UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANGÉLICA APARECIDA CORDEIRO BICUDO

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA: ANÁLISE INTEGRADA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, IMPACTO NA CULTURA, PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE.

CURITIBA

2024

ANGÉLICA APARECIDA CORDEIRO BICUDO

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA: ANÁLISE INTEGRADA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, IMPACTO NA CULTURA, PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE

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. Arthur Arrobas Martins Barroso

CURIITBA

2024

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que sempre me capacitou e me deu sabedoria para enfrentar os desafios, ao meu Filho João Pedro que é minha maior motivação e a minha família que nunca mediram esforços para me apoiar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que nunca me deixou desanimar, me dando força, sabedoria e entendimento para enfrentar todas as etapas desse curso.

Ao meu filho João Pedro que é meu maior incentivador e companheiro, e que sempre foi compreensivo nos momentos que precisei ficar mais ausente pelas aulas e trabalhos.

Aos meus pais, minha irmã e minha sobrinha que são minha base, e foram muito parceiros quando precisei de apoio.

Aos meus amigos Rodrigo e Cleiton que me ajudaram na elaboração do projeto no campo e na coleta dos dados.

Ao Professor Arthur pela orientação e apoio.

Aos professores do Curso de Latu Sensu em Fitossanidade por todo conhecimento que adquiri durante esses meses.

A UFPR pela oportunidade da realização desse curso tão importante para minha carreira profissional.

A FMC por ser parceira me liberando das atividades para assistir as aulas presenciais do curso.

Não corra atrás das borboletas; plante uma flor em seu jardim e todas as borboletas virão até ela.

D. Elhers

RESUMO

O uso de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja (*Glycine max*) é uma importante ferramenta para controlar plantas daninhas germinadas no solo. O presente trabalho visou a realizar uma avaliação comparativa dos efeitos de diferentes herbicidas pré-emergentes: Sulfentrazone + Diurom, Clomazona, Fomesafem + S-Metolacloro, Flumioxazina e Imazetapir + Flumioxazina na cultura da soja, com foco no controle de plantas daninhas, impacto na cultura da soja, produtividade e rentabilidade econômica. A investigação foi conduzida em uma área de soja comercial em Itararé, São Paulo, durante a safra 2023/2024, empregando um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram testados seis tratamentos de herbicidas e uma testemunha, e a análise incluiu o controle das plantas daninhas, a fitotoxidez na soja, a produtividade final e o custo associado a cada tratamento. Os resultados mostraram que o tratamento com Flumioxazina apresentou o melhor controle de plantas daninhas, mas causou significativa fitotoxidez à soja, reduzindo a produtividade. Em contraste, o Clomazona e o Sulfentrazona + Diurom se destacaram pelo controle eficiente das plantas daninhas com menor impacto na soja. O tratamento com Fomesafem + S-Metolacloro também foi eficaz, sem causar fitotoxidez significativa. A análise de custos demonstrou que, apesar dos elevados custos de aplicação, o Sulfentrazona + Diurom apresentou uma boa relação custo-benefício devido ao seu desempenho na produtividade. Este estudo fornece informações cruciais para o manejo de herbicidas na soja, destacando a importância de escolher herbicidas que não apenas controlam as plantas daninhas de forma eficiente, mas que também minimizam impactos adversos na soja e garantam uma rentabilidade econômica favorável. A compreensão desses fatores é essencial para otimizar a gestão agrícola e promover práticas de cultivo sustentáveis na produção de soja.

Palavras-chave: herbicidas residuais; *Glycine max*; fitotoxidez; custos; rendimento.

ABSTRACT

The use of pre-emergent herbicides in soybean cultivation (*Glycine max*) is an important tool for reducing weed seed in the soil. This study aims to conduct a comparative evaluation of the effects of different pre-emergent herbicides: Sulfentrazone + Diurom, Clomazone, Fomesafen + S-Metolachlor, Flumioxazin, and Imazethapyr + Flumioxazin on soybean crops, focusing on weed control, impact on the soybean crop, productivity, and economic profitability. The investigation was carried out in a commercial soybean field in Itararé, São Paulo, during the 2023/2024 growing season, using a randomized block experimental designwith four replicates. Six herbicide treatments and a control were tested, and the analysis included weed control, phytotoxicity on soybeans, final productivity, and the cost associated with each treatment. The results showed that the Flumioxazin treatment provided the best weed control but caused significant phytotoxicity to soybeans, reducing productivity. In contrast, Clomazone 360 and Sulfentrazone + Diurom were notable for their efficient weed control with minimal impact on soybeans. The Fomesafen + S-Metolachlor treatment was also effective, without causing significant phytotoxicity. The cost analysis revealed that, despite high application costs, Sulfentrazone + Diurom provided good cost-benefit due to its productivity performance. This study provides crucial information for herbicide management in soybeans, highlighting the importance of selecting herbicides that not only control weeds effectively but also minimize adverse effects on soybeans and ensure favorable economic returns. Understanding these factors is essential for optimizing agricultural management and promoting sustainable cultivation practices in soybean production.

