dentro da célula. Posteriormente quando houver a presença de luz o fenômeno iráacontecer levando as plantas a morte (CARVALHO, 2013).

Os sintomas característicos gerados nas plantas após aplicação de herbicidas desse mecanismo de ação ocorrem muito rápido, sendo um branqueamento dos tecidos devido à

dessecação ou necrose. Esta velocidade de aparecimento dos sintomas depende obviamente da dose do produto aplicado e da tolerância das espécies daninhas, geralmente esta evolução inicia-se após 2 dias da aplicação do herbicida (MARCHI *et al*., 2008).

Fomesafem possui registro para as culturas do algodão (*Gossypium hirsutum*), feijão (*Phaseolus svulgaris*) e soja (*Glycine max*) (AGROFIT, 2022). Na cultura do feijão é amplamente empregado para o controle principalmente de leiteiro, principal daninha na cultura do feijão que requer uma aplicação em fase de desenvolvimento inicial não excedendo os 14 dias após a germinação onde nível de controle reduz significativamente. O ponto ideal é até sete dias após a germinação onde já se observa duas folhas cotiledonares e duas verdadeiras (RUAS,2005).

Isso é preocupante, pois existem poucos herbicidas que possuem registro para uso na cultura do feijão para controle de plantas daninhas de folhas largas como o leiteiro (AGROFIT, 2022) e a cultura do feijoeiro é muito importante para região Sudoeste do Paraná. Pois devido ao clima e condições favoráveis é possível realizar implantação da chamada safrinha de feijão,após a colheita da soja, possibilitando posteriormente a colheita do feijão ainda o plantio da cultura do trigo, devido a ciclo curto de algumas cultivares de feijão (MACHADO, 2012).

1.6 ADJUVANTES

Adjuvante é toda e qualquer substância que tenha capacidade de alterar as características físico-químicas de uma mistura de calda. Os adjuvantes são adicionados nas caldas de pulverização ou também já vem nas formulações dos defensivos (DURIGAN, 1993).

É muito importante o seu uso junto a calda de pulverização, pois os mesmos têm a capacidade de aumentar a área de cobertura da pulverização, visto que alguns adjuvantes possuem além dos efeitos citados acima, uma ação redutor de deriva pois os mesmos têm a capacidadede fazer uma melhor padronização das gotas que saem das pontas de pulverização, ou seja, eliminando a formação de gotas que são muito finas. (KISSIMAN, 1997).

Então gotas que estariam propensas a sofrerem deriva, devido serem muito finas efacilmente arrastadas pela ação do vento, continuam sua trajetória e direção ao alvo, aumentando assim a cobertura e consequentemente o controle. Outra ação importante que os adjuvantes desempenham na cobertura é a quebra da tensão superficial da água. Com a quebra da tensão superficial, diminui-se o ângulo dessa gota, deixando-a mais achatada aumentando assim a cobertura dela, diminuindo também a chance de escorrimento da gota (KISSIMAN, 1997).

O Energic é o adjuvante que possui características de ser um espalhante adesivo não-iônico recomendado pela Syngenta para uso juntamente com o herbicida comercial Flex (SYNGENTA, 2022). Nutrol Max é um óleo vegetal metilado com funções multifuncionais como: aumento da absorção e molhabilidade, quebra da tensão superficial, evita efeito lupa e

fitotoxicidade. Fulltec Max é um adjuvante multifuncional que possui várias funções como: anti-deriva, antiespumante, redutor de pH, sequestrante de cátions e emulsificação. Emultec Max é um adjuvante multifuncional possui enumeras funções como: anti-deriva, antiespumante, não altera pH, sequestrante de cátions e emulsificante (SPRAYTEC, 2023).

1.6.1 Aditivos

São substâncias que tem a capacidade de aumentar a absorção, ou seja, a própria absorção do princípio ativo na planta, visto que estes compostos têm efeito direto sobre a cutícula (camada cerosa), que representa uma barreira física contra entrada de patógenos e proteção contra raios do sol (AZEVEDO, 2011) e para entrada de moléculas como os herbicidas.

