

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

PEDRO MAIA ZENY

DILUENTES NA PULVERIZAÇÃO DE AGROQUÍMICOS EM FEIJÃO

PONTA GROSSA - PR
2026

PEDRO MAIA ZENY

DILUENTES NA PULVERIZAÇÃO DE AGROQUÍMICOS EM FEIJÃO

Trabalho de conclusão de Curso apresentado com
objetivo de obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo
na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cláudio Garcia.

PONTA GROSSA - PR
2026



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 2026

AVALIAÇÃO DE TCC RELATÓRIO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Monografia:	<u>Difusões na poluição do agroquímico em feijão!</u>		
Autor (a):	<u>Pedro Maria Zenz</u>		
Data da defesa:	<u>08/05/2026</u>	Horário:	<u>10:00</u> Local: <u>F43</u>

Avaliadores:	
1-Orientador (a): <u>Luiz Antônio Garcia</u>	Assinatura: <u>[assinatura]</u>
2-Avaliador (a): <u>Altair Lustosa</u>	Assinatura: <u>[assinatura]</u>
3-Avaliador (a): <u>Ricardo A. Ayub</u>	Assinatura: <u>[assinatura]</u>

Itens a serem avaliados	Notas atribuídas		
	Orientador(a)	1º Avaliador(a)	2º Avaliador(a)
I- Apresentação oral (Até 2,0)	1,5	1,8	1,5
II- Trabalho escrito (Até 6,0)	6,0	5,8	5,5
III- Arguição (Até 2,0)	2,0	1,8	1,5
TOTAL	9,5	9,4	8,5
MÉDIA FINAL *	<u>9,5750% = 10,0</u>		

* 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.

FORMULÁRIO 4
OTCC
AGRONOMIA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pai, pela minha vida, saúde e por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta caminhada, permitindo que eu superasse os desafios e chegasse até aqui.

Aos meus pais, Éverson e Gerliane, deixo minha eterna gratidão pelo amor, apoio incondicional e pelo apoio que foram fundamentais para a minha formação pessoal e acadêmica. Aos meus irmãos, Ana Maria e Lucas, agradeço o companheirismo e por estar presente em todos os momentos importantes desta trajetória.

Aos professores da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), deixo meu sincero agradecimento pela dedicação, pelos conhecimentos compartilhados e pela contribuição essencial na minha formação, em especial ao Prof. Dr. Luiz Cláudio Garcia, aquele que me orientou e incentivou durante a realização deste trabalho, sempre disponível para me auxiliar durante as etapas dessa conquista.

Aos amigos que fiz ao longo desses anos de faculdade, agradeço a amizade, apoio e pelos momentos de descontração, que tornaram essa jornada mais leve e única, levarei esses momentos para minha vida.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão desta etapa tão importante da minha vida. A vocês deixo meu mais sincero agradecimento por contribuir na minha formação como Engenheiro Agrônomo.

RESUMO

ZENY, M, P. **Diluentes na Pulverização de Agroquímicos em Feijão**. Orientador: Luiz Cláudio Garcia. Ponta Grossa, 2026. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2026.

