

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

EVELLYN FERREIRA DE MELLO

DILUENTES NA PULVERIZAÇÃO DE AGROQUÍMICOS EM SOJA, SAFRA 2023/24

PONTA GROSSA

2025

EVELLYN FERREIRA DE MELLO

DILUENTES NA PULVERIZAÇÃO DE AGROQUÍMICOS EM SOJA, SAFRA 2023/24

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para a obtenção de Grau de Engenheira
Agrônoma na Universidade Estadual de Ponta
Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Claudio Garcia.

PONTA GROSSA

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COLEGIADO DO CURSO DE AGRONOMIA
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OTCC - Ano 2025

AVALIAÇÃO DE TCC RELATÓRIO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Monografia: Diluentes na nutrição de
agrobiológicos em soja, 1º/2025

Autor (a): Erivelton Ferreira de Nello

Data da defesa: 19/05/2025 Horário: 08:00 Local: F33

Avaliadores:

1-Orientador (a): Luiz Cláudio Garcia Assinatura: [Assinatura]

2-Avaliador (a): Lucas A. Malinda Assinatura: [Assinatura]

3-Avaliador (a): Leitão Justino Assinatura: [Assinatura]

Itens a serem avaliados	Notas atribuídas		
	Orientador(a)	1º Avaliador(a)	2º Avaliador(a)
I- Apresentação oral (Até 2,0)	2,0	2,0	2,0
II- Trabalho escrito (Até 6,0)	5,0	5,0	5,7
III- Arguição (Até 2,0)	2,0	1,5	1,8
TOTAL	9,0	8,5	9,5
MÉDIA FINAL *	9,0 + 10% = 9,9		

* Orientador(a) nota final com uma casa após a vírgula

Atenção Professor(a) ORIENTADOR(A):

No caso de apresentação de trabalho, em evento técnico-científico, no qual o acadêmico conste como autor, poderá ser acrescentado ATÉ 10% da nota, na somatória final. Apresentar comprovante junto com os documentos entregues para a Coordenação de TCC.

Dedico este trabalho aos meus pais, que sob muito sol,
me fizeram chegar até aqui pela sombra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em especial, à minha mãe, Marcia Regina Diula Mello, e ao meu pai, Edson Ferreira de Mello, por todo o esforço, dedicação e por sempre acreditarem em mim. Sem o apoio incondicional de ambos, eu não estaria onde estou hoje.

À minha família, expresso minha gratidão pelo incentivo constante ao longo da jornada acadêmica, mesmo aqueles que, infelizmente, não estão mais presentes em vida para comemorar a conclusão desta etapa.

Às amigas que o curso de Agronomia me proporcionou, com as quais compartilhei momentos inesquecíveis, especialmente Wagner Augusto Caetano Mainardes, Eduardo Jorge Crizante, Vitória Emanuelle Padilha, Emanuelle Fogaça e Eder José dos Santos.

Ao Prof. Dr. Luiz Cláudio Garcia, meu orientador, pela orientação dedicada e pelo apoio constante desde o início desta trajetória.

Aos professores do curso, que contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal.

Ao meu namorado, Lucas Amilton Pasturchak, pela paciência, compreensão e pelo companheirismo em todos os momentos.

Aos funcionários da Fazenda Escola Capão da Onça, pelo auxílio prestado durante o desenvolvimento deste projeto.

Ao Programa PIBIC/FA, pela concessão da bolsa que viabilizou a realização desta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e por contribuírem para a conclusão desta importante etapa.

RESUMO

MELLO, E. F. **DILUENTES NA PULVERIZAÇÃO DE AGROQUÍMICOS EM SOJA, SAFRA 2023/24**. Orientador: Luiz Claudio Garcia. Ponta Grossa, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2024.

O objetivo com trabalho foi verificar a influência do solvente na pulverização de agroquímicos em soja (*Glycine max*). O delineamento experimental utilizado foi em blocos aleatorizados, com três tratamentos e oito repetições, com 24 parcelas de 33,2 m². Os tratamentos consistiram no controle (sem pulverização de agroquímicos) e pulverização nas plantas de soja com agroquímicos dissolvidos em água oriunda do poço artesiano da propriedade e tratada pelo sistema público. As variáveis consideradas foram: análise química da água, deficiências nutricionais da planta, controle de organismos indesejados (plantas daninhas, pragas e doenças), massa seca da parte aérea das plantas daninhas e os componentes de rendimento da cultura (população final, vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade). Concluiu-se que o pH ficou próximo do neutro, a dureza de água ficou como branda e muito branda e a turbidez apresentou valores baixos. O não controle de organismos indesejados restringiram o desenvolvimento das plantas de soja e potencial produtivo, em comparação com os tratamentos pulverizados com agroquímicos. Em todas as 41 variáveis analisadas foi indiferente a fonte do solvente empregado na calda da pulverização de agroquímicos nas plantas de soja. Sendo assim, nas condições experimentais, pode-se utilizar água proveniente do poço artesiano e do sistema público.

Palavras-chave: calda; *Glycine max*; tecnologia de aplicação de agroquímicos.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Descrição sumária dos estádios vegetativos e reprodutivos da cultura da soja (<i>Glycine max</i>).....	13
TABELA 2 - Escala de dureza da água em relação a quantidade de CaCO_3 (mg L^{-1}).	29
TABELA 3 - Características químicas da água do poço artesiano da fazenda escola capão da onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e de água tratada pelo sistema público da Sanepar®, realizada pelo Laboratório de Saneamento (UEPG) em 2023.....	34
TABELA 4 - Porcentagem de controle de plantas daninhas em pós-emergência - estágio fenológico (EF) V51 - na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), com distintos diluentes na calda de herbicidas pulverizados nas plantas no EF V4, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24 ²	38
TABELA 5 - Porcentagem de Incidência (I) e severidade (S) de oídio (<i>Erysiphe difusa</i>) ferrugem-asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) e doença de final de ciclo mancha-parda (<i>Septoria glycines</i>) - estádios fenológicos (EF) V5, R2, e R41 - na cultura da soja (<i>Glycine max</i>) com distintos diluentes na calda de fungicidas pulverizados nas plantas – EF V4, R1, e R3 – Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24.	39
TABELA 6 – Número de lagartas-da-soja (<i>Anticarsia gemmatilis</i>) com mais que 1,5 cm, coletados em 1,0 m ² de pano de batida entre fileiras da cultura da soja (<i>Glycine max</i>) - estádios fenológicos (EF) R41 - com distintos diluentes na calda de inseticidas pulverizados nas plantas – EF R3 – Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24 ²	40
TABELA 7 – Matéria seca da parte aérea de plantas daninhas (MSPA) na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), estágio fenológico R5.1, com distintos diluentes na calda de herbicidas pulverizados nas plantas nos EF V4, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa - PR), safra 2023/24 ²	41
TABELA 8 – População final (PF) em mil plantas ha ⁻¹ , vagens por planta (VP), grãos por vagem (GPV), massa de mil grãos (MMG) em g e produtividade (PROD) em kg ha ⁻¹ na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), com distintos diluentes na calda de agroquímicos pulverizados nas plantas, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24 ¹	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Média histórica de dados agrometeorológicos em Ponta Grossa (PR).....	37
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1	CULTURA DA SOJA	12
3.2	PLANTAS DANINHAS.....	14
3.3	DOENÇAS	17
3.3.1	Crestamento bacteriano	18
3.3.2	Oídio	18
3.3.3	Ferrugem-asiática	19
3.3.4	Mancha-parda	21
3.4	PRAGAS.....	21
3.4.1	Lagarta-da-soja	22
3.4.2	Percevejo-marrom.....	23
3.5	MANEJO INTEGRADO DE ORGANISMOS INDESEJADOS	24
3.6	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICOS.....	25
3.7	A ÁGUA COMO DILUENTE DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO	27
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae, com nome científico *Glycine max*. Os maiores produtores são Brasil, os Estados Unidos, Argentina e a China. Na safra 2023/24, os agricultores brasileiros cultivaram uma área de aproximadamente 46 milhões de hectares, com produtividade média nacional de 3.202 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024).

Sua relevância econômica é destacada pela ampla utilização de suas sementes, que são ricas em proteínas e óleos, o que torna uma das principais culturas agrícolas no mundo. Além de seu papel na alimentação humana, é amplamente utilizada na produção de rações e biocombustíveis. Dentre os fatores que limitam a produção de soja estão os fatores abióticos (clima e solo) e os fatores bióticos.

Os fatores bióticos (pragas, doenças e plantas daninhas) causam grande impacto econômico na cultura da soja como, redução direta do potencial produtivo, seleção de indivíduos resistentes, perdas na qualidade dos grãos, menor valor de mercado, redução no estande de plantas, custos elevados com agroquímicos, problemas com resíduos químicos e resistência genética. A interação entre esses fatores pode servir de porta de entrada para doenças e hospedar pragas.

No manejo integrado há várias estratégias de controle, dentre elas destaca-se controle biológico, cultural, genético, preventivo e o químico. O controle químico é realizado por meio da pulverização de agroquímicos como inseticidas, fungicidas e herbicidas. A pulverização é uma técnica de aplicação que consiste em colocar o ingrediente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental (Matthews, 2004). Para que o agroquímico seja pulverizado nas plantas de soja é necessário a diluição do produto, sendo sua maioria em água, formando a calda. A calda é pressurizada em circuito hidráulico até passar por um restritor, a ponta de pulverização, dividindo a calda em gotas (Garcia *et al.*, 2020).

A água deve receber uma atenção especial na pulverização de agroquímicos, pois é o principal solvente desses produtos para que se atinja o alvo. Qualquer característica inadequada da água pode comprometer a eficácia do agroquímico, consequentemente, afetar o controle químico dos fatores bióticos que interferem na produtividade da cultura da soja. A qualidade da água pode ser interferida através do potencial hidrogeniônico (pH), dureza da água e turbidez. O pH pode interferir na eficácia de agroquímicos, pois alguns produtos se degradam rapidamente em pH alcalino. A dureza da água pode inativar princípios ativos formando precipitados na calda. A turbidez pode interferir nas pontas de pulverização, causando entupimento e comprometendo a eficácia da pulverização.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo com este trabalho foi de verificar a influência do diluente na pulverização de agroquímicos em plantas de soja.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Para se responder o objetivo geral avaliou-se as às seguintes variáveis: análise química da água, deficiências nutricionais da planta, controle de organismos indesejados (plantas daninhas, pragas e doenças), massa seca da parte aérea das plantas daninhas e os componentes de rendimento da cultura (população final, vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max*) é uma planta da família Fabaceae com seu centro de origem na Ásia, no nordeste da China. Por ser uma cultura de clima temperado, a soja precisou passar por melhoramento genético para iniciar sua produção em países tropicais, como o Brasil. A soja representa, no nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Com teores de óleo e de proteína nos grãos que podem ultrapassar 20% e 40% respectivamente, e constitui-se uma espécie de grande interesse econômico (Carvalho *et al.*, 2023).

Esta cultura é o principal grão produzido no Brasil, com grande contribuição na economia nacional. A soja se destaca como fonte alternativa de produção de combustível, sendo base de pelo menos 80% do biodiesel fabricado no Brasil (MME, 2022). Na safra 2023/24, os agricultores brasileiros cultivaram uma área de aproximadamente 46 milhões de hectares, com produtividade média nacional de 3.202 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024).

A crescente demanda global por alimentos, estimada para 2050, representa um desafio à agricultura mundial. Conforme projeções da Food and Agriculture Organization (FAO), será necessário um aumento de 60% na produção de alimentos para atender às exigências geradas pelo aumento populacional e pela transformação nos padrões de consumo (FAO, 2015). Nesse contexto, a soja assume grande importância por sua produtividade e valor nutricional.

Como insumo a soja é utilizada em diversas cadeias produtivas como farelo, farinhas, óleos vegetais, lecitina e biodiesel. A lecitina é bastante utilizada na indústria alimentícia como emulsificante, para dar textura a pães, biscoitos, chocolates e a outros produtos alimentícios. Além disso, parte do consumo interno é processado e vira ração, tornando-se de grande importância na produção de carnes (Vieira Filho, 2024).