Key words: residual herbicides; *Glycine max;* phytotoxicity; costs; yield;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 OBJETIVOS.....16
2.1 OBJETIVO GERAL.....166
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....16
3 METODOLOGIA.....16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 200
4.1 PRODUTIVIDADE.....24
4.2 CUSTOS.....26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 27
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**7
REFERÊNCIAS.....29

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes para a agricultura global, desempenhando um papel significativo na economia agrícola, especialmente no Brasil, onde sua produção tem experimentado um crescimento contínuo devido à demanda crescente de alimentos e biocombustíveis (EMBRAPA, 2021). A eficiência na produção de soja está intimamente ligada ao manejo eficaz de plantas daninhas, que competem por recursos vitais como água, nutrientes e luz, podendo reduzir significativamente a produtividade e a rentabilidade da cultura (SANTOS et al., 2022).

O manejo eficaz de plantas daninhas é essencial para a produtividade e rentabilidade na cultura da soja. A diversidade de herbicidas pré-emergentes disponíveis no mercado oferece oportunidades para o controle eficiente das plantas daninhas, mas a escolha inadequada pode resultar em custos elevados, falhas de controle, seleção de espécies resistentes e impactos negativos na cultura. A aplicação de herbicidas pré-emergentes, que são usados antes da emergência das plantas daninhas e da própria soja, pode prevenir a competição e reduzir a necessidade de intervenções posteriores. No entanto, a eficácia desses herbicidas pode variar amplamente com base na formulação, dose aplicada e condições ambientais (CAVERO et al., 2021).

Estudos indicam que, enquanto alguns herbicidas oferecem controle eficaz das plantas daninhas, eles também podem ter efeitos adversos sobre a soja, impactando negativamente a germinação, o crescimento e a produtividade (DAVIS et al., 2020). Portanto, é crucial avaliar de forma integrada a eficácia dos herbicidas, seus impactos na cultura da soja, e sua influência na rentabilidade econômica.

A pesquisa proposta busca preencher essa lacuna, proporcionando informações integradas que considerem não apenas o controle de plantas daninhas, mas também os efeitos na cultura, na produtividade e na rentabilidade econômica. Esta abordagem permitirá uma compreensão mais abrangente dos benefícios e possíveis desvantagens de cada herbicida pré-emergente, contribuindo para práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis na cultura da soja.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Investigar e comparar os efeitos de diferentes herbicidas pré-emergentes na cultura da soja, considerando aspectos como controle de plantas daninhas, impacto na cultura, rentabilidade econômica e produtividade.

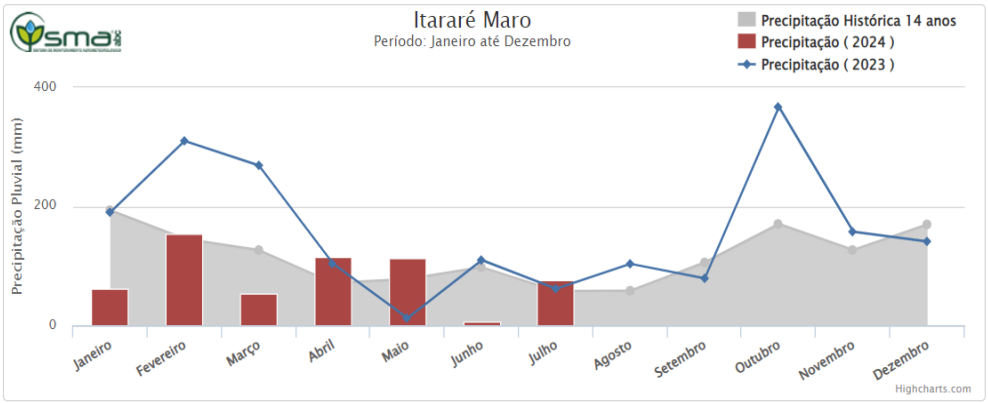
2.2. Objetivos específicos

Avaliar a diferença de controle da emergência das plantas daninhas, possíveis impactos na emergência da soja, produtividade e consequentemente rentabilidade gerada (custo x produção) com a adoção de pré emergentes no manejo. Levantar dados e informações que contribuam para a tomada de decisões na escolha desses herbicidas, otimizando a gestão agrícola na produção de soja.