São exemplos de aditivos os óleos vegetais e minerais, uréia e sulfato de amônio, que promovem uma maior absorção e penetração dos herbicidas pela sua interação direta com a cutícula. Quando adicionados óleos sendo mineral ou vegetal, estes têm a capacidade de degradar a cutícula da folha, que é a parte cerosa, promovendo uma maior absorção da calda (KISSIMAN, 1997).

1.6.2 Surfactantes

A categoria de adjuvantes denominada surfactantes, são aqueles que atuam promovendo uma melhor interação entre diferentes substâncias, de modo a modificarem a superfície dos líquidos. Sendo assim são eles os produtos que melhoram emulsão de calda, dispersão de substâncias, promovem um maior espalhamento da gota depositada sobre o alvo, alteram as propriedades físicas da superfície dos líquidos promovendo um molhamento ou efeito umectante (VARGAS; ROMAN, 2006).

1.6.3 Aderentes

Promovem uma maior aderência entre a solução e a superfície onde é aplicado, tem alta afinidade com a água e com as ceras das folhas das plantas o que traz benefícios como evitar a gota de ser lavada por chuvas ou orvalho (AZEVEDO, 2011).

1.6.4 Emulsificantes

Tem por característica a capacidade de promover a suspensão de um líquido em outro. Um exemplo seria a água e o óleo que não se misturam. Um adjuvante emulsificante conseguefazer a junção dessas duas moléculas, promovendo uma espécie de ponte ou ligação entre as duas. Um exemplo disso pode ser os sabões eles conseguem promover esta junção entre dois líquidos que não são miscíveis (CAMARGO, 2014).

1.6.5 Dispersantes

Utilizados nas formulações para evitar conglomerados ou até mesmo sedimentação de partículas no fundo do tanque. Os mesmos mantêm as partículas separadas umas das outras por reduzir as forças de coesão que existem entre duas partículas (AZEVEDO, 2011).

1.6.6 Espalhantes

Estes compostos têm por finalidade aumentar a superfície de contato da gota de pulverização, uma vez que os mesmos têm a capacidade de quebra da tensão superficial da gota,que mantém um formato esférico proporcionado pelas forças de coesão, gerando assim uma tensão na superfície da gota. Uma gota que é esférica está mais propensa a escorrimento, por não ter afinidade com a camada onde está sendo depositada, por isso é importante usar adjuvantes que tenham essa capacidade de redução da tensão superficial, promovendo uma diminuição do ângulo da gota e consequentemente promovendo um achatamento da mesma, resultando num maior recobrimento da superfície onde ela foi depositada (BRUSAMARELLO,2022).

1.6.7 Molhantes (umectantes)

Tem por finalidade a preservação da gota pulverizada. Promove um retardamento na evaporação da gota, proporcionando então a entrada do princípio ativo dentro da planta, tendoem vista que com a prolongação da vida desta gota terá um tempo maior para absorção da molécula herbicida (AZEVEDO, 2011).

Muito importante nas aplicações em locais ou épocas do ano em que as temperaturas ambientes estejam mais elevadas e com baixa umidade relativa do ar (VARGAS; ROMAN, 2006).

1.6.8 Aniônico e catiônico

Aniônicos quando adicionados na calda de pulverização liberam íons carregados positivamente que promovem uma interação melhor com a parte carregada negativamente da superfície onde será aplicada. Já os catiônicos quando adicionados liberam íons carregados negativamente que quando em contanto com a superfície se ligaram com a parte positiva da mesma (KISSMAN, 1997).

1.6.9 Não iônico

Estes quando adicionados a calda de pulverização não alteram o equilíbrio das formulações, tendo em vista que não fazem ionização. É um dos grupos mais importantes de tensoativos para formulações de produtos para o manejo fitossanitário, por terem uma boa afinidade (CAMARGO, 2014).

Para as aplicações do Fomesafem em pós-emergência do feijão para o controle de plantas daninhas de folhas largas como o caso do leiteiro é recomendado o uso de espalhantes adesivo não iônico aniônico, para uma melhor eficiência do produto, tendo em vista que é bastante limitado o número de adjuvantes com essa característica (AGROFIT, 2022). Isso destaca a

importância de se avaliar a eficiência de outros adjuvantes junto com Fomesafem paraavaliar a eficiência de controle do leiteiro em comparação ao adjuvante recomendado pelo fabricante, visando ampliar as opções de adjuvantes para uso com Fomesafem.