O desenvolvimento das plantas de soja pode ser dividido em dois períodos, o vegetativo (emergência até o florescimento) e o reprodutivo. O período reprodutivo compreende o florescimento, desenvolvimento dos legumes, enchimento de grãos e maturação. A época em que a planta floresce é muito importante para o rendimento de grãos, pois afeta o balanço entre o crescimento vegetativo e o crescimento reprodutivo (Mundstock; Thomas, 2005).

A caracterização dos estádios de desenvolvimento da planta de soja (Tabela 1) é essencial para a descrição do ciclo da cultura, bem como seus manejos fitossanitários. Os estádios reprodutivos abrangem quatro distintas fases do desenvolvimento reprodutivo da

planta, ou seja, florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R9) (Neumaier *et al.*, 2007).

TABELA 1 - Descrição sumária dos estádios vegetativos e reprodutivos da cultura da soja (*Glycine max*).

Estádios de desenvolvimento	Descrição
Fase vegetativa	
VC	Emergência a cotilédones abertos
V1	Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas
V2	Segundo nó; primeiro trifólio aberto
V3	Terceiro nó; segundo trifólio aberto
Vn	Último nó com trifólio aberto antes da floração
Fase reprodutiva	
R1	Início da floração: 50% das plantas com uma flor aberta
R2	Floração plena: maioria dos racemos com flores abertas
R3	Final da floração: vagens com até 1,5 cm
R4	Maioria das vagens no terço superior com 2-4 cm
R5.1	Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação
R5.2	Maioria das vagens com granação de 10% a 25%
R5.3	Maioria das vagens entre 25% e 50% de granação
R5.4	Maioria das vagens entre 50% e 75% de granação
R5.5	Maioria das vagens entre 75% e 100% de granação
R6	Vagens com granação de 100% e folhas verdes
R7.1	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens
R7.2	Entre 50% e 75% de folhas e vagens amarelas
R7.3	Mais de 75% de folhas e vagens amarelas
R8.1	Início a 50% de desfolha
R8.2	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita
R9	Ponto de maturação de colheita

Fonte: RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, p. 24, 1977.

A necessidade total de água durante o desenvolvimento da cultura é de 450 a 800 mm ciclo⁻¹, mas pode variar dependendo das condições climáticas, manejo da cultura, época de semeadura e ciclo da cultivar. A disponibilidade de água na cultura da soja é importante durante

a emergência, floração e enchimento de grãos, ou seja, em todo o seu ciclo (Farias; Nepomuceno; Neumaier, 2007).

Em relação a temperatura a planta de soja tolera uma ampla faixa de variação, mas há uma faixa ideal, que influencia na produtividade ao final do ciclo da cultura. A temperatura ideal é entre 20°C e 30°C. Em temperaturas menores ou iguais a 10°C ou temperaturas acima de 40°C, pode sofrer redução de crescimento, distúrbios na floração e diminuição na capacidade de retenção de vagens (EMBRAPA, 2005).

A sensibilidade fotoperiódica da soja varia com o genótipo, e o grau de resposta ao estímulo fotoperiódico, é o principal determinante da área de adaptação das diferentes cultivares (Rodrigues *et al.*, 2001). Devido à sensibilidade da soja ao fotoperíodo, a adaptabilidade de cada cultivar depende da latitude. Portanto, cada cultivar tem uma faixa limitada de adaptação em função do seu grupo de maturidade relativa (Vilela *et al.*, 2016). O grupo de maturidade relativa predominante na região sul com maior possibilidade de adaptação é entre 5 e 6.

O rendimento máximo de uma cultura é obtido por uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao ambiente de crescimento, sem a ocorrência de fatores limitantes durante o seu ciclo. Os fatores que afetam o rendimento de uma cultura podem ser divididos em bióticos e abióticos. Os fatores abióticos, não são atribuíveis à atividade biológica e dentre eles destacam-se a disponibilidade de nutrientes, as características físicas e químicas do solo e o clima. Os bióticos consistem em fungos, bactérias, insetos e nematoides. Os fatores bióticos podem atuar sobre a cultura, de forma benéfica como maléfica (Farias, 2011).

3.2 PLANTAS DANINHAS

As plantas que quando ocorrem fora de sua área de distribuição geográfica ou em densidades populacionais superiores à capacidade de suporte do ambiente, são designadas como plantas daninhas. No entanto, todas essas plantas são indesejadas no local, na época e na forma em que ocorrem. O termo *planta-daninha* é utilizado para designar qualquer planta superior que interfira nos interesses do homem e no equilíbrio do meio ambiente (Pitelli, 2015).

A existência dessas plantas remonta à antiguidade, quando as espécies que hoje são cultivadas eram consideradas silvestres. As plantas daninhas surgiram a partir do momento em que o homem iniciou suas atividades agrícolas, separando as espécies benéficas (plantas cultivadas) das maléficas (plantas daninhas). O homem é, provavelmente, o principal responsável pela evolução tanto das plantas daninhas quanto das plantas cultivadas (Brighenti; Oliveira, 2011).

As plantas daninhas, quando crescem juntamente com as culturas agrícolas, interferem no seu desenvolvimento reduzindo-lhes a produção devido a competição pela extração dos elementos vitais (água, luz, CO₂ e nutrientes) e exercem inibição química sobre o seu desenvolvimento (alelopatia). Estima-se que as perdas por plantas daninhas no Brasil sejam em torno de 20-30%. Além da redução quantitativa da produção, esta pode ser qualitativamente depreciada pela contaminação de sementes e restos de planta daninhas. Podem também comprometer indiretamente por hospedarem pragas e doenças antes destas infestarem as próprias culturas (Lorenzi, 2014).

Ainda que a comunidade das plantas infestantes seja muito diversificada em um país tropical como o Brasil, sabe-se que algumas espécies aparecem com maior frequência nas lavouras comerciais de soja. As plantas daninhas que são mais facilmente encontradas nas lavouras de soja são: a buva (*Conyza* spp.); picão-preto (*Bidens* spp.) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (Gazziero *et al.*, 2015).

A buva (*Conyza* spp.) é um gênero da família Asteraceae que possui cerca de 50 espécies de plantas. A *C. bonariensis* é nativa da América do Sul, ocorrendo de forma abundante na Argentina, Uruguai, Paraguai e Brasil, onde a presença é mais intensa nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A *C. bonariensis* é uma planta que germina no outono/inverno, com encerramento do ciclo no verão, caracterizando assim uma planta daninha de inverno e verão. Plantas desta espécie são capazes de produzir, em média, 110 mil sementes que são muito leves e de fácil dispersão (Constantin; Oliveira Junior; Oliveira Neto, 2013). O controle dessa espécie é realizado basicamente com herbicidas, sendo o glifosato, um inibidor da enzima enol-piruvil-shikimato-fosfato-sintetase (EPSPS) o mais usualmente utilizado nas áreas cultivadas com soja resistente ao glifosato (Vidal *et al.*, 2007).

O picão-preto (*Bidens* spp.) pertence à família Asteraceae, possui ampla distribuição no Brasil e sua presença é quase constante em todas as épocas do ano (Santos; Cury, 2011). É uma planta anual, com reprodução exclusivamente por sementes, possui desenvolvimento rápido e alta produção de sementes, com porte variando entre 20 e 150 centímetros (EMBRAPA, 2000). Em 2023, foi a confirmação de resistência ao glyphosate para *B. subalternans*. Dessa forma, indiferente da espécie de picão-preto é possível encontrar à campo falhas de controle *glyphosate* e com isso, surge a necessidade de buscar estratégias de manejo visando maior controle (Fundação ABC, 2023).

Das plantas da família Commelinaceae, as do gênero *Commelina* têm o maior número de representantes no Brasil, sendo *C. benghalensis*, *C. diffusa* e *C. erecta* espécies muito difundidas em todo o território nacional (Rocha *et al.*, 2007). A trapoeraba (*Commelina*

benghalensis) é uma planta perene, semiprostrada de 30-70 centímetros de altura, originária do sudeste asiático. Propaga-se por sementes e por sementes provenientes dos rizomas. O tipo de caule é prostrado, mas pode-se escorar-se sobre outras plantas. É uma espécie infestante de lavouras anuais e perenes de todo o Brasil (Brighenti, 2010). *C. benghalensis*, apresenta tolerância ao glifosato que danificam as plantas logo após sua pulverização, mas não impedem rebrotes e reinfestações, devido a isso é indicado aplicações sequenciais apresentando maior eficiência no controle (Souza; Alves; Fushita, 2004).

As ferramentas de controle de plantas daninhas são divididas em manejo preventivo, controle cultural, mecânico, físico, biológico e químico. A escolha do método mais adequado deve considerar as espécies presentes na área, a disponibilidade de mão de obra e de equipamentos, além de fatores ambientais e econômicos. A integração entre os diferentes métodos de controle é de suma importância, pois a diversificação das estratégias contribui para a redução do banco de sementes no solo, aumentando a eficiência do manejo e promovendo maior economia (De Oliveira; Brighenti, 2018).

O controle químico é realizado por meio dos “cidas” (provocam a morte, do grego), no caso de plantas daninhas, são os herbicidas. Os herbicidas podem ser substâncias de origem dita natural ou biológica (aleloquímicos) ou sintéticas (orgânicos). Eles agem inibindo, a nível metabólico e fisiológico, a germinação, ou o crescimento da plântula, ou o desenvolvimento do vegetal adulto (Barroso; Murata, 2021). A velocidade de ação do herbicida depende da espécie de planta daninha, do ambiente e da dose utilizada (Contiero, 2005)

A sensibilidade de plantas daninhas aos herbicidas varia de acordo com o estágio de desenvolvimento. As plantas daninhas, de maneira geral, tanto anuais quanto perenes, são mais sensíveis aos herbicidas durante os estágios iniciais de desenvolvimento. O desenvolvimento de plantas daninhas pode resultar na necessidade de aumentar a dose do herbicida aumentando o risco de causar injúrias à cultura e obter baixa eficiência no controle (Vargas; Roman, 2006).

Quanto ao uso do manejo integrado de plantas daninhas, não se pode descartar o emprego do controle químico. Não será apenas com práticas culturais que se conseguirá resolver o problema das infestações, assim como o uso somente de herbicidas poderá não resultar na eliminação das plantas daninhas. A adoção de práticas culturais pode levar ao menor uso de herbicidas, de pulverizações e doses. O problema da resistência de plantas daninhas não advém do método químico de controle em si, mas, frequentemente, advém do uso incorreto e da técnica inadequada na utilização dos herbicidas (Lazaroto; Fleck; Vidal, 2008).

Tanto o período de convivência (soja/plantas daninhas) como o nível de infestação de plantas daninhas da área, influenciam as variáveis definidoras do crescimento da cultura da

soja. Em condições de lavoura deve-se minimizar tanto o nível de infestação da área quanto o período de convivência entre a cultura e as plantas daninhas por meio do controle. Assim, a altura de plantas está diretamente relacionada com a massa de caule, folha, parte aérea, número de folhas e área foliar. Da mesma forma, plantas com maior área foliar apresentaram maior massa seca da parte aérea e de caule, indicando ganho geral de fotoassimilados pela planta, em razão da maior capacidade de interceptação de luz (Silva *et al.* 2009).

Os efeitos da interferência causados em uma cultura por plantas daninhas são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade após retirada do estresse causado pela presença das mesmas (Koslowski *et al.*, 2002).

Ressalta-se que o método mais importante para o controle de plantas daninhas é a própria cultura. Uma cultura bem implantada, sadia e vigorosa possui alto poder de competição, dificultando o surgimento e o desenvolvimento das plantas daninhas, que enfrentam maior dificuldade para se estabelecer e competir em ambientes já ocupados pela cultura. Dessa forma, os métodos de manejo têm como objetivo principal proporcionar uma vantagem inicial para a cultura durante suas fases iniciais de desenvolvimento, pois, após esse período, a própria lavoura é capaz de suprimir as plantas daninhas, principalmente por meio do sombreamento. Isso garante maior competitividade à cultura e reduz o potencial reprodutivo das daninhas (Constantin, 2011).