O objetivo com o trabalho foi verificar a influência de diferentes diluentes na pulverização de agroquímicos em feijão (*Phaseolus vulgaris*). O delineamento experimental utilizado foi em blocos aleatorizados, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram no controle (sem aplicação de agroquímicos) e aplicação nas plantas de feijão com agroquímicos diluídos em água oriunda do poço artesiano da propriedade e tratada pelo sistema público. As variáveis analisadas foram: deficiências nutricionais, controle de organismos considerados indesejados (plantas daninhas, pragas e doenças), massa seca 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 das 17 variáveis analisadas 16 apresentaram resultados superiores nas parcelas pulverizadas com agroquímicos em plantas de feijão em comparação com o tratamento controle. Em todas as avaliações foi indiferente a fonte de diluente empregado na calda pulverização de agroquímicos no feijoeiro. Sendo assim, nas condições experimentais, pode-se utilizar água proveniente do poço artesiano e do sistema público.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, tecnologia de aplicação, diluentes, água de poço artesiano, água do sistema público.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos estádios fenológicos da cultura do feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>).	11
Tabela 2 – Classificação do grau de dureza da água em relação a quantidade de CaCO_3 (mg L^{-1} ou ppm).	38
Tabela 3 – Atributos químicos e granulométricos do solo no momento de instalação do experimento.	42
Tabela 4 – 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 TM , realizada pelo laboratório de Saneamento (UEPG) em 2023.	45
Tabela 5 – Porcentagem de controle de plantas daninhas em pós-emergência – estádios fenológicos (EF) V_4 , R_6 e R_7^1 – na cultura do feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>), com distintos solventes na calda de herbicidas pulverizados nas plantas do cultivar IPR Urutau TM nos EF V_3 , R_5 e R_6 , safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – Paraná).	47
Tabela 6 – Número de vaquinhas-verde-amarela (<i>Diabrotica speciosa</i>) e lagarta-falsa-medideira (<i>Chrysodeixis includens</i>) coletados no estádio fenológicos (EF) R_7^1 , em $1,0 \text{ m}^2$ de pano de batida entre fileiras da cultura do feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>), com distintos diluentes na calda de inseticidas pulverizados nas plantas do cultivar IPR Urutau TM nos EF R_7 , safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR) ²	50
Tabela 7 – Porcentagem de incidência (I) e severidade (S) para antracnose (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>) e mancha-angular (<i>Phaeoisariopsis griseola</i>) – estádios fenológicos (EF) R_7 e R_8^1 – na cultura do feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>), com distintos diluentes na calda de inseticidas pulverizados nas plantas do cultivar IPR Urutau TM nos EF R_6 e R_7 , safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR) ²	52
Tabela 8 – Massa seca da parte aérea das plantas daninhas (MSPAPD) Na cultura do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i>), estádio fenológico R_9^1 , com distintos diluentes na calda de herbicidas pulverizadas nas plantas do cultivar IPR Urutau TM , safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR) ²	54
Tabela 9 – 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 do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i>); com distintos diluentes na calda de agroquímicos pulverizados nas plantas do cultivar Urutau TM , safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR) ¹	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados Meteorológicos em Ponta Grossa (PR), no período de cultivo de feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i>), safra 2022-23.....	48
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	OBJETIVOS.....	8
2.1	OBJETIVO GERAL	8
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1	AGRICULTURA.....	9
3.2	CULTURA DO FEIJÃO.....	10
3.3	ADUBOS FOLIARES	13
3.4	PLANTAS DANINHAS.....	15
3.4.1	Controle químico de plantas daninhas.....	16
3.5	PRAGAS.....	19
3.5.1	Mosca-Branca.....	20
3.5.2	Lagarta-falsa-medideira.....	21
3.5.3	Ácaro-rajado	22
3.5.4	Vaquinha-verde-amarela	23
3.5.5	Controle químico de insetos-praga.....	24
3.6	DOENÇAS.....	25
3.6.1	Antracnose.....	26
3.6.2	Mancha-angular.....	27
3.6.3	Mofo-Branco	28
3.6.4	Ferrugem.....	29
3.6.5	Controle químico de doenças	30
3.7	MANEJO INTEGRADO DE ORGANISMO INDESEJADOS.....	31
3.8	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.....	33
3.8.1	Água como diluente na pulverização.....	36
4	MATERIAL E MÉTODOS	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1	ANÁLISE DA QUALIDADE DO SOLO.....	44
5.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA	44
5.3	ANÁLISE DA ÁGUA	45
5.4	EFEITO DO DILUENTE NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	46
5.5	EFEITO DO DILUENTE NO CONTROLE DE PRAGAS	50

5.6	EFEITO DO DILUENTE NO CONTROLE DE DOENÇAS.....	51
5.7	EFEITO DA MASSA SECA DA PARTE AÉREA DE PLANTAS DANINHAS	54
5.8	COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO	55
6	CONCLUSÕES	60
	REFERÊNCIAS	61
	Anexo 1. RESUMO EAIC	73
	Anexo 2. CERTIFICADO EAIC.....	74

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) pertence a da família Fabaceae, é uma planta herbácea, de ciclo anual e cultivada visando a produção de grãos. Apresenta grande variedade de cultivares, diferentes sistemas de condução, níveis tecnológicos empregados e formas de manejo etc. É considerado um dos mais importantes componentes da alimentação da população brasileira e mundial, graças ao seu alto valor proteico (Lima *et al.*, 2025). A produtividade é consequência da boa condução do manejo, limitado por diversos fatores, dentre eles destaca-se: a deficiência nutricional e a ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas. Dentre as estratégias existentes para o manejo da cultura, a tecnologia de aplicação com a pulverização terrestre de agroquímicos na cultura é uma das opções para o controle eficiente desses fatores (Tinôco; Silva; Rocha, 2023).