3 METODOLOGIA

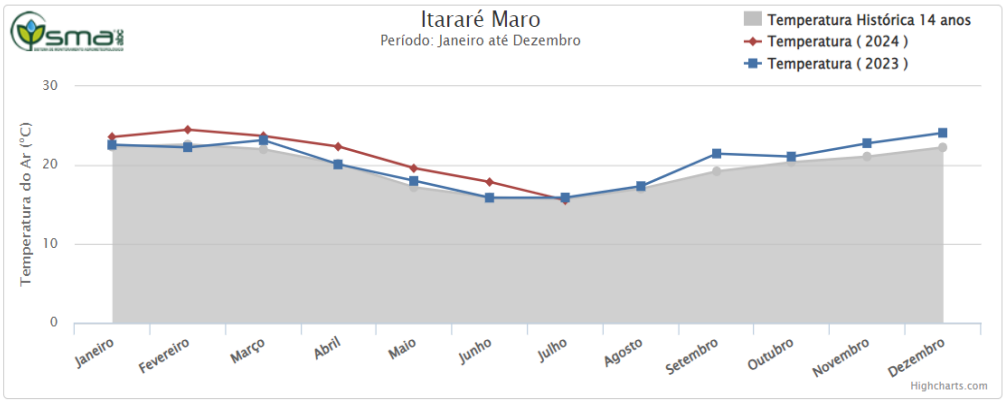
O ensaio foi instalado em uma área de soja comercial no município de Itararé estado de São Paulo, localizada a 23°59'25.8"S 49°22'11.4"W, com uma altitude de 710 m. O período de instalação a conclusão do projeto experimental a campo foi de novembro de 2023 a março de 2024 em uma área com solo classificado como textura média tipo AD3, na qual a temperatura média foi de 26,5 ºC (Figura 2) e o índice pluviométrico de 500 mm. (Figura 1).

FIGURA 1 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL EM ITARARÉ (SP) SAFRA 2023/2024, NO PERIODO DE INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO ENSAIO.



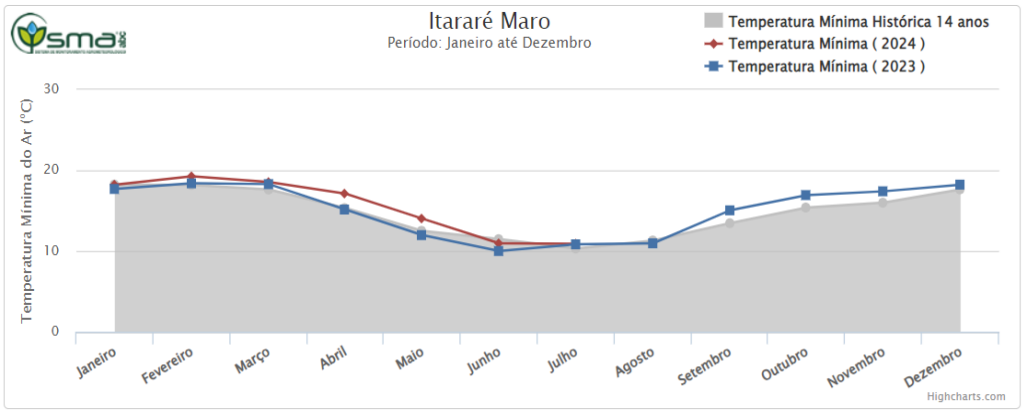
FONTE: SMA ABC (2024)

FIGURA 2 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR EM ITARARÉ (SP), SAFRA 2023/2024, NO PERIODO DE INSTAÇÃO E CONDUÇÃO DO ENSAIO.



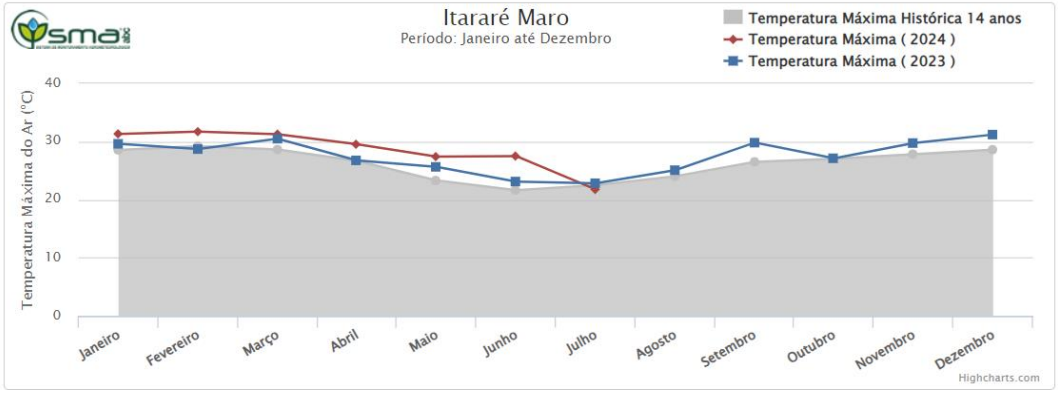
FONTE: SMA ABC (2024)

FIGURA 3 – TEMPERATURA MÁXIMA DO AR EM ITARARÉ (SP), SAFRA 2023/2024, NO PERIODO DE INSTAÇÃO E CONDUÇÃO DO ENSAIO.