1.6.10 Antiespuma

Os agentes antiespumantes são projetados para combater a formação e estabilização de espuma. Eles atuam de diversas maneiras para reduzir a tensão superficial e romper as bolhas de espuma, ou seja, eles diminuem a tensão superficial do líquido, tornado mais difícil a formação de bolhas. Contém compostos que se espalham na interface do líquido-ar, reduzindoa atração entre as moléculas do líquido, consequentemente reduzindo a formação de bolhas.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância para controle de leiteiro aos 7 dias após aplicação (DAA) mostrou efeito significativo (Tabela 2). Os maiores níveis de controle do leiteiro foram observados nos tratamentos em que o fomesafem foi associado ao Compative Max (67,5%), Energic (66,7%), Nutrol Max (60,8%) e Emultec Max (50%), os quais não diferiram significativamente entre si. Dos adjuvantes o menor nível de controle foi proporcionado pelo Fulltec Max e, demonstrando as diferenças entre os adjuvantes. Adjuvantes contribuíram de forma muito expressiva para o nível de controle do leiteiro.

Tabela 2 – Controle de leiteiro aos 7 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos	Controle (%)
Fomesafem + Energic	66,7 a
Fomesafem + Compative Max	67,5 a
Fomesafem + Nutrol Max	60,8 ab
Fomesafem + Fulltec Max	36,7 b
Fomesafem + Emultec Max	50,0 ab

Fonte: Autoria própria (2024)

Na análise da variância para controle de leiteiro aos 14 DAA houve efeito significativo, indicando diferenças entre os adjuvantes (Tabela 3). Com o passar dos dias após aplicação a planta estimulou a formação de brotações laterais devido à condição climática, que foi de vários dias nublados após aplicação, o que reduziu o nível de controle, visto que a presença de luz é um fator importante para ação do mecanismo de ação do fomesafem.

Tabela 3-Controle de leiteiro aos 14 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas. (Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro).

Tratamentos	Controle (%)
Fomesafem + Energic	58,3 a
Fomesafem + Compative Max	61,7 a
Fomesafem + Nutrol Max	54,2 a
Fomesafem + Fulltec Max	35,0 b
Fomesafem + Emultec Max	50,0 a

Fonte: Autoria própria (2024).

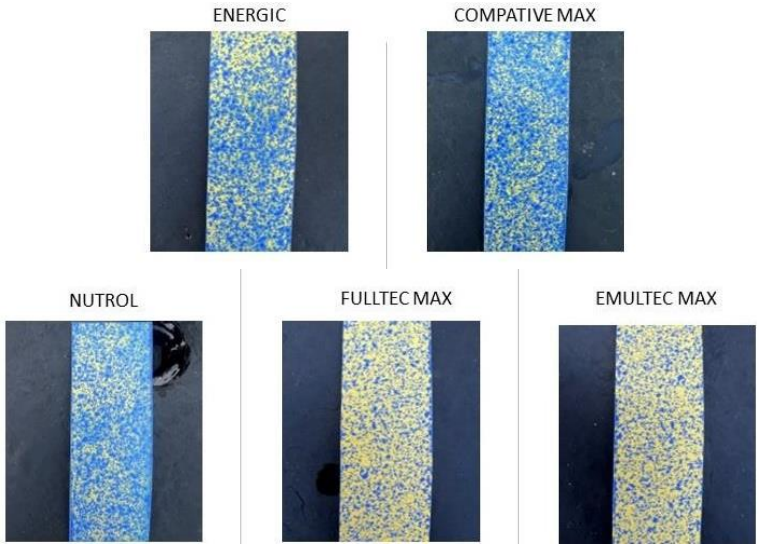
De modo geral, considerando as duas variáveis avaliadas a associação dos adjuvantes ao herbicida melhorou consideravelmente seu desempenho. Os adjuvantes podem melhorar a eficácia dos herbicidas inibidores da enzima PROTOX, reduzindo a perda do herbicida devidoà volatilização, fotodegradação e lixiviação. Além disso, os adjuvantes também podem ajudar a aumentar a absorção do herbicida pelas plantas daninhas, o que pode levar a uma melhor supressão das plantas daninhas. Isso pode levar a um maior controle de plantas daninhas e a uma redução dos custos totais de controle (AZEVEDO, 2011).