3.3 DOENÇAS

As doenças de plantas são anormalidades provocadas geralmente por microrganismos, vírus, bactérias, fungos e protozoários (Lopes *et al.*, 2007). As doenças incidem sobre as plantas cultivadas e causam danos que levam a perdas na produção. É o resultado da interação entre planta suscetível, patógeno virulento e ambiente favorável (Duarte *et al.*, 2013). A importância econômica de cada doença varia de ano, região e condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são de 15% a 20%, mas dependendo da doença pode ocasionar perdas de até 100% (Seixas *et al.*, 2020).

Para a quantificação de doenças é necessário avaliar a porcentagem de incidência e severidade. A incidência é a porcentagem de plantas doentes ou órgãos de plantas doentes em uma amostra ou população de plantas. A severidade é a porcentagem da área ou do volume de tecido coberto por sintomas. A quantificação da severidade é a mais apropriada para a quantificação de doenças foliares como manchas, crestamento, ferrugens, oídio e míldios (Michereff, 2001). As escalas diagramáticas são ferramentas importantes para padronizar e

avaliar as estimativas da severidade de doenças em plantas, elas representam ilustrações de uma série de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade (Sachs, 2011).

3.3.1 Crestamento bacteriano

O crestamento bacteriano é causado pela bactéria *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*. A bactéria está presente em todas as áreas de cultivo de soja no Brasil e transmite-se via semente ou restos de cultura. A transmissão de plantas doentes para as plantas saudáveis é favorecida por períodos úmidos e temperaturas médias amenas, entre 20 e 26°C. Doenças como mancha-parda ou septoriose causam sintomas semelhantes ao crestamento bacteriano (Bonato, 2000).

A disseminação é favorecida por precipitações acompanhadas por ventos, formando um aerossol de gotículas d'água que contém células bacterianas a serem transportadas. Esta bactéria é transmitida também pela semente, sendo a principal fonte de inóculo em áreas isentas, bem como inóculo primário de transmissão. Quando a bactéria está presente na semente, os cotilédones podem apresentar lesões necrosadas a partir das bordas, logo após a emergência. Os restos culturais também servem como fonte primária de inóculo para a próxima safra. Além disso, a bactéria pode sobreviver em plantas assintomáticas e iniciar o processo de invasão quando houver condições favoráveis (Lanna Filho, 2015).

Os sintomas são comuns nas folhas, mas pode atacar haste, pecíolo e vagem. Inicia com manchas aquosas, semitransparentes quando observadas contra a luz, que necrosam e aglutinam, formando áreas grandes de tecido morto. Pode haver ou não halo amarelado largo ao redor das manchas sob temperatura amena, e estreito ou ausente sob temperaturas superiores a 27 °C. Observação das manchas de cor negra com bordas irregulares na página inferior da folha permite diagnóstico da doença nas horas úmidas da manhã, pela presença de uma película brilhante, que é o exsudato da bactéria. Ataques severos causam rasgamento dos espaços internervais da folha e queda (Henning *et al.*, 2014).

A maioria das cultivares de soja em uso apresenta resistência genética à bactéria. Assim, não se tem relatos de grandes perdas por essa doença. Como medidas de controle são recomendadas uso cultivares com resistência e sementes saudáveis, rotação de culturas e evitar práticas culturais quando o ambiente da cultura estiver com alta umidade (Ito, 2013).

3.3.2 Oídio

O oídio da soja é causado por *Microsphaera diffusa* (Yorinori, 1997). Oídios são doenças de plantas causadas por parasitas biotróficos obrigatórios, ou seja, só crescem e se desenvolvem em tecido vivo das plantas. Se situam entre os principais fitopatógenos, ocorrendo em todas as regiões do mundo e na maioria das espécies vegetais cultivadas. Embora raramente causem a morte das plantas, eles reduzem o potencial produtivo das culturas e podem afetar a qualidade do produto (Stadnik; Rivera, 2001).

O oídio é uma doença favorecida por condições de clima fresco e seco (Pinto *et al.*, 2014). A infecção da soja ocorre, principalmente, em temperaturas em torno de 20 °C, sendo a temperatura ótima para o desenvolvimento do patógeno cerca de 25 °C. Além disso, a média a alta umidade relativa do ar, variando entre 50% e 90%, a baixa intensidade de precipitações e o estágio fenológico das plantas entre R1 e R6 são fatores que contribuem para o progresso da doença. Sob condições favoráveis, cada ciclo do oídio pode durar de sete a dez dias (Blum *et al.*, 2002).

Quanto mais cedo iniciar a infecção, maior será o efeito da doença sobre o rendimento (Yorinori, 1997). Os sintomas observados são uma fina cobertura esbranquiçada, constituída de micélio e esporos pulverulentos. Nas folhas, com o passar do tempo a coloração branca do fungo muda para castanho acinzentada e em condições de infecção severa, pode causar seca e queda prematura das folhas consequentemente perda na produtividade (Henning *et al.*, 2010).

O oídio pode causar perdas significantes quando não controlado prontamente (Grigoletti Júnior; Bizi, 2005). O controle do oídio é realizado por meio do uso de variedades resistentes e de fungicidas (Bettiol, 2004). Para o controle químico de oídio, não se tem critério baseado na fenologia da planta. Como controle é realizado de forma curativa, o mesmo deverá estar relacionado com a intensidade da doença, a qual é quantificada através da severidade (Toigo *et al.*, 2008).

3.3.3 Ferrugem-asiática

A ferrugem-asiática da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. É a doença mais severa que incide na cultura da soja. Essa doença foi identificada pela primeira vez no Paraguai e no Brasil em 2001 e se espalhou rapidamente no Brasil (Godoy, 2014). Quando não controlada, pode provocar perdas de até 90% da lavoura e isso representa um prejuízo para a economia (CONAB, 2024).

Para que ocorra essa doença é necessário que a planta hospedeira seja suscetível ao agente causal e que as condições climáticas sejam favoráveis a essa interação. Os uredosporos

da ferrugem-asiática são disseminados através do vento, podendo serem transportados por longas distâncias. A temperatura favorável é em torno de 18°C a 26°C, molhamento foliar contínuo promovido pelo orvalho ou chuva, por no mínimo seis horas. (Seixas; Godoy, 2005). As chuvas são um dos fatores importantes no progresso da doença, devido ao favorecimento do molhamento foliar contínuo (Godoy *et al.*, 2009).

Os sintomas iniciais são pontos escuros, de 1,0 a 2,0 mm de diâmetro, nas folhas do baixeiro, mas podem progredir para os demais órgãos da planta (Pelin; Wordell Filho; Nesi, 2020). A infecção causa rápido amarelecimento, bronzeamento ou crestamento, e queda prematura das folhas, impedindo a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, consequentemente, maior será a perda de rendimento e qualidade. Em casos severos, quando a doença provoca desfolha na fase vegetativa e na fase de florescimento, pode haver aborto das flores e queda total das vagens (Yorinori *et al.*, 2004).

A recomendação no Brasil para o manejo desta doença incluem: a ausência de semeadura de soja e a eliminação de plantas voluntárias na entressafra; a utilização de cultivares de ciclo precoce e a realização de semeaduras no início da época de semeadura; o uso de cultivares com genes de resistência; o monitoramento da lavoura desde os estádios iniciais de desenvolvimento; a pulverização de fungicidas de forma preventiva ou no início dos sintomas; e a definição de janelas de semeadura, com o objetivo de reduzir o número de aplicações de fungicidas ao longo da safra, contribuindo para retardar a seleção de populações do fungo resistentes ou menos sensíveis aos princípios ativos utilizados (Godoy *et al.*, 2020).

O uso de cultivares com gene(s) de resistência à ferrugem-asiática da soja ajudam a reduzir a pressão de seleção para resistência do fungo aos fungicidas. As cultivares resistentes não são imunes a ferrugem-asiática, pois o fungo ainda consegue causar lesões nas plantas. Por isso o uso dessas cultivares não dispensa a adoção de outras medidas de manejo para a doença, incluindo a pulverização com fungicidas (Godoy *et al.*, 2017a).

A pulverização de fungicida deve ser feita nos primeiros sintomas ou preventivamente seguindo critérios técnicos, como a presença da doença na região, condições climáticas favoráveis à ferrugem-asiática e ocorrência de outras doenças (Godoy *et al.*, 2017b). Dessa forma, a detecção e a identificação da doença nos estádios iniciais da infecção são essenciais para o controle eficiente e a menor exposição dos fungicidas sítio-específicos à pressão de seleção para resistência do fungo (Seixas *et al.*, 2020).

3.3.4 Mancha-parda

Entre as doenças mais importantes da soja está a mancha-parda ou septoriose. O agente causal é o fungo *Septoria glycines* e é uma doença recorrente no final do ciclo (DFC). A septoriose é causada por patógenos hemibiotróficos, ou seja, estes patógenos possuem capacidade saprofítica, podendo apresentar estruturas de sobrevivência ou sobreviver na forma de micélio em restos culturais. Além disso, podem ser introduzidos por meio de sementes infectadas, que são outro meio de disseminação (Meyer *et al.*, 2022).

A infecção e o desenvolvimento da doença são favorecidos por condições quentes e úmidas. A dispersão dos esporos ocorre pela ação da água e do vento. O fungo necessita de um período mínimo de molhamento foliar de 6 horas e temperaturas entre 15°C e 30°C para desenvolver sintomas, com ótimo de 25°C (Soares *et al.*, 2023). No entanto, em períodos de seca, pode haver aumento na desfolha, especialmente de folhas localizadas no terço inferior das plantas (Almeida, 2001).

Os sintomas iniciam-se em duas semanas após a emergência, ocorre em folhas baixas, como pequenas manchas, de bordas angulares e coloração castanho-avermelhada. Um novo surto ocorre no fim do enchimento de grãos, iniciando com pequenos pontos de cor marrom, menores que 1 mm de diâmetro, que evoluem para manchas com halo amarelado e centros de contornos angulares, de cor marrom, de 2,0 a 3,0 mm de diâmetro. As folhas afetadas amarelam e caem prematuramente (Costamilan, 2003).

Em razão da sobrevivência do fungo nos restos culturais, o controle mais eficiente é obtido pela rotação de culturas, acompanhado da melhoria das condições físico-químicas do solo, com ênfase na adubação potássica. Em anos chuvosos, o controle pode ser feito com pulverizações de fungicidas (Henning *et al.*, 2009).

3.4 PRAGAS

Um dos maiores desafios envolvidos na produção de soja, destaca-se o controle de pragas. Mesmo diante das tecnologias atuais de inseticidas e em cultivares mais tolerantes aos danos de pragas, o problema é constante. O cenário das pragas nas lavouras de soja no Brasil tem se mostrado desafiador. A cultura da soja é atacada por diversas espécies de pragas, que variam de acordo com as regiões de cultivo e as condições climáticas (Conte *et al.*, 2020).

As populações de pragas são naturalmente reguladas por predadores e parasitóides, conhecidos como inimigos naturais. Embora os danos causados por esses insetos possam, em

determinadas situações, ser expressivos, a aplicação preventiva de produtos químicos não é recomendada. Essa prática, além de contribuir para a poluição ambiental, pode levar à eliminação dos inimigos naturais, comprometendo o equilíbrio ecológico. Ademais, aplicações desnecessárias elevam os custos de produção e aumentam os riscos de contaminação ambiental (Hoffmann-Campo *et al.*, 2000).

3.4.1 Lagarta-da-soja

A lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) é a principal desfolhadora da cultura da soja no Brasil, estando presente em todas as regiões produtoras. Pode completar até quatro gerações durante a safra, passando pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulto. Os ovos, de coloração verde-clara, são depositados isoladamente ou em grupos, preferencialmente nas hastes, pecíolos ou na face inferior das folhas (Praça; Silva Neto; Monnerat, 2006).

A lagarta apresenta coloração geral verde, com estrias longitudinais brancas sobre o dorso. Em condições de alta população, ou escassez de alimento, a lagarta torna-se escura, mantendo as estrias brancas. Possui quatro falsas pernas, no abdômen, e passa por seis ínstaes larvais, podendo atingir 40 mm de comprimento. Quando a lagarta para de se alimentar no último ínstar larval, entra na fase de pré-pupa, que dura de um a dois dias. A lagarta em pupa no solo, numa profundidade de até 2 cm. A pupa recém formada tem coloração verde-clara, tornando-se, posteriormente, marrom escura e brilhante. A fase de pupa dura de nove a dez dias, quando emergem as mariposas (Hoffmann-Campo *et al.*, 2000).