FONTE: SMA ABC (2024)

FIGURA 4 – TEMPERATURA MINIMA DO AR EM ITARARÉ (SP), SAFRA 2023/2024, NO PERIODO DE INSTAÇÃO E CONDUÇÃO DO ENSAIO.



FONTE: SMA ABC (2024)

A área estava em pousio por mais de 2 safras (Figura 1), e foram identificados diferentes tipos de plantas daninhas de folhas largas e estreitas, sendo as principais: *Digitaria insularis, Eleusine indica, Cyperus rotondus, Richardia brasiliensis, Euphorbia heterophylla, Conyza bonariensis, Commelina ssp. L., Bidens pilosa, Sonchus oleraceus, Ambrosia artemisiifolia, Ipomoea acuminata, Brachiaria decumbens e Amaranthus viridis*. (Lorenzi, 2014)

FIGURA 5 – ÁREA DO EXPERIMENTO NO MOMENTO DA DESSECAÇÃO EM DOIS DIFERENTES ANGULOS.

FONTE: O autor (2023)

Quinze dias antes do plantio da soja Neo 610 IPRO foi feita a dessecação da área com saflufenacil com 50 g ha^{-1} do produto comercial (HEAT) mais haloxifope-P-metílico com 0,25 L ha^{-1} do produto comercial (Verdict) e glifosato a 3 L ha^{-1} do produto comercial e óleo mineral a 0,75 L ha^{-1} do produto comercial (Figura 6).

A semeadura foi realizada no dia 07 de novembro de 2023, com o espaçamento entre linhas de 50cm e quantidade de sementes suficientes para se obter um estande final de 11 a 12 plantas por metro linear. Na adubação de semeadura foram utilizados 250 kg ha^{-1} da fórmula 04-30-10, com base na análise de solo realizada pelo produtor.

FIGURA 6 – AREA DO EXPERIMENTO 15 DIAS APÓS O MANEJO DE DESSECAÇÃO E NO DIA DA SEMEADURA DA SOJA.

FONTE: O autor (2023).

A cultivar utilizada foi NEO 610 IPRO e foram executadas todas as práticas culturais recomendadas para obtenção do máximo controle de insetos e doenças garantindo que o experimento ocorresse sem nenhuma interferência desses fatores.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e testemunha em 4 repetições. Cada parcela contava com 6 linhas de 3 metros de comprimento, totalizando 324m² (STORCK et al., 2000).

As aplicações foram realizadas com bomba costal elétrica simulando um volume de calda de 150 Lha^{-1} com pontas do tipo leque, no sistema pós plantio (no dia seguinte a semeadura da soja). A bomba era lavada a cada aplicação, antes de dosar o próximo produto a ser aplicado (Tabela 1). A água utilizada era limpa oriunda de poso artesiano (SASAKI et al. 2013).

TABELA 1 – DISPOSIÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS TRATAMENTOS NO EXPERIMENTO.

Nº do Tratamento	**Ativo**	**Produto Comercial**	**Concentração do ativo no produto comercial (g/L)**	**Dose do produto comercial L/ha¹**
1	Sulfentrazona + Diurom	Stone	175 + 350	1,20
2	Clomazonaa	Reator	360	1,80
3	Fomesafem + S-Metolacloro	Eddus	119,54 + 517,83	2,00
4	Flumioxazina	Sumizyn	500	0,15
5	Imazetapir + Flumioxazina	Zethamaxx	212 + 100	0,60
6	Testemunha	*****	*****	*****

FONTE: O autor (2023)

Realizaram-se 2 avaliações após a aplicação dos herbicidas pré emergentes, que ocorreram aos 20 dias após a aplicação (DAA), e pré colheita da cultura. Nessas avaliações foram observados os porcentuais de controle da emergência das sementes presentes no solo e a fitotoxidade causada a soja em relação a testemunha não aplicada. Foi realizada aplicação de glifosato com 1,5 L ha^{-1} do produto comercial (Preciso xK), Cletodim com 0,7 L ha^{-1} do produto comercial (Poquer), Óleo mineral com 0,6 L ha^{-1} do produto comercial (Agefix) quarenta dias após o plantio. O manejo fitossanitário foi igual para todos os tratamentos, sendo aplicado de maneira preventiva ou quando houve necessidade.