Quando adicionados aos herbicidas, os adjuvantes reduzem a tensão superficial da gota,que seria a quebra das pontes de hidrogênio presentes na água a qual resulta na característica do formato da gota. A redução da tensão superficial da água ocorre quando uma substância é adicionada à água, fazendo com que as moléculas de água se separem e diminuam sua atração pelos outros átomos de hidrogênio na superfície. Isso diminui a tensão superficial da água, permitindo que ela se espalhe mais facilmente sobre a superfície de outras substâncias promovendo maior área de contato com a superfície da folha de uma planta daninha por exemplo e com isso aumentar a absorção dos produtos presentes na calda de pulverização (VARGAS; ROMAN, 2006).

Essa característica de redução da tensão superficial da gota foi observada de forma empírica e visual da área recoberta pelas gotas de pulverização que ficaram marcadas no papel hidrosensível colocado sobre a superfície de um dos vasos durante a pulverização de cada tratamento (Figura 2). Pode-se observar nos papéis hidrosensíveis que o Compative Max, Energic e Nutrol Max apresentaram visualmente maior área de cobertura das gotas de pulverização, certamente resultado da maior capacidade de espalhamento devido maior redução da tensão superficial das gotas, quando comparado aos demais tratamentos, o que pode estar associado aos melhores níveis de controle do leiteiro que esses tratamentos proporcionaram. Esse espalhamento superior faz com que uma quantidade maior de herbicida seja absorvida pela parte aérea do leiteiro, aumentando a eficácia do controle, uma vez que o fomesafem é um herbicida de contato e somente ocorre morte das células nos locais onde a gota da pulverização atingir a planta.

Dessa forma, fica evidente que fomesafem apresenta desempenho quando associado com moléculas não iônicas/aniônicas (Energic), mas que isso não é específico, pois quando combinado com outros adjuvantes que possuem características diferentes, consegue manter desempenho, como o Compative Max, Nutrol Max, Emultec Max e Fulltec Max.

Figura 2 - Papel hidrosenssível marcando o espectro de gotas e área de cobertura proporcionada pela pulverização.



Fonte: Autoria própria (2024)

Os níveis insatisfatórios de controle por todos os tratamentos que envolveram o uso de fomesafem podem ser explicados pela interação entre a condição climática ocorrida após aplicação com o mecanismo de ação dos inibidores de PROTOX. Herbicidas desse mecanismo de ação como o fomesafem atuam bloqueando a produção de clorofila e gerando a produção de radical livre, eventualmente, levando à morte das plantas alvo. No entanto, a atividade desses herbicidas depende da presença de luz, pois a produção de clorofila só ocorre com a energia da luz (CARVALHO, 2013).

Além disso, quando fomesafem inibe a enzima PROTOX ocorre acúmulo de protoporfirinogênio IX no cloroplasto, que migra para o citoplasma, onde é convertido a protoporfirina IX que na presença de luz e oxigênio resulta na formação do radical livre oxigênio singleto, que ataca os lipídeos das membranas celular causando sua peroxidação e por consequência o extravasamento do conteúdo celular e morte das células e da planta (MEROTTO J.; VIDAL, 2001).

Dessa forma, os vários dias de baixa luminosidade após aplicação do herbicida reduziu a formação do oxigênio singleto, resultando em menores níveis de danos celulares e recuperação eficiente da planta pela emissão de muitas brotações laterais. Diante disso, o uso de adjuvantes é uma estratégia eficaz para melhorar consideravelmente a eficiência de fomesafem no controle do leiteiro, mas destaca-se a importância de dias ensolarados após aplicação desse herbicida para atingir níveis satisfatórios de controle e que a escolha do adjuvante correto deve ser baseada nas condições ambientais e no tipo de planta daninha a ser controlada, para garantir uma aplicação eficaz e segura do herbicida.