No terceiro estágio, as lagartas já provocam perfurações nas folhas, mas deixam as nervuras centrais e laterais intactas. O consumo foliar é muito pequeno nos três primeiros estágios (lagartas até 10 mm). Do quarto ao sexto estágio, as lagartas consomem mais de 95% do total de consumo foliar, que é de 100 a 120 cm² por lagarta. Em altas populações, se não controlado, esse inseto pode provocar desfolhas elevadas (>30%), causando perdas de produtividade da cultura (Gómes *et al.*, 2014).

Os insetos adultos dessa espécie são mariposas com cerca de 5 cm de envergadura e coloração parda, cinza ou marrom. Quando estão em repouso, suas asas permanecem abertas e fica visível uma linha transversal que as corta de ponta a ponta. Embora essa listra possa ser menos evidente em alguns espécimes, ela é uma característica que facilita a identificação dessa espécie (Moreira; Aragão, 2009).

O nível de ação para a lagarta-da-soja durante a fase vegetativa é de 20 lagartas m⁻¹ ou 30% de desfolha. Durante a floração, formação de vagens e enchimento de grãos o nível de

ação é de 20 lagartas m^{-1} ou 15% de desfolha. Lagartas a partir de 1,5 cm deve-se entrar com o controle, através de inseticidas de ação rápida. Assim, mesmo que a praga tenha sido detectada na lavoura, se ela estiver em baixa densidade populacional, abaixo do nível de ação, não é indicado realizar aplicação preventiva com inseticidas (Roggia *et al.*, 2020).

3.4.2 Percevejo-marrom

Oriundo da região Neotropical, o percevejo-marrom (*Euschistus heros*) é considerado o mais abundante nas lavouras de soja no Brasil. A soja é a principal planta hospedeira deste percevejo onde é encontrado nos períodos de novembro a abril. Após sua colheita, estes insetos se alimentam de diversas outras plantas hospedeiras e durante os meses mais frios permanecem em diapausa na área aumentando sua sobrevivência até o início da próxima safra (Sismeiro *et al.*, 2013).

O percevejo-marrom destaca-se pelos danos causados e pela dificuldade de controle. Tanto percevejos adultos como ninfas, a partir do 3º instar, podem causar danos a soja. Os percevejos atacam diretamente a vagem e o grão, causando perdas como aborto de vagens e grãos, atrofia de grãos, redução de massa, tamanho e teor de óleo dos grãos, redução de germinação e vigor das sementes, ocorrência de distúrbios fisiológicos na planta como o retardamento da maturação e menor produtividade da lavoura (Roggia *et al.*, 2018).

Pode colonizar as lavouras de soja no final do período vegetativo, é praga a partir do desenvolvimento das vagens, ocorre em níveis elevados durante o enchimento de grãos, atingindo densidades máximas normalmente no período de maturação. Durante a safra da soja, para as condições de Paraná passam por quatro gerações, sendo a última completada em outras plantas hospedeiras (Corrêa-Ferreira; Sosa-Gómez, 2017).

As fêmeas ovipositam nas folhas, massas com 5 a 7 ovos amarelados. As ninfas recém eclodidas permanecem sobre os ovos e mudam para o segundo instar, quando iniciam o processo alimentar. A partir de terceiro instar são mais ativas, iniciam a dispersão, tornando-se mais vorazes. Os adultos apresentam longevidade média de 116 dias, podendo viver por mais de 300 dias (Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999).

Visando à diminuição dos prejuízos causados pelos percevejos, o controle químico tem sido a medida mais utilizada podendo ser realizado por meio de aplicações preventivas de inseticidas (Bueno *et al.*, 2013). Visando o controle de percevejo-marrom na soja Ribeiro *et al.* (2016) mostrou que o inseticida Imidacloprido + Bifentrina foi superior na eficiência de controle e no efeito residual em relação aos outros inseticidas testados. Promovendo um

incremento na produtividade quando comparados com a testemunha e observando uma menor porcentagem causado por percevejo marrom.

3.5 MANEJO INTEGRADO DE ORGANISMOS INDESEJADOS

O manejo integrado de organismos indesejados visa controlar e prevenir a ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas que afetam as culturas. Essa prática envolve a combinação de diferentes métodos de controle, considerando aspectos biológicos, ecológicos, econômicos e sociais (Tinoco; Da Silva; Da Rocha, 2023). Entre as estratégias do manejo integrado estão o uso de cultivares resistentes, o monitoramento, a rotação de culturas, o vazio sanitário, a escolha adequada da época de semeadura e o uso racional de produtos químicos.

A escolha da cultivar é um dos primeiros passos no planejamento de uma lavoura eficiente. O uso de sementes certificadas garante pureza genética, sanidade e rastreabilidade, assegurando o desempenho agrônomo da cultura. Essas sementes passam por inspeções rigorosas, sendo livres de patógenos, pragas e plantas daninhas, e permitem que a planta expresse seu potencial produtivo quando manejada corretamente (ABRASEM, 2019).

Dentro do manejo integrado, o uso de cultivares com resistência genética tem se destacado como uma das estratégias mais eficazes. Essas cultivares reduzem a incidência e a severidade de doenças e danos de insetos, contribuindo para a diminuição da aplicação de agroquímicos. A resistência pode ser obtida por melhoramento genético ou pela aplicação de indutores biológicos e químicos que ativam os mecanismos de defesa das plantas (Batista *et al.*, 2021).

Outro tipo de estratégia é a rotação de culturas, que consiste na alternância ordenada de espécies vegetais ao longo do tempo, na mesma área e estação do ano (Franchini *et al.*, 2011). Essa prática interfere na fase saporífica dos fitopatógenos, eliminando sua fonte nutricional e promovendo sua decomposição. Como resultado, há redução ou eliminação do inóculo devido à competição microbiana, exaustão nutricional e mineralização dos restos culturais (Reis *et al.*, 2011).

O vazio sanitário também se destaca como prática indispensável para o manejo de doenças, especialmente da ferrugem-asiática da soja. Trata-se de um período contínuo de, no mínimo, 90 dias, em que é proibido o cultivo e a manutenção de plantas vivas de soja. O principal objetivo é reduzir ao máximo o inóculo do patógeno durante a entressafra, além de contribuir para a preservação da eficácia dos fungicidas e evitar a seleção de populações resistentes (MAPA, 2024).

A definição da época de semeadura é outro fator decisivo para o sucesso produtivo e sanitário da lavoura. Trata-se de uma estratégia cultural de controle que pode reduzir significativamente a pressão de insetos, doenças e plantas daninhas, sendo um dos elementos-chave do manejo integrado (Silva *et al.*, 2022; Wruck, 2022).

O controle de plantas daninhas, por sua vez, deve ser realizado de forma integrada, com o uso de métodos preventivos, culturais, mecânicos, biológicos e químicos. O objetivo é minimizar a competição de plantas daninhas com a cultura principal e evitar perdas econômicas (Albrecht *et al.*, 2021). Nesse contexto, o uso de cultivares tolerantes ao glifosato, como aquelas com inserção do gene CP4 oriundo do *Agrobacterium*, permite a aplicação do herbicida simultaneamente ao desenvolvimento da cultura da soja, facilitando o manejo químico das plantas daninhas e aumentando a eficiência do controle (Menezes *et al.*, 2004).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) também é uma prática indispensável, que visa manter as populações de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico por meio do monitoramento constante e da utilização racional de inseticidas. O MIP considera o uso de controles biológicos, culturais, comportamentais e químicos, sempre com base no monitoramento e na tomada de decisão informada. A adoção do MIP reduz o risco de resistência, preserva inimigos naturais e minimiza impactos ambientais, sendo uma das estratégias mais sustentáveis da agricultura moderna (Bueno *et al.*, 2023).

Por fim, o manejo eficiente das doenças, pragas e plantas daninhas começa no planejamento da lavoura com a escolha da cultivar, levando em conta as principais doenças e insetos na região. Todas as estratégias de controle devem ser utilizadas conjuntamente, envolvendo a adoção do vazio sanitário, a rotação de culturas, o uso de cultivares resistentes, a utilização de sementes saudáveis, a adubação baseada em análises de solo, a semeadura com população adequada, monitoramento de insetos e o controle químico para algumas doenças fúngicas que incidem na parte aérea e insetos (Godoy, 2017).

3.6 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICOS

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é para promover a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, no momento e na quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental (Matuo, 1990). Tem como objetivo reduzir a contaminação ambiental, minimizar a deriva e diminuir o volume de calda, ao mesmo tempo em que promove maior segurança para o aplicador e melhora a deposição de gotas, contribuindo para uma pulverização de melhor qualidade (Baesso *et al.*, 2014).

O alvo químico é o local onde se deve colocar o produto químico para que este exerça adequadamente sua função de controle do alvo biológico, ou seja, é a interação entre o alvo biológico e a capacidade de redistribuição desse produto na planta (Ramos, 2002).

Durante as pulverizações, o ideal é que o espectro de gotas seja homogêneo, isto é, que se produzam gotas de mesmo tamanho. Deve-se cuidar para que não sejam produzidas gotas muito grossas nem muito finas, evitando-se assim perdas por deriva e escorrimento. É preciso conhecer as características técnicas das pontas, visando à sua correta seleção e, com isso, pulverizações eficientes e seguras ambientalmente. Nas pontas de pulverização que operam com pressão hidráulica, a formação de gotas, muitas vezes, é bastante desuniforme, dificultando a boa cobertura do alvo (Cunha *et al.*, 2007).

Na aplicação de agroquímicos, o alvo primário pode ser o solo ou as plantas. A seleção do alvo é feita pelo histórico da área, pelo reconhecimento dos agentes biológicos que se quer controlar, dos respectivos níveis de infestação ou infecção, pelo estágio de desenvolvimento e pela distribuição na área. O conhecimento das propriedades dos agrotóxicos é um ponto importante a ser considerado, especialmente a mobilidade do produto na planta ou no solo, pois a necessidade de cobertura de gotas é diferente para cada um desses casos. Se o agrotóxico é pouco móvel ou de contato, haverá necessidade de máxima cobertura do alvo primário. No caso de produtos móveis, ou sistêmicos, a área de cobertura do alvo poderá ser menor (Balbinot Junior *et al.*, 2020).

Temperaturas muito altas promovem a evaporação rápida da umidade das plantas e do solo, causando a formação de correntes térmicas ascendentes, prejudicando também a deposição adequada das gotas, as quais serão freadas em sua queda e mantidas em suspensão durante muito tempo, ou arrastadas pelos ventos e correntes, antes de atingirem o alvo, devido à formação de “bolsões” ou “almofadas” térmicas. Temperaturas abaixo de 15°C diminuem a atividade fisiológica das plantas, reduzindo a absorção de produtos que apresentam instabilidade física ou química, como é o caso dos sistêmicos ou de ação translaminar. A temperatura ideal deve estar abaixo de 32°C (Azevedo; Freire, 2006).

A interferência da umidade do ar na pulverização é basicamente a mesma que ocorre com a temperatura. Quanto menor a umidade, maior o potencial para se perder as gotas por evaporação. Por exemplo, se a umidade estiver em 70% e diminuir para apenas 45%, a velocidade de evaporação é dobrada. A menor umidade do ar também provoca menores absorção e translocação dos produtos aplicados. A situação ideal é quando a umidade relativa do ar está acima de 60%, o que propicia uma boa pulverização (Seixas *et al.*, 2020).

A condição ideal de vento para pulverização situa-se entre 3 a 8 km h⁻¹, o que, na prática, significa sentir uma leve brisa no rosto ou verificar uma pequena movimentação nas folhas das culturas. Ventos superiores a 8 km h⁻¹ favorecem demasiadamente à deriva das gotas e ventos abaixo de 3 km h⁻¹ podem fazer que as gotas (principalmente as finas) fiquem suspensas no ar e não consigam atingir o alvo desejado (Contiero; Biffe; Catapan, 2018).

A pulverização de agroquímicos é uma técnica de aplicação que consiste em colocar o ingrediente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental (Matthews, 2004). Para que o agroquímico seja pulverizado nas plantas de soja é necessário a diluição do produto, sendo sua maioria em água, formando a calda. A calda é pressurizada em circuito hidráulico até passar por um restritor, a ponta de pulverização, dividindo a calda em gotas (Garcia *et al.*, 2020).