Aos 120 dias após aplicação dos tratamentos herbicidas em pré-emergência da cultura foi realizada a colheita da área útil das parcelas e quantificada a produtividade em quilos e sacos de soja por hectare.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com Flumioxazina foi o que apresentou maior controle da emergência das plantas daninhas presentes na área na avaliação realizada 20 DAA (Tabela 2) e manteve o bom desempenho na avaliação realizada na pré colheita da cultura da soja. Nesse tratamento em todas as repetições, entretanto, observou-se uma fitotoxidade muito grande a soja, fazendo com que muitas sementes não germinassem (Figura 4) e consequentemente fez com que esse tratamento apresentasse menor produtividade na colheita.

Foi utilizada a dose máxima de bula do produto comercial Sumizyn (Tabela 1), e isso associado a textura do solo, clima e cultivar mais sensível, foram fatores que potencializaram a fitotoxidez. Segundo Shaner et al., 2012, altas concentrações de Flumizyn podem ser tóxicas para as sementes de soja, inibindo processos fisiológicos críticos para a germinação. Estudos indicam que a toxicidade de herbicidas pode impactar negativamente a germinação e o crescimento inicial das plantas. O flumizyn pode estar menos ou mais disponível devido a características do solo, como pH e estrutura, o que pode afetar a capacidade de germinação das sementes (FRIEDMAN, 2005). Pertencente à classe das benzofenilureias, a flumioxazina atua inibindo o protoporfirinogênio oxidase (PPO), uma enzima essencial para a síntese de clorofila nas plantas. Segundo Guimarães et al. (2020), essa inibição leva à descoloração e à morte das plântulas de plantas daninhas que germinam após a aplicação do herbicida.

TABELA 2 – AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS 20 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DOS PRÉ EMERGENTES E NA PRÉ COLHEITA DA CULTURA DA SOJA TESTADOS EM ITARARÉ (SP), SAFRA 2023/2024.

Tratamentos	Porcentagem média de controle em 20 DAP (%)	Porcentagem média de controle de plantas daninhas em pré colheita (%)
Sulfentrazona + Diurom	85,25 b	92,75 ab
Clomazone 360	83,25 b	91,00 b
Fomesafem + S-Metolacloro	82,25 b	90,50 b
Flumioxazina	93,00 a	98,00 a
Imazetapir + Flumioxazina	83,50 b	95,75 ab
Testemunha	00,00 c	00,00 c
Blocos	ns	**
Coeficiente de Variação (%)	4,53	3,06

[1] Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).
[2] Não significativo para blocos pelo teste de Fisher-Snedecor (P > 0,05).
[3] Significativo para blocos pelo teste de Fisher-Snedecor (P < 0,05).

O tratamento com Sulfentrazone+Diurom, Imazetapir+Flumioxazina, clomazona e Fomesafem + S-Metolacloro (Figura 4) apresentaram porcentual de controle muito próximos na avaliação realizada 20DAA não se diferenciando estatisticamente (Tabela 2). Na avaliação realizada pré colheita os tratamentos com

Sulfentrazone+Diurom e Imazetapir+Flumioxazina se destacaram dos demais ficando superiores em controle (Tabela 3), seguidos pelos tratamentos com clomazona e Fomesafem + S-Metolacloro.

O sulfentrazone e o diuron são herbicidas frequentemente combinados na agricultura, especialmente como pré-emergentes na cultura da soja (*Glycine max*), devido à sua eficácia no controle de plantas daninhas. O sulfentrazone, pertencente ao grupo químico das triazinonas, atua inibindo a protoporfirinogênio oxidase (PPO), enquanto o diuron, um herbicida de ureia substituída, interfere na fotossíntese das plantas daninhas (SBCPD, 2023). A aplicação integrada de sulfentrazone e diuron como pré-emergentes na cultura da soja não só melhora o controle de plantas daninhas, mas também contribui para práticas agrícolas sustentáveis como por exemplo a diminuição do uso de herbicidas na pós emergência da cultura. (ZOBIOLE et al., 2010).

O Imazetapir e a Flumioxazina são herbicidas frequentemente combinados na agricultura, devido à sua eficácia no controle de plantas daninhas. O Imazetapir, um herbicida da classe dos imidazolinonas, atua inibindo a enzima acetolactato sintase (ALS), essencial para a síntese de aminoácidos nas plantas daninhas. Já a Flumioxazina pertence ao grupo das isoxazolidinonas e inibe a protoporfirinogênio oxidase (PPO), interferindo na síntese de pigmentos fotossintéticos nas plantas-alvo (ROSA et al., 2018).