A tecnologia de aplicação pode ser conceituada como o conjunto de conhecimentos aplicados para se levar o ingrediente ativo no alvo com a quantidade necessária de forma econômica e com mínimo de contaminação ambiental (Matuo, 1990). Dentre as tecnologias de aplicação está a pulverização. Nesse processo a calda é pressurizada por um circuito até passar por um restritor, bico ou ponta de pulverização, que divide a calda em gotas. Assim, o produto tem que ser diluído sendo, na maioria das vezes, com água formando a calda (Garcia *et al.*, 2020). A água utilizada na preparação da calda de pulverização merece atenção, pois suas características físicas e químicas podem influenciar a eficiência dos ingredientes ativos dos agroquímicos. Fontes como rios e açudes geralmente apresentam argila e partículas orgânicas em suspensão, além de elevada dureza, associada à alta concentração de CaCO_3 , além de pH muito ácido ou alcalino, o que pode interferir na qualidade da aplicação. Por isso, muitos agricultores optaram por utilizar água de poços artesianos. Em algumas regiões, também é possível utilizar água tratada do sistema público de abastecimento como diluente na preparação da calda de pulverização (Cunha *et al.*, 2020).

Diante do apresentado busca-se contribuir com a pesquisa sobre o tema na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. Dessa maneira, o objetivo com experimento foi verificar a influência de diluente na pulverização de agroquímicos em feijão. As variáveis analisadas no estudo foram deficiência nutricionais da planta, controle de organismos indesejados (plantas daninhas, pragas e doenças), massa seca das plantas daninhas e os componentes de rendimento da cultura (população final, vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo com este trabalho foi verificar a influência de diferentes diluentes na pulverização de agroquímicos em plantas de feijão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para responder ao objetivo geral, avaliaram-se as seguintes variáveis: análise química da água; deficiências nutricionais das plantas; 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, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 AGRICULTURA

A agricultura é definida por Malavolta (1981) como “a arte de modificar os ecossistemas, em termos econômicos e sem produzir danos irreversíveis”. Seus primórdios tiveram início há cerca de 10 mil anos, no período conhecido como Neolítico, quando diferentes tribos deram início a domesticação das primeiras espécies vegetais que eram usadas como fonte de alimento, cereais e leguminosas. Esse momento representou não apenas uma inovação no estilo de vida, mas também um divisor de águas na história, ao possibilitar maior segurança alimentar, favorecendo o crescimento populacional e promovendo a transição do nomadismo para formação de comunidades estabelecidas, ditas sedentárias. Assim, essa transformação criou as condições para o surgimento de pequenas comunidades e, posteriormente, para o surgimento das primeiras formas mais complexas de cidades e novas formas de organização social (Feldens, 2018; Silva, 2022).

Dentre essas transformações a ocorrência da Revolução Verde, iniciada na década de 1960, promoveu um aumento expressivo da produção em larga escala. Esse avanço ocorreu principalmente pela introdução de novas cultivares e híbridos que apresentavam alto potencial produtivo e maior resistência a pragas e doenças. Além disso, houve intensificação do uso de fertilizantes e adubos, contribuindo para a melhoria da fertilidade e da qualidade dos solos, juntamente com a evolução da tecnologia de aplicação com a maior utilização de agroquímicos para reduzir perdas causadas por plantas daninhas, pragas e doenças (Campagnolla; Macêdo, 2022).