Assim, a água recebe atenção especial, pois suas características físicas e químicas podem afetar a eficiência dos ingredientes ativos na calda pulverizada. A água de rios e de açudes, em geral, apresentam argila e partículas orgânicas em suspensão. Em função disso, os agricultores usam água de poços artesianos para a pulverização de agroquímicos. Entretanto, a mesma pode apresentar pH (potencial hidrogeniônico) ácido ou alcalino, elevada dureza (concentração de CaCO₃) e turbidez da água. Em áreas com acesso a água tratada pelo sistema público de abastecimento, os agricultores também podem utilizar esta como diluente na calda de pulverização (Queiroz *et al.*, 2008; Garcia, *et al.*, 2016).

3.7 A ÁGUA COMO DILUENTE DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a existência de todas as formas de vida, pessoas, animais e plantas. É composta por dois elementos químicos: 2 átomos de hidrogênio e 1 de oxigênio (H₂O). É uma substância incolor, insípida e inodora, e é um solvente universal. A água está presente na superfície da terra, no subsolo, na atmosfera e em todos os seres vivos, incluindo o ser humano. Ela é encontrada em três estados físicos: líquido, gasoso e sólido (SEMIL, 2023).

O setor que mais consome água no Brasil é a agricultura, responsável por cerca de 50,5% do volume total. Esse consumo se deve principalmente a irrigação, em busca de aumento na produção de alimentos (Gomes, 2024). A água utilizada na agricultura pode ser proveniente de rios e açudes, os quais, em geral, apresentam argila e partículas orgânicas em suspensão. Em função disso, muitos agricultores estão optando pelo uso de água de poços artesianos para a pulverização de agroquímicos (Queiroz; Martins; Cunha, 2008).

O grau de acidez ou alcalinidade de uma solução é definido pelo seu potencial hidrogeniônico (pH), que é uma medida de íons hidrogênio (H^+) e hidróxido (OH^-). As águas que apresentam uma concentração maior de íons hidrogênio são consideradas ácidas, ou seja, pH inferior a 7. Já as águas que apresentam uma concentração maior de íons hidróxido são alcalinas, com pH maior que 7. A escala logarítmica do pH varia de 0 a 14, sendo que o valor 7,0 é considerado neutro (Whitford *et al.* 2009).

Em relação à correção do pH, é mais comum haver a necessidade de reduzir o seu valor, ou seja, realizar a acidificação da calda, pois a maioria dos agrotóxicos apresenta maior eficácia quando aplicada em soluções levemente ácidas. Isso ocorre porque muitos desses compostos são suscetíveis à hidrólise alcalina, processo que se intensifica em caldas com pH superior a 7. Há uma correlação direta entre o aumento do pH e a taxa de hidrólise de determinados produtos, quanto mais alcalina a solução, mais rapidamente ocorre a degradação, podendo, em alguns casos, acontecer em poucos minutos. De modo geral, os agroquímicos apresentam melhor desempenho quando diluídos em caldas com pH entre 6,0 e 6,5 (Pereira; Moura; Pinheiro, 2015).

A dureza é uma característica química da água que pode interferir sobre a eficácia de agroquímicos. É definida como a concentração de cátions alcalino-terrosos (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} e Ba^{+2}) presentes na água, expressa na forma de $mg\ L^{-1}$ de $CaCO_3$ (carbonato de cálcio), representados normalmente por Ca^{+2} e Mg^{+2} , provenientes de carbonatos, bicarbonatos, cloretos e sulfatos. A dureza, pode ser classificada como muito branda, branda, semi dura, dura e muito dura (Tabela 2). SEM CITAÇÃO

A qualidade da calda de um agroquímico pode ser interferida negativamente pela dureza, em função destes, nas suas formulações, utilizarem adjuvantes que são responsáveis pela sua emulsificação (óleos) ou dispersão (pós) na água, denominados de tensoativos. Estes adjuvantes são sensíveis a dureza, pois atuam no equilíbrio de cargas que envolvem o ingrediente ativo, equilíbrio este que é alterado pela água dura. Um grupo específico de tensoativos, os aniônicos, que são geralmente sais orgânicos de Na^+ e K^+ , reagem com os cátions Ca^{+2} e Mg^{+2} presentes na água dura, formando compostos insolúveis, reduzindo assim a quantidade de tensoativo na solução e causando grande desequilíbrio de cargas, ocasionando a floculação ou precipitação dos componentes da formulação, podendo causar uma baixa eficácia e a obstrução de filtros e pontas de pulverização. Entretanto as águas brasileiras, exceto algumas exceções, são brandas ou muito brandas, não ocasionando problemas a pulverização de agroquímicos (Ramos; Araújo, 2006).

Verificando a influência da dureza e pH da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose (*Brevipalpus phoenicis*) em frutos de laranja (*Citrus sinensis*), Prado *et al.* (2011) trabalharam com água para diluente da calda oriunda do sistema público de tratamento (tratada com pH 7,0) e de poço artesiano (dureza com 438 mg de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ e alcalina com pH médio igual a 9,3). Os autores concluíram que a origem e as características da água não influenciaram na eficácia dos produtos.

TABELA 2 - Escala de dureza da água em relação a quantidade de CaCO_3 (mg L^{-1}).

Classe	CaCO_3 (mg L^{-1})
Muito branda	< 71,2
Branda	71,2 – 142,4
Semi dura	142,4 – 320,4
Dura	320,4 – 534,0
Muito dura	> 534,0

Fonte: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos agrotóxicos**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

A dureza na água não traz consequências sanitárias além de sabor desagradável e dificuldade de formação de espuma quando se utiliza sabão. Para a irrigação, no entanto, pode provocar incrustações nas tubulações, principalmente em regiões de altas temperaturas, aumentando a perda de carga do sistema hidráulico (Paterniani; Pinto, 2001).

A turbidez é uma medida da transparência da água, associada à presença de sólidos suspensos. Trata-se de uma propriedade óptica que expressa o quanto de luz é dispersa e absorvida, em vez de ser transmitida diretamente pela amostra (Dahlgren *et al.*, 2004). Os sólidos suspensos totais são uma medida específica dos grãos de silte, areia, argila e matéria orgânica maiores que 0,2 micron encontrados na água. Essas partículas sólidas permanecem em suspensão na água, o que a torna turva. Partículas podem entupir ou bloquear telas e bicos, resultando em pulverizações irregulares. O uso de água turva pode reduzir a eficácia de certos herbicidas, por exemplo, o glifosato, pois o mesmo se liga às partículas presentes na água (Ling *et al.*, 2024).

As medições de turbidez são normalmente feitas com equipamentos eletrônicos, especialmente por nefelômetros, e os resultados são expressos em unidades nefelométricas de turbidez (NTU) (Colombo; Mannich, 2017). Por sua simplicidade e relação direta com o aspecto visual da água, a turbidez e a cor aparente são bons indicadores do risco de

contaminação da água utilizada na pulverização no meio rural. Em geral, águas cristalinas apresentam turbidez inferior a 10 NTU, enquanto águas muito turvas possuem turbidez superior a 20 NTU (Farias *et al.*, 2013).

A utilização de água de boa qualidade, com parâmetros físicos e químicos dentro dos padrões aceitáveis, é extremamente importante para aumentar a eficiência da pulverização (Farias *et al.*, 2013). Uma vez observadas as características da água, a calda poderá ser elaborada adequadamente, seguindo os demais parâmetros técnicos exigidos pela tecnologia de pulverização de agroquímicos. Dessa forma, o produto poderá ser aplicado com a segurança de que se está proporcionando todas as condições necessárias para que ele expresse sua máxima eficácia, resultando no controle eficiente da praga ou da doença (Queiroz *et al.*, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento experimental utilizado foi em blocos aleatorizados, com três tratamentos e oito repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos consistiram no controle (sem pulverização de agroquímicos) e pulverização nas plantas de soja com agroquímicos diluídos em água oriunda do poço artesiano da propriedade agrícola e tratada pelo sistema da Sanepar® (Companhia de Saneamento do Paraná). As repetições possuíam área pulverizada na parcela de 15,0 m² (2,0 x 7,5 m), sendo que as avaliações foram realizadas na parte central da parcela com 0,25 m de bordadura, em 10,5 m² (1,5 x 7,0 m).

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa (25°05'28"S e 50°03'41"O) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é classificado como temperado, com verão ameno e com chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca (Aparecido *et al.*, 2016). A propriedade possui acesso à água de seu poço artesiano e do sistema público fornecida pela Sanepar®.

A cultivar de soja Cromo TF da Brasmax® foi semeada no dia 30 de novembro de 2023. A mesma foi escolhida pelo cultivo representativo na região dos Campos Gerais (PR), além de possuir tolerância a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Possui grupo de maturação 5.6, fechando ciclo em torno de 125 dias e crescimento indeterminado. A população inicial, de 20 dias após a emergência, foi de 356 mil plantas ha⁻¹. Todas as práticas fitotécnicas foram efetuadas de acordo com as recomendações de cultivo do engenheiro agrônomo responsável pela área.

As variáveis analisadas foram análise química da água, deficiências nutricionais da planta, controle de organismos indesejados, massa seca da parte aérea das plantas daninhas e os componentes de rendimento da cultura. Os organismos indesejados verificados foram plantas daninhas, pragas e doenças. Os componentes de rendimento da cultura avaliados foram população final, vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade.

A análise química da água do poço artesiano e da Sanepar® foi realizada no Laboratório de Saneamento da Universidade Estadual de Ponta Grossa (Ponta Grossa – Paraná). As análises focaram as variáveis mais importantes para a calda de pulverização: potencial hidrogeniônico (pH), dureza da água e turbidez. O pH destaca a acidez ou alcalinidade do diluente. A dureza de água avalia a quantidade de carbonato de cálcio (CaCO₃) presente no líquido. A turbidez

mensura a dificuldade de um feixe de luz atravessar um certo volume de água pela quantidade de partículas suspensas.

As deficiências nutricionais foram acompanhadas pelo Engenheiro Agrônomo responsável pela área em cada estágio fenológico da cultura. Foram utilizados materiais técnicos para identificação de possíveis carências de nutrientes.

O controle de plantas daninhas se deu em única pulverização em pós-emergência, ocorrida no dia 20 de dezembro de 2023, no estágio fenológico da soja V4 (Ritchie *et al.*, 1982), com o herbicida Trop® (0,48 kg L⁻¹ de Glifosato + 0,36 kg L⁻¹ de Equivalente ácido de Glifosato) na dose de 2,0 L ha⁻¹. A avaliação da porcentagem de controle ocorreu visualmente, 10 dias após a pulverização (estágio fenológicos da soja V5).

O controle químico das doenças ocorreu por três pulverizações de fungicidas. A primeira aconteceu no dia 20 de dezembro de 2023 - no estágio fenológico da soja V4 - com Spot SC® (0,20 kg L⁻¹ de Boscalida + 0,20 kg L⁻¹ de Dimoxistrobina) na dose de 0,50 L ha⁻¹ e Orkestra SC® (0,33 kg L⁻¹ de Piraclostrobina + 0,167 kg L⁻¹ de Fluxapiroxade) na dose de 0,25 L ha⁻¹. A segunda pulverização foi aplicada no dia 04 de janeiro de 2024, no estágio fenológico da soja R1, com mesmos produtos e doses. A terceira intervenção foi em 29 de janeiro, no estágio fenológico da soja R3, com Fox Xpro® (0,15 kg L⁻¹ de Trifloxistrobina + 0,18 kg L⁻¹ de Protioconazol + 0,15 kg L⁻¹ de Bixafen) na dose de 0,4 L ha⁻¹. As avaliações de incidência foram determinadas pela porcentagem de plantas com sintomas das doenças e a severidade (porcentagem de parte da planta com sintomas das doenças) realizadas 10 dias após a pulverização (estádios fenológicos da soja V5, R2 e R4; respectivamente).