Estudos demonstram que a combinação de Imazetapir e Flumioxazina proporciona um controle eficaz de uma ampla gama de plantas daninhas na cultura da soja, incluindo espécies de folhas largas e estreitas como spp. e *Euphorbia* spp. Essa combinação é particularmente eficaz quando aplicada no estágio pré-emergente das plantas daninhas, minimizando sua competição com as plântulas de soja por recursos no solo (ROSA et al., 2018).

FIGURA 4 – IMAGEM REPRESENTATIVA DOS TRATAMENTOS 20 DIAS APÓS APLICAÇÃO DOS HERBICIDAS PRÉ EMERGENTES

FONTE: o Autor (2024)

O Clomazone 360 entregou um resultado superior em controle de controle das plantas daninhas *Amaranthus* spp., *Digitaria* spp. e *Bidens pilosa* L. Observou-se que nesse tratamento não houve nenhum sintoma de fitotoxidez na cultura da soja, tendo em vista a formulação micro encapsulada do produto comercial faz com que o ativo seja muito seletivo (Figura 4) .

O clomazone é um herbicida utilizado na agricultura com destaque para a cultura da soja. Pertencente ao grupo das isoxazolidinonas, o clomazone atua inibindo a enzima phytoene desaturase (PDS), fundamental na biossíntese de carotenoides das plantas. Segundo Dayan et al. (2017), a inibição dessa enzima

resulta na interrupção do processo fotossintético das plantas daninhas, levando-as à morte por necrose tecidual.

A aplicação de clomazone na cultura da soja geralmente ocorre como herbicida pré-emergente, visando controlar uma variedade de plantas daninhas de folhas largas e estreitas. Esse herbicida demonstrou eficácia contra espécies como *Amaranthus* spp., *Euphorbia* spp. e *Digitaria* spp., que são comuns em lavouras de soja (HEAP, 2023)

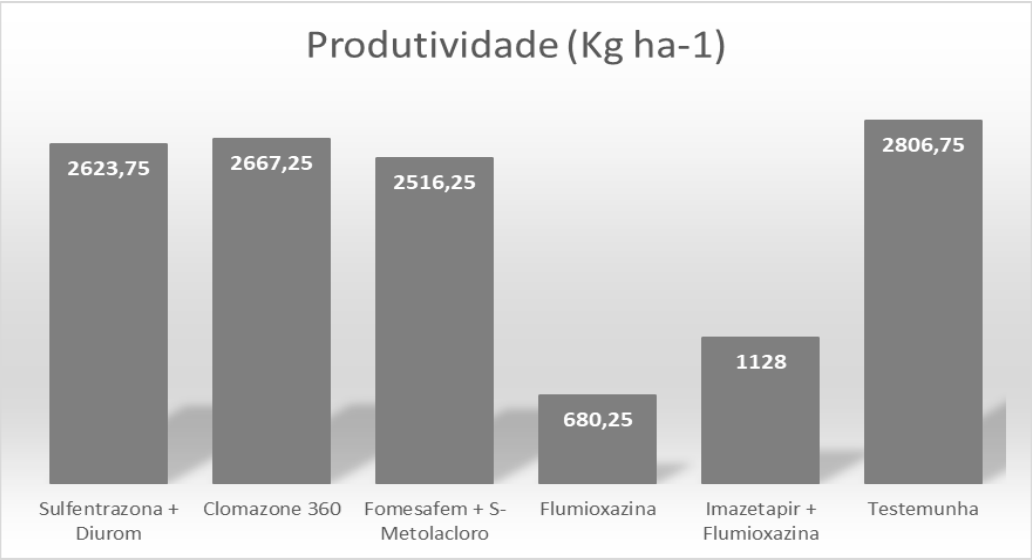
O tratamento com Fomesafem + S-Metolacloro apresentou uma porcentagem média de controle boa, com destaque para o amplo aspecto de controle em plantas de folhas largas e estreitas. Nesse tratamento não foi observado sintomas de fitotoxidez na cultura da soja. (Figura 4) O Fomesafen é classificado no Grupo 14 (WSSA) e no Grupo E (HRAC), mecanismo de ação “Inibidores da enzima Protoporfirinogênio Oxidase (Protox/ PPO)”. Grupo químico difeniléteres. Já o S-Metolacloro é classificado no Grupo 15 (WSSA) e no Grupo K3 (HRAC). É um herbicida do grupo químico das cloroacetoanilidas, que reduz drasticamente a biossíntese dos ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs) e causa o acúmulo dos ácidos graxos precursores.Estudos demonstram que a combinação de Fomesafen e S-Metolacloro proporciona um controle eficaz de uma variedade de plantas daninhas na cultura da soja, incluindo espécies de folhas largas e estreitas (FRANZ et al., 2015).