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os adjuvantes adicionados ao herbicida Fomesafem apresentam diferentes níveis de controle da *Euphorbia heterophylla*.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, S. A. L. **Adjuvantes agrícolas para proteção de plantas**. 2011, 37p.

BRUSAMARELLO, P.A. **Tolerância de cultivares de feijão (*Paseolus vulgaris L.*) aos herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal) - Programa de Pós - Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, Paraná, 2019.

CAMARGO, P. N; SILVA, O. **Manual de adubação foliar,** São Paulo, 2014, 258 p.

CARVALHO, B. L. **Herbicidas**, Lages SC, 2013, 72p, 1 ed.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Experimental Designs package R package version 1.1.1.** 2011. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf>>. Acesso em: 08 de ago. 2024.

FIGUEIREDO, J.E.F. et al. **Variabilidade genética e fenotípica da *Euphorbia heterophylla*e sua provável origem**. 2019. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/203943/1/doc-237.pdf. Acesso em: 08 ago. 2024.

FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N. D. **Research methods in weed science**. Third Edition. Champaign: Southern Weed Science Society, p. 29-46, 1986.

KISSIMAN, K. G. **Variabilidade da quebra da tensão superficial da gota pelo adjuvante (Aureo®) em função de locais de captação de água.** BASF: São Paulo,1997, 45p.

KOZLOWSKI, L. A. *et al*. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4 ed., 2000.

MACHADO, B. A. **Impacto agronômico e dano econômico da interferência entre leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) em intervalos distintos de semeadura**.2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARCHI, G.; MARCHI, S. C. E.; GUIMARÃES, G.T. *et al*. **Mecanismos de ação e uso**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 36 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 227).

Mecanismo de ação dos herbicidas. In: Patrícia Andrea Monquero (Ed.), Aspectos dabiologia e manejo das plantas daninhas, 249p.

Merotto Jr., A.; Vidal, R. A. **Capítulo 8. Herbicidas inibidores de PROTOX**. In: Vidal, R.A.; Merotto Jr., A. Herbicidologia. Evangraf, 2001. 69-86 p.

OERKE, E. C. **Crop losses to pests**. J. Agric. Sci., v. 144, n.01, p. 31-43, 2006.

PIRES, R. C. M. *et al*. **Produção do morangueiro em diferentes níveis de água, coberturas do solo e ambiente protegido**. Irriga, v. 12, p. 338-353, 2007. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco / PR, 2012.

RIZZARDI, M. A. **Nível de dano econômico para tomada de decisão no controle de picão-preto (*Bidens pilosa*) e guanxuma (*Sida rhombifolia L.*) na cultura da soja**. 2002. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RStudio Team. Integrated Development for R. 2016. **RStudio**, Boston, MA. Disponível em: http://www.rstudio.com/. Acesso em: 19 de jun. 2019.

RUAS, R.A.A. TEIXEIRA, M.M. SILVA, A.A. VIEIRA, R.F. FERNANDES, H.C. REIS, F.P. Spraytec. **Tecnologia de aplicação**. 2023. Disponível em: https://spraytec.com/sobre-a-spraytec/. Acesso em: 10 set. 2024.

Syngenta proteção de cultivos Ltda. **Flex**. 2022. Disponível em: https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/flex_0.pdf?token=1622560329. Acesso em 19 set. 2024.

TEIXEIRA, A. R. **Doses de molibdênio nas culturas de milho comum e milho-pipoca**. 2006. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Conceitos e aplicações dos adjuvantes. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm. Acesso em:15 ago. 2024.

VIDAL, R.A., MEROTTO JR, A., SCHAEDLER, C.E, PINTO LAMEGO, F., PORTUGAL,J., MENENDES, J., KOZLOWSKI, L.A., MUZELL TREZZI, M. & DE PRADO, R. **Aplicação do fomesafem via água de irrigação por aspersão no controle de *Euphorbia heterophylla***.2005. Disponívelem:https://www.scielo.br/j/pd/a/X39xpMs7hwCmJhSQ9GQdZPP/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 19 set. 2024.