Foi realizada uma pulverização de inseticida, em 29 de janeiro de 2024. Empregou-se Galil SC® (0,05 kg L⁻¹ de Bifentrina + 0,25 kg kg⁻¹ de Imidacloprido) na dose de 0,30 L ha⁻¹. A quantificação dos insetos se deu no estágio fenológico R4, por 3 amostragens por parcela com auxílio do pano de batida em 1,0 m².

As pulverizações foram realizadas por um pulverizador costal pressurizado por CO₂, com barra dotada de quatro pontas de pulverização espaçadas em 0,5 m. A ponta de pulverização empregada foi a TT 11002®, filtro com malha 50 no sistema hidráulico, pressão de 200 kPa, gota grossa e vazão de 0,65 L min⁻¹. Para se obter 100 L ha⁻¹ se pulverizou a velocidade de 2,17 m s⁻¹. Tal configuração é recomendada para referida atividade (TEEJET, 2023). As pulverizações foram realizadas com velocidade do vento entre 3,0 e 10,0 km h⁻¹, temperatura abaixo de 30°C e umidade relativa do ar acima de 55%; monitoradas pelo anemotermohigrômetro LM8000 da Lutron®.

A massa seca de plantas daninhas foi determinada pela coleta da parte aérea por parcela em 1 m² no estágio fenológico da soja em R5. A massa foi levada à estufa de circulação forçada de ar Sx1.1 30 L Sterilifer®, por 72 horas, à temperatura média de 65°C. O valor da massa seca foi convertido em kg ha⁻¹.

Os componentes de rendimento foram avaliados pela contagem do número de plantas com vagem, vagens por planta e grãos por vagens na área de avaliação da parcela. Foram amostradas 10 plantas na área de avaliação da parcela. As plantas foram colhidas mecanicamente, pela colhedora de parcelas Wintersteiger® modelo Quantum, após o ponto de maturação fisiológica, no dia 18 de março de 2024. Os grãos retirados das vagens em sistema de trilha, massa de mil grãos e produtividades extrapolados da área da parcela para o hectare.

A determinação da massa de mil grãos e a produtividade se deu com 1,0% de impurezas e com umidade corrigida para 14,0%. A umidade foi constatada com o uso de um medidor homologado pelo Inmetro Motomco®, modelo 999ESI. A massa de mil grãos foi definida por meio de uma balança digital 0,1 a 500 g Diamond®. A mensuração da produtividade se deu com auxílio de uma balança digital Ramud®, com capacidade para 50 kg.

Os valores registrados foram submetidos aos testes de Hartley, para verificação da homocedasticidade das variâncias, Shapiro-Wilk, para examinar a normalidade dos dados e independência dos erros pelo teste de Durbin-Watson. As variáveis mensuradas foram analisadas pelos testes Fisher & Snedecor e Duncan, sendo o intervalo de confiança com nível de 95%. O programa estatístico utilizado foi o Agro R.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química da água do poço artesiano da Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), e da água tratada pelo sistema público da Sanepar® destacou que os diluentes avaliados apresentaram características similares. O pH da água proveniente do poço e da água tratada pelo sistema público da Sanepar® (Tabela 3) apresentou valores próximos à neutralidade.

TABELA 3 - Características químicas da água do poço artesiano da fazenda escola capão da onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e de água tratada pelo sistema público da Sanepar®, realizada pelo Laboratório de Saneamento (UEPG) em 2023.

Variável	Água de poço artesiano	Água da Sanepar®
Potencial hidrogeniônico (pH)	7,1	6,1
Carbonato de Cálcio (CaCO_3)	91 mg L ⁻¹	24 mg L ⁻¹
Turbidez	0,6 NTU ¹	0,1 NTU ¹

1 - Unidades nefelométricas de turbidez.

Fonte: A autora.

A água tratada pelo sistema público da Sanepar® tem pH de 6,1 e segundo Pereira, Moura e Pinheiro (2015), os agroquímicos apresentam melhor desempenho quando diluídos em caldas com pH entre 6,0 e 6,5. A água do poço artesiano da FESCON apresentou valor de pH próximo ao neutro, que também é considerado adequado para a mistura de ingredientes ativos utilizados na pulverização.

A dureza da água foi classificada como branda para a água do poço artesiano da FESCON (91 mg L⁻¹) e como muito branda para a água fornecida pelo sistema público da Sanepar® (24 mg L⁻¹). Esta classificação foi proposta por Zambolim, Conceição e Santiago (2003).

Ao estudar o preparo da calda e sua interferência na eficácia de agroquímicos, Ramos e Araújo (2006) afirmaram que a dureza pode interferir negativamente na qualidade da calda, devido ao uso de adjuvante nas formulações dos produtos. Esses adjuvantes são sensíveis a dureza, pois atuam no equilíbrio de cargas que envolvem o ingrediente ativo, podendo causar floculação ou precipitação dos componentes da formulação. Os autores citam que, no Brasil, as águas são classificadas como muito branda ou branda, embora existam exceções. Essas águas,

quando classificadas como muito brandas ou brandas, não causam problemas na pulverização de inseticidas, fungicidas e herbicidas. Com base nisso, a análise química da água confirma que tanto a água do poço artesiano da FESCON quanto a água tratada pelo sistema público da Sanepar® não ocasionaram problemas no preparo da calda de agroquímicos. Segundo Paterniani e Pinto (2001) as águas que não são consideradas duras podem ser utilizadas para irrigação e na pulverização de agroquímicos sem risco de formação de incrustações minerais nas tubulações de irrigação e dos pulverizadores. Assim, os valores de dureza observados na análise química da água do poço artesiano da FESCON e de água tratada pelo sistema público da Sanepar® são considerados satisfatórios para o uso como diluentes na preparação de caldas agroquímicas.

Ao verificarem a influência da dureza e do pH da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose (*Brevipalpus phoenicis*) em frutos de laranja (*Citrus sinensis*), Prado *et al.* (2011) utilizaram água oriunda do sistema público de abastecimento (tratada, com pH 7,0) e de poço artesiano (com dureza de 438 mg de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ e pH médio alcalino de 9,3). Os autores concluíram que a origem e as características da água não influenciaram na eficácia dos produtos aplicados. O pH da água do poço artesiano da FESCON apresentou valor próximo ao da água tratada pelo sistema público no trabalho de Prado *et al.* (2011). Em relação à dureza, os valores da água do poço artesiano da FESCON e da água tratada pelo sistema público da Sanepar® foram menores que os observados por Prado *et al.* (2011). Isso evidencia a divergência entre as características químicas das águas utilizadas nos dois estudos; embora, ao final, ambos tenham indicado que a origem da água não comprometeu a eficácia dos produtos.

A turbidez da água do poço artesiano e da água tratada pelo sistema público da Sanepar® apresentou valores reduzidos. Esses resultados estão em conformidade com Farias *et al.* (2013) os quais consideram que águas com turbidez inferior a 10 NTU são classificadas como cristalinas, potáveis e com menor probabilidade de contaminação. Segundo Ling *et al.* (2024) os sólidos suspensos totais são uma medida específica dos grãos de silte, areia, argila e matéria orgânica. Essas partículas sólidas permanecem em suspensão na água, tornando a água turva. As partículas em suspensão podem entupir ou bloquear telas e bicos de, resultando em pulverizações irregulares. A utilização de água turva pode reduzir a eficácia do herbicida glifosato, pois o mesmo se liga às partículas presentes na água. A turbidez da água do poço artesiano da FESCON e da água tratada pelo sistema público da Sanepar® são classificadas como cristalinas. Sabendo disso, a água utilizada para o preparo de caldas de pulverização não influenciou na eficiência dos agroquímicos.

As condições do tempo durante o período do experimento estão representadas na Figura 1. Segundo Farias *et al.* (2007), a cultura da soja necessita de 450 a 800 mm de água disponível ao longo do ciclo para que seus processos fisiológicos não sejam comprometidos. Durante o ciclo da cultura no campo, a precipitação ocorreu de forma constante ao longo do ciclo da cultura, o que evitou restrições hídricas e, conseqüentemente, não resultou em prejuízos ao desenvolvimento da planta ou perdas de produtividade relacionadas à disponibilidade de água.

Segundo Seixas *et al.* (2020) a situação ideal para a pulverização de agroquímicos é quando a umidade relativa do ar está acima de 60% propiciando uma boa aplicação. Durante o desenvolvimento da cultura a campo a umidade relativa do ar manteve-se estável durante o ciclo da cultura, acima de 60%, ressaltando que não houve problemas com absorção e translocação dos agroquímicos aplicados devido a umidade relativa do ar.

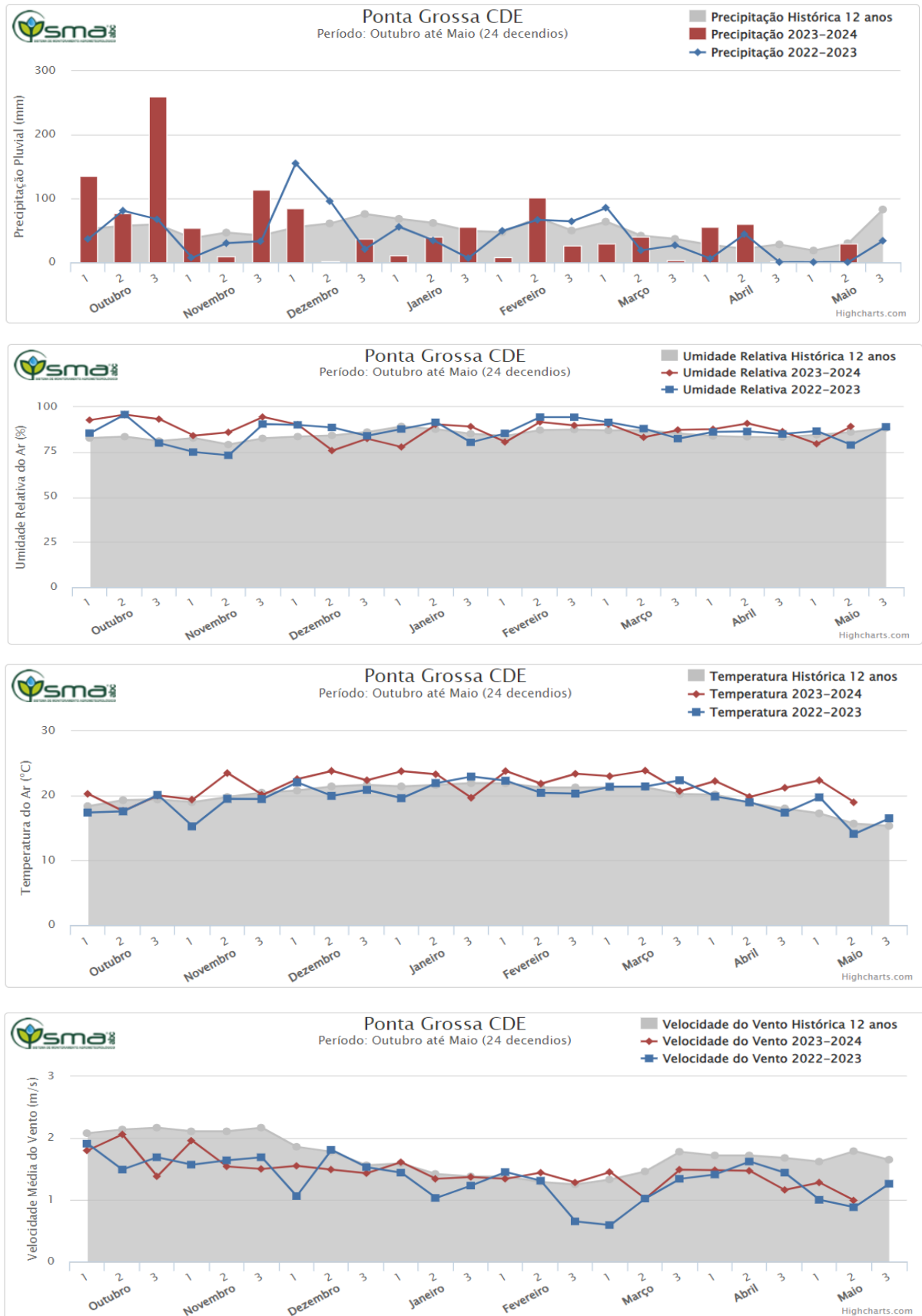
A temperatura média observada esteve acima da média histórica. De acordo com a EMBRAPA (2005), a soja é tolerante a uma ampla faixa de temperatura, sendo a faixa ideal entre 20°C e 30°C. Durante o experimento, não foram registradas temperaturas inferiores a 10°C, o que indica que a cultura não foi submetida a estresses térmicos significativos. Dessa forma, não houve prejuízos ao crescimento, à floração ou à retenção de vagens, demonstrando que as condições do tempo durante o período experimental foram adequadas ao bom desenvolvimento da soja.