4.1 PRODUTIVIDADE

Os tratamentos no geral apresentaram produtividade baixa, atingindo máximo de 2.806,75 Kg ha^{-1} e mínima de 680,25 Kg $ha^{-1.}$ A estimativa de potencial produtivo para a área era de aproximadamente 4.000,00 Kg ha^{-1}, porém o clima adverso característico do El Niño com pouca chuva e temperaturas elevadas, impactou no desenvolvimento da cultura entregando uma colheita bem abaixo do esperado. A fitotoxidez apresentada no tratamento com Flumioxazina ocasionou diminuição acentuada no estande de plantas o que fez com que ele obtivesse o resultado mais baixo em produtividade (Gráfico 1). O resultado inferior se repetiu no tratamento com Imazetapir + Flumioxazina, fortalecendo a hipótese de que a cultivar era sensível a Flumioxazina. Os tratamentos com Sulfentrazona + Diurom,

Clomazone 360 e Fomesafem + S-Metolacloro apresentaram resultado muito próximo em produtividade (Gráfico 1). A maior produtividade foi encontrada na testemunha que recebeu apenas aplicação de herbicidas na pré semeadura e na pós emergência da cultura da soja.

GRAFICO 1 – ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTIVIDADE DOS TRATAMENTOS COM HERBICIDAS PRÉ EMERGENTES



FONTE: O autor (2024)

A alta produtividade na cultura da soja é um objetivo fundamental para os agricultores, pois afeta diretamente a rentabilidade e a competitividade no mercado global. Segundo estudos recentes, "a produtividade da soja é influenciada por uma combinação de fatores que incluem genética da planta, práticas agrícolas, manejo de doenças e pragas, e condições ambientais" (KASCHUK et al., 2021). Esses fatores interagem de maneira complexa e podem determinar o sucesso ou o fracasso de uma safra.

A aplicação oportuna de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja permite aos agricultores manejarem eficientemente uma variedade de plantas daninhas, incluindo espécies de folhas largas e estreitas que competem diretamente com a soja por nutrientes, água e luz. Como enfatizado por Silva et al. (2022), "o controle eficaz das plantas daninhas no estágio inicial é crucial para evitar perdas significativas de produtividade na cultura da soja".

4.2 CUSTOS

O tratamento mais rentável, dentre os que receberam aplicação de herbicidas pré emergentes e levando em consideração custo de aplicação (Tabela 3) e produtividade (Gráfico 1) foi o tratamento com Sulfentrazone + Diurom . Os valores dos produtos comerciais foram obtidos através de pesquisa de mercado feita com os principais canais de distribuição da região. Contudo a testemunha que recebeu apenas aplicação de dessecação pré-plantio e 1 aplicação de herbicida pós plantio foi a que mais produziu.

TABELA 3 – AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE CUSTO E RENTABILIDADE DA APLICAÇÃO DOS HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA:, TESTADOS EM ITARARÉ (SP), SAFRA 2023/2024.

Tratamentos	**Produtividade de soja (Kg ha^{-1})**	**Custo da aplicação (R$ ha^{-1})**	**Produtividade em sacas (60 Kg ha^{-1})**	**Valor da saca (R$ ha^{-1})**	**Valor bruto (R$ ha^{-1})**	**Lucro obtido (R$ ha^{-1}) descontando o custo do pré emergente**
Sulfentrazona + Diurom	2.623,75	120,00	43,729	135,00	5.772,25	5.652,25
Clomazone 360	2.667,25	146,00	44,454	135,00	5.867,95	5.721,95
Fomesafem + S-Metolacloro	2.516,25	160,00	41,938	135,00	5.535,75	5.375,75
Flumioxazina	680,25	52,00	11,338	135,00	1.496,55	1.444,55
Imazetapir + Flumioxazina	1.128,00	119,80	18,800	135,00	2.481,60	2.361,80

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que Flumioxazina proporcionou o melhor controle das plantas daninhas, alcançando uma alta porcentagem de controle tanto na avaliação de 20 dias após a aplicação (DAA) quanto na pré-colheita. No entanto, a alta fitotoxicidade associada a esse herbicida resultou em uma redução significativa na produtividade das plantas de soja, evidenciando que, apesar de sua eficácia no controle de plantas daninhas, Flumioxazina não é a melhor escolha devido ao seu impacto negativo na produtividade da soja.

Os tratamentos com Sulfentrazone + Diurom e Imazetapir + Flumioxazina apresentaram um controle eficaz das plantas daninhas com menor impacto na soja, destacando-se na avaliação pré-colheita. A combinação Sulfentrazone + Diurom se mostrou particularmente vantajosa, oferecendo uma boa relação custo-benefício devido à sua eficiência e custo relativamente baixo. O Clomazone 360 e o Fomesafem + S-Metolacloro também foram eficazes no controle de plantas daninhas e apresentaram baixos níveis de fitotoxicidade, mas não se destacaram tanto quanto o Sulfentrazone + Diurom e o Imazetapir + Flumioxazina em termos de controle total. A produtividade foi severamente afetada por condições climáticas adversas e a fitotoxicidade de alguns herbicidas, com a testemunha, que recebeu apenas aplicações de pré-semeadura e pós-emergência, apresentando a maior produtividade. O tratamento mais econômico foi o Sulfentrazone + Diurom, que apresentou um custo de aplicação relativamente baixo e uma produtividade competitiva, apesar dos desafios enfrentados.

5.1 CONSIDERAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo realizado trouxe informações importantes sobre o desempenho de diferentes herbicidas pré-emergentes na cultura da soja, revelando aspectos relevantes como controle de plantas daninhas, fitotoxicidade produtividade e rentabilidade econômica. A fitotoxicidade observada com o uso de Flumioxazina sugere que ajustes na dose, formulação, tipo de solo e condições climáticas diferentes, podem melhorar a compatibilidade com a soja. Pesquisas adicionais podem explorar o efeito de doses reduzidas ou formulações modificadas desse

herbicida para minimizar a fitotoxicidade sem comprometer o controle das plantas daninhas. Considerando que a sensibilidade à fitotoxicidade pode variar entre cultivares de soja, futuros estudos poderiam avaliar variedades de soja quanto à sua tolerância a herbicidas específicos. Isso permitirá a recomendação de cultivares mais resistentes para uso com determinados herbicidas, aumentando a eficiência do controle de plantas daninhas e a produtividade. A influência de condições climáticas adversas, como o fenômeno El Niño observado nesta safra, teve um impacto significativo na produtividade. Trabalhos futuros podem investigar a eficácia dos herbicidas em diferentes condições climáticas para identificar quais produtos oferecem o melhor desempenho sob variadas condições ambientais. A realização de estudos em diferentes regiões e climas pode fornecer dados mais abrangentes e aplicáveis.

REFERÊNCIAS

Cavero, J., Serrano, J., & Martínez, J. (2021). **Herbicidas pré-emergentes e controle de plantas daninhas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 56(4), 499-511.

Davis, A., Wright, S., & Shaner, D. (2020). **Impactos de herbicidas na cultura da soja e práticas de manejo**. Weed Science, 68(3), 245-260.

Dayan, F. E., Owens, D. K., & Duke, S. O. (2017). **Carotenoid biosynthesis inhibition by herbicides**. Pesticide biochemistry and physiology, 139, 100-107.

EMBRAPA. (2021). **Cultura da soja no Brasil: panorama atual e perspectivas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Franz, J. E., Mao, M. K., & Sikorski, J. A. (2015). **Herbicide Handbook**. 10th ed. Weed Science Society of America, Champaign, IL.

Gianessi, L. P., Silvers, C. S., & Sankula, S. (2002). **The Use of Herbicides in the United States and Canada**. National Center for Food and Agricultural Policy.

Guimarães, V. F., Rodrigues, B. N., & Almeida, F. S. (2020). **Uso de herbicidas inibidores da PROTOX na cultura da soja**. Revista Brasileira de Herbicidas, 19(1), 45-54.

Heap, I. (Ed.). (2023). **The International Herbicide-Resistant Weed Database**. Disponível em: http://www.weedscience.org

Kaschuk, G., Alberton, O., & Hungria, M. (2021). **Soybean productivity: Challenges and prospects**. Frontiers in Plant Science, 12, 670946. doi: 10.3389/fpls.2021.670946

Rosa, D. M., Velini, E. D., & Victória Filho, R. (2018). **Controle de plantas daninhas com Imazetapir e Flumioxazina em pré-emergência na cultura da soja**. Planta Daninha, 36(SPE), e018172349.

Santos, R., Pereira, M., & Silva, J. (2022). **Gestão de plantas daninhas na cultura da soja**. Revista Brasileira de Herbologia, 11(2), 34-45.

SBCPD (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas). (2023). **Anais do 36º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. Disponível em: http://www.sbcpd.org.br/congresso

Silva, J. M., Santos, F. R., & Oliveira, A. F. (2022). **Uso de herbicidas pré-emergentes na agricultura moderna: Benefícios e desafios**. Revista Brasileira de Herbicidas, 21(1), 54-63.

Shaner, D. L., O'Connor, S. L., & Weber, C. (2012). **Herbicide Activity and Interactions. In Herbicides: Chemistry, Degradation and Mode of Action**. Wiley-VCH.

Zobiole, L. H. S., Oliveira Jr., R. S., Constantin, J., Castro, C., & Oliveira, F. A. (2010). **Controle de plantas daninhas com sulfentrazone e diuron aplicados em pré-emergência na cultura da soja**. Planta Daninha, 28(2), 393-402.