A velocidade do vento foi inferior à média histórica. Portanto, não foi um fator prejudicial durante a pulverização de agroquímicos. Contiero, Biffe e Catapan (2018) afirmam que a condição ideal de vento para pulverização situa-se entre 3 a 8 km h⁻¹. A velocidade média do vento não foi acima e nem abaixo da condição ideal, ressaltando que não houve problemas com a deriva de gotas e gotas suspensas no ar.

Durante o ciclo da cultura, não foram identificados sintomas visuais indicativos de deficiências nutricionais nas plantas de soja. Considerando a ausência de sinais de carência e o bom estado geral das plantas, o técnico da FESCON responsável pelo manejo da lavoura optou por não recomendar a pulverização de nutrientes via foliar, por meio de pulverização.

Não houve necessidade de transformação dos dados para aplicar o teste Fisher & Snedecor. Tal decisão se baseia no fato de que o teste de Hartley apontou a homocedasticidade das variâncias, Shapiro-Wilk confirmou a normalidade dos dados e Durbin-Watson a independência dos erros para todas as variáveis estudadas. Para blocos houve diferenças somente em 5% das análises, denotando a homogeneidade das condições experimentais.

FIGURA 1 - Média histórica de dados agrometeorológicos em Ponta Grossa (PR).



Fonte: FUNDAÇÃO ABC. **Agrometeorologia**. Disponível em: <http://sma.fundacaoabc.org/>. Acesso em: 18 de maio de 2024.

O controle de plantas daninhas evidenciou que todas as parcelas pulverizadas com herbicidas se diferenciaram significativamente daquelas sem controle químico, conforme o teste de Duncan, com intervalo de confiança de 95% (Tabela 4). Segundo Vargas e Roman (2006), a sensibilidade das plantas daninhas aos herbicidas varia de acordo com o estágio de desenvolvimento, sendo os estádios iniciais os mais sensíveis à aplicação.

TABELA 4 - Porcentagem de controle de plantas daninhas em pós-emergência - estágio fenológico (EF) V51 - na cultura da soja (*Glycine max*), com distintos diluentes na calda de herbicidas pulverizados nas plantas no EF V4, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24².

Tratamentos	EF V5
Controle ³	00 b ⁴
Água do poço artesiano	84 a
Água do sistema público	84 a
Coefficiente de variação (%)	3,0

1 - Estádios fenológicos da soja (Ritchie *et al.*, 1982).

2 - Não significativo para blocos, pelo teste de Fisher-Snedecor ($p > 0,05$).

3 - Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de soja.

4 - Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

Fonte: A autora.

O controle químico foi realizado no início do desenvolvimento das plantas daninhas e da cultura da soja. Constantin (2011) destaca a importância do manejo precoce das plantas daninhas, pois essa prática proporciona uma vantagem à cultura nas fases iniciais de desenvolvimento. Após esse período, a própria lavoura tende a suprimir o crescimento das daninhas, principalmente devido ao sombreamento. Isso garante maior competitividade à cultura e reduz o potencial reprodutivo das espécies infestantes. Dessa forma, o controle eficaz de plantas daninhas é fundamental para assegurar alta produtividade e retorno econômico, evitando a competição por recursos essenciais como água, luz, nutrientes e espaço. Quanto ao diluente utilizado nas pulverizações, observou-se que não houve diferença significativa entre o uso de água do poço artesiano da Fazenda Escola Capão da Onça e da água tratada pela rede pública sob responsabilidade da Sanepar[®].

Conforme Seixas *et al.* (2020), a importância econômica de cada doença pode variar de acordo com o ano, a região e as condições climáticas de cada safra. As doenças que se destacaram no experimento foram o oídio (*Erysiphe diffusa*), a ferrugem-asiática (*Phakopsora*

pachyrhizi) e a mancha-parda (*Septoria glycines*), considerada uma doença de final de ciclo (Tabela 5). As avaliações de severidade basearam-se nas escalas diagramáticas propostas por Godoy *et al.* (2006), Martins *et al.* (2004) e Mattiazzi (2003).

TABELA 5 - Porcentagem de Incidência (I) e severidade (S) de oídio (*Erysiphe diffusa*) ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e doença de final de ciclo mancha-parda (*Septoria glycines*) - estádios fenológicos (EF) V5, R2, e R41 - na cultura da soja (*Glycine max*) com distintos diluentes na calda de fungicidas pulverizados nas plantas – EF V4, R1, e R3 – Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24.

Tratamentos	Oídio em V5		Oídio em R2		Oídio em R4	
	I (%)	S (%)	I (%)	S (%)	I (%)	S (%)
Controle ²	79 a ³	14 a	84 a	27 a	93 a	41 a
Água do poço artesiano	66 b	07 b	31 b	09 b	31 b	14 b
Água do sistema público	65 b	07 b	32 b	11 b	31 b	13 b
Blocos	ns ⁴	ns	* ⁵	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	5,2	22,3	3,4	21,7	6,2	13,6
Tratamentos	Ferrugem em R2		Ferrugem em R4		Mancha em R4	
	I (%)	S (%)	I (%)	S (%)	I (%)	S (%)
Controle	04 a	11 a	06 a	05 a	07 a	08 a
Água do poço artesiano	02 b	03 b	02 b	02 b	04 b	02 b
Água do sistema público	02 b	02 b	02 b	02 b	04 b	02 b
Blocos	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	24,1	23,7	23,6	26,1	19,1	19,2

1 - Estádios fenológicos da soja (Ritchie *et al.*, 1982).

2 - Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de soja.

3 - Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

4 - Não significativo para blocos, pelo teste de Fisher-Snedecor ($p > 0,05$).

5 - Significativo para blocos, pelo teste de Fisher-Snedecor ($p > 0,05$).

Fonte: A autora.

A resistência genética segundo Batista *et al.* (2021) tem se destacado como uma das estratégias mais eficazes no manejo fitossanitário, pois reduz a incidência e a severidade das doenças. Nesse sentido, a cultivar de soja utilizada demonstrou tolerância à ferrugem-asiática. Godoy *et al.* (2017) afirmam que a aplicação de fungicidas deve ser realizada de forma preventiva ou logo no início dos sintomas, sendo essa uma medida fundamental para o sucesso do manejo de doenças.

E quanto ao diluente utilizado nas pulverizações de fungicidas, não houve diferença significativa entre o uso de água do poço artesiano da Fazenda Escola Capão da Onça e da água tratada fornecida pela Sanepar®. As parcelas que não receberam pulverização de fungicidas apresentaram maior incidência e severidade das doenças em comparação com os tratamentos pulverizados, porém, sem diferença significativa entre os diluentes empregados (Tabela 5).

A praga identificada nas amostras coletadas com o pano de batida foi a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), no estágio fenológico R4. As lagartas encontradas apresentavam comprimento superior a 1,5 cm. As parcelas que receberam pulverização de inseticidas apresentaram uma quantidade significativamente menor de indivíduos em comparação às parcelas não pulverizadas (Tabela 6). No entanto, o teste de média entre os diluentes da calda de inseticidas estudados não diferiu significativamente para o número de lagartas, não havendo distinção da origem água da calda para o controle destas pragas, do poço artesiano da propriedade ou tratada pelo sistema público.

TABELA 6 – Número de lagartas-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) com mais que 1,5 cm, coletados em 1,0 m² de pano de batida entre fileiras da cultura da soja (*Glycine max*) - estádios fenológicos (EF) R41 - com distintos diluentes na calda de inseticidas pulverizados nas plantas – EF R3 – Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24².

Tratamentos	Lagartas-da-soja em R4
Controle ³	05 a ⁴
Água do poço artesiano	01 b
Água do sistema público	01 b
Coefficiente de Variação (%)	26,1

1 – Estádios fenológicos da soja (Ritchie *et al.*, 1982).

2 – Não significativo para blocos pelo teste de Fisher-Snedecor ($p > 0,05$).

3 – Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de soja.

4 – Médias com a mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

Fonte: A autora.

A massa seca da parte aérea de plantas daninhas apresentou diferenças significativas entre parcelas sem e com pulverizações de herbicidas (Tabela 7). A presença de poucas plantas daninhas nas parcelas experimentais pode ser atribuída ao histórico de manejo da área e ao controle químico aplicado.

TABELA 7 – Matéria seca da parte aérea de plantas daninhas (MSPA) na cultura da soja (*Glycine max*), estágio fenológico R5.1, com distintos diluentes na calda de herbicidas pulverizados nas plantas nos EF V4, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa - PR), safra 2023/24².

Tratamentos	MSPA (kg ha ⁻¹)
Controle ³	499 a ⁴
Água do poço artesiano	269 b
Água do sistema público	226 b
Coefficiente de Variação (%)	8,5

1 - Estádios fenológicos da soja (Ritchie *et al.*, 1982).

2 - Não significativo para blocos para todas variáveis analisadas, pelo teste de Fisher-Snedecor ($p > 0,05$).

3 - Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de soja.

4 - Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

Fonte: A autora.

Ao estudar sobre a interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja, Silva *et al.* (2009) afirma que o nível de infestação de plantas daninhas da área influencia as variáveis definidoras do crescimento da cultura da soja. Logo, o tratamento sem manejo sofreu interferência significativa de plantas daninhas, uma vez que apresentou valor 2,0 vezes maior que os tratamentos com o controle químico em pós-emergência das plantas daninhas na cultura da soja. Os resultados obtidos corroboram com o autor citado, visto que no tratamento sem manejo, as plantas daninhas apresentaram plantas com maior área foliar, consequentemente, maior massa seca de parte aérea e de caule, as quais indicam um ganho geral de fotoassimilados pela planta, em razão da maior capacidade de interceptação de luz. Portanto, as plantas daninhas suprimiram as plantas de soja no tratamento sem manejo das plantas daninhas afetando o seu crescimento.

Das variáveis analisadas dos componentes de rendimento, a não pulverização de agroquímicos nas parcelas só não afetou significativamente o número de grãos por vagens (Tabela 8). Para os demais fatores houve diferenças significativas entre as parcelas pulverizadas e não pulverizadas com agroquímicos, sempre com valores superiores onde houve o controle químico. Conforme Koslowski *et al.* (2002) os efeitos da interferência causado por plantas daninhas em uma cultura são irreversíveis, não havendo recuperação no desenvolvimento ou da produtividade após o estresse causado pelas mesmas. Assim sendo, os tratamentos sem o manejo das plantas daninhas sofreram com efeitos da interferência e ao longo do ciclo da cultura não conseguiram recuperar a produtividade quando comparados com os tratamentos onde houve o controle químico de plantas daninhas. Contudo, sem valores significativos para caldas

cujo diluente é de origem do poço artesiano ou da Sanepar®. A produtividade do tratamento controle ficou 71% abaixo dos tratamentos pulverizados, denotando a importância do manejo de organismos indesejados na cultura da soja. A média de grãos produzidos nos tratamentos ficou acima da média nacional de 3.202 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024).

TABELA 8 – População final (PF) em mil plantas ha⁻¹, vagens por planta (VP), grãos por vagem (GPV), massa de mil grãos (MMG) em g e produtividade (PROD) em kg ha⁻¹ na cultura da soja (*Glycine max*), com distintos diluentes na calda de agroquímicos pulverizados nas plantas, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR), safra 2023/24¹.

Tratamentos	PF	VP	GPV	MMG	PROD
Controle ²	203 b ³	41 b	2,7 a	125 b	2.752 b
Água do poço artesiano	242 a	47 a	2,7 a	159 a	4.735 a
Água do sistema público	240 a	47 a	2,6 a	157 a	4.682 a
Coefficiente de variação (%)	5,3	6,1	8,8	2,9	9,4

1 - Não significativo para blocos pelo teste de Fisher-Snedecor ($p > 0,05$).

2 - Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de soja.

3 - Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

Fonte: A autora.

Os resultados obtidos confirmam as recomendações de Farias *et al.* (2011) e EMBRAPA (2020), que indicam que o rendimento máximo de uma cultura é alcançado com o uso de uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao ambiente de cultivo, desde que não haja ocorrência de fatores limitantes ao longo do seu ciclo. Destaca-se, ainda, a importância do manejo agrônomo adequado para que o potencial produtivo da soja não seja comprometido por fatores como deficiências nutricionais ou a presença de organismos indesejados.

Os dados também corroboram os apontamentos de Matthews (2004) e Garcia *et al.* (2020), ao reforçarem a relevância dos princípios da tecnologia de aplicação: garantir que o ingrediente ativo atinja o alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental. Esses cuidados são fundamentais quando se opta pela pulverização de agroquímicos como parte das estratégias de manejo integrado.

Sendo os ingredientes diluídos para pulverização, comumente em água, esta recebe atenção especial, pois suas características físicas e químicas podem afetar a eficiência dos ingredientes ativos na calda pulverizada. Os dados deste experimento corroboram com Queiroz *et al.* (2008) e Garcia, *et al.* (2016), de que em áreas com acesso a água tratada pelo sistema

público de abastecimento os agricultores também podem utilizar esta como diluente da calda de pulverização. Também ratificam Prado *et al.* (2011), ao concluírem que a origem e características da água não influenciaram na eficiência dos produtos.

6 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o pH da água permaneceu próximo ao neutro, a dureza foi classificada como branda e muito branda, e a turbidez apresentou valores baixos. A ausência de controle de organismos indesejados comprometeu o desenvolvimento das plantas de soja e reduziu o potencial produtivo, quando comparado aos tratamentos pulverizados com agroquímicos. Em relação às 20 variáveis analisadas, não houve diferença significativa quanto à origem do diluente utilizado na calda de pulverização dos agroquímicos nas plantas de soja. Dessa forma, nas condições experimentais, tanto a água proveniente do poço artesiano quanto a tratada pelo sistema público de abastecimento podem ser utilizadas para a preparação das caldas de pulverização.

REFERÊNCIAS

- ABRASEM – Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Pirataria de sementes: ilegalidades de A a Z**. 1. ed. Brasília: ABRASEM, 2019.
- ALBRECHT, A. J. P.; DANILUSSI, M. T. Y.; LORENZETTI, J. B. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. 1 ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021.
- ALMEIDA, Á. M. R. Observação de resistência parcial a *Septoria glycines* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 214-216, 2001.
- APARECIDO, L. E. O. *et al.* Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.
- BAESSO, M. M. *et al.* Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v. 61, p. 780-785, 2014.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* **Tecnologia de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.
- BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. 1. ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021.
- BATISTA, R. O. *et al.* Resistência Genética e Melhoramento de Plantas a doenças. In: RIOS, J. A.; ALMEIDA, L. C.; SOUZA, E. B. **Resistência de Plantas a Patógenos**. 1. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2021.
- BETTIOL, W. **Leite de vaca cru para o controle de oídio**. Jaguariúna: Embrapa, 2004.
- BLUM, L. E. B. *et al.* Fungicidas e mistura de fungicidas no controle do oídio da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 216-218, 2002.
- BONATO, E. R. **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000.
- BRIGHENTI, A. M. **Manual de identificação e manejo de plantas daninhas em cultivos de cana-de-açúcar**. 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011.
- BUENO, A. F. *et al.* Economic thresholds in soybean-integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 5, p. 439-447, 2013.

BUENO, A. F. *et al.* **Manejo integrado de pragas da soja: MIP - Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2023.

CARVALHO, N. S. *et al.* Revisão: A importância da soja para o agronegócio brasileiro. In: CARVALHO, N. S. *et al.* **Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2023.

COLÔMBO, G. T.; MANNICH, M. Determinação de baixo custo da turbidez em corpos d'água superficiais. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 14, p. 5-5, 2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim Safra de Grãos: 12º Levantamento – Safra 2023/24**. Brasília: CONAB, 2024a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Técnicos da CONAB debatem impactos econômicos da ferrugem asiática na cultura da soja**. Brasília: CONAB, 2024b.

CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JUNIOR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, p. 67-78, 2011.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR.; R. S.; OLIVEIRA NETO, A. M. **Buva: fundamentos e recomendações para manejo**. Curitiba: Ompipax Editora, 2013.

CONTE, O. *et al.* **Resultado do manejo integrado de pragas da soja na safra 2019/2020 no Paraná**. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

CONTIERO, L. R. Eficiência de herbicidas do grupo das sulfoniluréias no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 03, p. 333-337, 2005.

CONTIERO, R. L.; BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. Tecnologia de Aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. **Percevejos e o sistema de produção soja-milho**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2017.

COSTAMILAN, L. M. **Manchas foliares mais comuns em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003.

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

DAHLGREN, R. *et al.* **Transparency tube provides reliable waterquality measurements**. California Agriculture Home, v. 58, n. 3, p. 149-153, 2004.

DE OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, biológico e alelopatia**. Brasília: Embrapa, 2018.

DUARTE, L. T. *et al.* **Recomendações para Coleta e Envio de Material ao Laboratório de Fitopatologia para Diagnóstico de Doenças em Plantas**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Soja**. Brasília: Embrapa Sede, 2005.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantas daninhas na cultura do milho: picão-preto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Climate change and food security: Risks and responses**. FAO, 2015.

FARIAS, J. R. B. F. **Limitações climáticas à obtenção de rendimentos máximos de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

FARIAS, M. *et al.* Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. **Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 355-359, 2013.

FRANCHINI, J. C.; DA COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

FUNDAÇÃO ABC. Sistema de monitoramento agrometeorológico. Disponível em: <http://sma.fundacaoabc.org/>. Acesso em: 18 mai. 2024.

FUNDAÇÃO ABC. **Picão-preto, diferença entre espécies e resistência a glyphosate**. Disponível em: <https://fundacaoabc.org/2023/11/30/picao-preto-diferenca-entre-especies-e-resistencia-a-glyphosate/>. Acesso em: 2 mai. 2025.

GARCIA, L. C. *et al.* Efficiency of soybean crop fungicide spray applications at timed intervals based on a calendar schedule versus agrometeorological data. **Crop Protection**, v. 132, n. 1, p. 1-7, 2020.

GARCIA, L. C. *et al.* Adjuvants in fungicide spraying in wheat and soybean crops. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 6, p. 1110-1117, 2016.

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* **Manual de identificação de plantas daninhas na cultura da soja**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

GODOY, A. V. *et al.* **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2017a.

GODOY, C. V. *et al.* Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 1, p. 56-61, 2009.

GODOY, C. V. **Ferrugem asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

GODOY, C. V. **Manejo de doenças na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2017b.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GÓMES, D. R. S. *et al.* **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 3 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

GOMES, T. M. **Setor agrícola utiliza metade da água consumida no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Jornal da USP, 2024.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; BIZI, R. M. **Controle alternativo do oídio e mofo-cinza em mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2010.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R. *et al.* **Manual de Identificação de Doenças de Soja**. 3 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2009.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. C. *et al.* **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

ITO, M. F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, v. 10, n. 3, p. 83-101, 2013.

KOSLOWSKI, 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.

LANNA FILHO, R. Fitobactérias na cultura da soja. In: LEMES, E.; CASTRO, L.; ASSIS, R. **Doenças da soja: melhoramento genético e técnicas de manejo**. Campinas: Millennium, 2015.

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

LING, E. *et al.* **Spray water quality and pesticide characteristics**. Virginia: Virginia State University, 2024.

LOPES, C. A. *et al.* **Sistemas de Produção**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. **Publicado vazio sanitário e calendário de**

MARTINS, M. C. *et al.* Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 179-184, 2004.

MATTHEWS, G.A. How was the pesticide applied? **Crop Protection**, v. 23, n. 1, p. 651-653, 2004.

MATTIAZZI, P. **Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja**. 1.ed. Piracicaba: ESALQ - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1990.

MENEZES, S. M. *et al.* Detecção de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato por métodos baseados na atividade de enzimas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 150-155, 2004.

MEYER, M. C.; BUENO, SOA. F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. **Bioinsumos na cultura da soja**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2022.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2001.

MME - Ministério de Minas e Energia. ANDRADE, N.; LIMA, J. **Biocombustíveis: a experiência brasileira e a visão do governo**. Brasília: MME, 2022.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas da soja**. Campinas: FMC, 2009.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. *et al.* **Estádios de desenvolvimento da cultura de soja**. In: FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil, 2008. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

PATERNIANI, J. E. S.; PINTO, J. M. **Qualidade da água**. Brasília: Embrapa, 2001.

PELIN, C.; WORDELL FILHO, J. A.; NESI, C. N. Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 3, p. 18-21, 2020.

PEREIRA, R. B.; MOURA, A. P.; PINHEIRO, J. B. **Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos em Cultivo Protegido de Tomate e Pimentão**. Brasília: Embrapa, 2015.

PINTO, O. R. O. *et al.* **Importância do oídio em plantas cultivadas: abordagem em frutíferas e olerícolas**. Goiânia: Enciclopédia Biosfera, 2014.

PITELLI, R. A. O termo planta-daninha. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 622-623, 2015.

PRAÇA, L. B.; SILVA NETO, S. P.; MONNERAT, R. G. ***Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818 (Lepdoptera: Noctuidae): biologia, amostragem e métodos de controle**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2006.

PRADO, E. P. *et al.* Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 389-396, 2011.

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

RAMOS, H. H. **Regulagem errada**. Londrina: Revista Cultivar, n. 14, p. 28-31, 2002.

RAMOS, H. H.; ARAÚJO, D. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobios.com/Artigos/2006_3/V2/index.htm. Acesso em: 29 mar. 2025.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

RIBEIRO, F. C. *et al.* Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, p. 48-53, 2016.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977.

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

RODRIGUES, O. *et al.* Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

ROGGIA, S. *et al.* **Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2013/14: resultados sumarizados de ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

ROGGIA, S. *et al.* **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

SACHS, P. J. D. *et al.* Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 4, p. 202-204, 2011.

SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1159-1172, 2011.

SEIXAS, C. D. S. *et al.* **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

SEIXAS, C. D. S.; GODOY, C. V. **Ferrugem asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2005.
semeadura da soja para a safra 2024/2025. Brasília: MAPA, 2024.

SEMIL - Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. **Água**. São Paulo: SEMIL, 2023.

SILVA, A. F. *et al.* Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 75-84, 2009.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; CÂMARA, G. **Soja: do plantio à colheita**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

SISMEIRO, M. N. S. *et al.* Manejo do percevejo-marrom *Euschistus heros* em soja BT resistente a lagartas. In: **Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013.

SOARES, R. M. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja**. 6. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2023.

SOUZA, F. H. D.; ALVES, E.; FUSHITA, A. T. **Trapoeiraba: problema para produção e comercialização de sementes de capim**. São Carlos: Embrapa, 2004.

STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. **Oídios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001.

TEEJET. **Spray products**. Wheaton, IL: TeeJet, 2023.

TINOCO, T. J.; DA SILVA, P. L.; DA ROCHA, A. P. S. Manejo Integrado de Pragas e Doenças em Sistemas Agrícolas. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 11, p. 22675–22697, 2023.

TOIGO, S.; DOS SANTOS, I.; CARNIELETTO, C. E.; MAZZARO, S. M. Controle químico do oídio em pó da soja. **Ciência Agrária**, v. 4, p. 491-496, 2008.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura de soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006.

VIDAL, R. A. *et al.* Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 309-315, 2007.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. A produção de soja e sua importância na economia brasileira. **Revista de Política Agrícola**, [S. l.], v. 33, p. e019, 2024.

VILELA, G. F. *et al.* **Cultivares de soja: macrorregiões 4 e 5 norte e nordeste do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

WHITFORD, F. *et al.* **The impact of water quality on pesticide performance.** Purdue University, 2009.

WRUCK, M. **A importância da época de semeadura na cultura da soja.** Santa Maria: Universidade Estadual de Santa Maria, 2022.

YORINORI, J. T. *et al.* **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil:** evolução, importância econômica e controle. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

YORINORI, J. T. **Oídio da Soja.** Londrina: Embrapa Soja, 1997.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos agrotóxicos.** 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.