Outro marco de importância foi o surgimento do Sistema de Plantio Direto (SPD), difundido no Brasil a partir da década de 1970, o qual mudou a forma de se manejar os solos agrícolas, surgindo como uma alternativa ao preparo convencional herdado dos sistemas da Europa, o qual contribuía para a degradação da estrutura do solo com a ocorrência de erosão. Desse modo o SPD baseia-se na semeadura direta sobre a palhada da cultura anterior, sem revolvimento do solo, associado à rotação de culturas, dentre elas o feijoeiro. Dessa forma, promovendo maior conservação do solo, reduz os casos de erosão e da compactação das camadas subsuperficiais, fazendo com que não haja a necessidade de entrar com um implemento pesado para revolver o solo, também o aumento dos teores de matéria orgânica nas camadas superficiais e menor dependência de adubação, além de contribuir para o ganho em

produtividade e para a redução das emissões de gases de efeito estufa (Andrade *et al.*, 2018; IDR-Paraná, 2025).

3.2 CULTURA DO FEIJÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma cultura a qual faz parte da família Fabaceae e ao gênero *Phaseolus*, é uma planta herbácea de ciclo anual, sendo cultivada em quase todo território brasileiro para a produção de grãos. A cultura apresenta grande diversidade de cultivares disponíveis, adaptadas a diferentes sistemas de produção, níveis tecnológicos e formas de manejo. Na safra 2024/25, a área cultivada de feijão no Brasil foi de aproximadamente 1,69 milhão de hectares, apresentando uma produtividade média nacional de 1.953 kg ha⁻¹, sendo o estado do Paraná o principal produtor brasileiro da cultura (Carbonell *et al.*, 2021; CONAB, 2025).

O estado do Paraná destaca-se como referência na produção da cultura, impulsionado pelo expressivo aumento no volume colhido. Esse avanço é resultado da adoção de técnicas modernas de plantio, do manejo eficiente das áreas agrícolas e da possibilidade de realização de múltiplos cultivos ao longo do ano, favorecida pelas condições edafoclimáticas da região. Em escala global, o Brasil ocupa a quarta posição entre os maiores produtores de feijão, ficando atrás de China, Índia e Mianmar, países que, em conjunto, concentram mais de 60 % da produção mundial (SEAB, 2024).

A cultura destaca-se entre as demais culturas agrícolas brasileiras por sua importância econômica, social e nutricional. Como leguminosa, é uma das principais fontes de proteína vegetal na dieta do brasileiro, além de fornecer vitaminas do complexo B, carboidratos e fibras, contribuindo para uma alimentação saudável e equilibrada. Além do valor nutricional, o feijão possui forte ligação com a cultura e a culinária nacional, sendo parte de pratos tradicionais e da identidade alimentar do país. O cultivo também é importante para a geração de renda de agricultores familiares, sendo cultivado em diversas regiões e sistemas no Brasil (Gomes *et al.*, 2024).

O feijão apresenta características morfológicas (Tabela 1), como raiz pivotante com ramificações laterais, caule herbáceo com nós e ramos, folhas trifoliadas, flores hermafroditas formadas por cinco pétalas (estandarte, asas e quilha) e frutos do tipo vagem contendo grãos com diferentes cores a depender do tipo. Do ponto de vista fisiológico, a planta possui metabolismo fotossintético C₃ e apresenta fases vegetativa e reprodutiva bem definidas,

dependendo de elevada eficiência fotossintética e adequada nodulação para maximizar a produção de biomassa e o rendimento de grãos (Oliveira *et al.*, 2018; Costa, *et al.*, 2024).

Tabela 1 – Descrição dos estádios fenológicos da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*).

Estágio ⁽¹⁾	Descrição ⁽²⁾
Fase Vegetativa	
V ₀	Germinação: absorção de água pela semente; emissão da radícula e caulículo e sua transformação em raiz primária.
V ₁	Emergência: os cotilédones aparecem ao nível do solo, separam-se e o epicótilo começa seu desenvolvimento.
V ₂	Folhas primárias: folhas primárias totalmente abertas.
V ₃	Primeira folha trifoliolada: abertura da primeira folha trifoliolada e aparecimento da segunda folha trifoliolada.
V ₄	Terceira folha trifoliolada: abertura da terceira folha trifoliolada e formação de ramos nas gemas dos nós inferiores
Fase Reprodutiva	
R ₅	Pré-floração: aparecimento do primeiro botão floral e do primeiro racemo. Os botões florais das cultivares com hábito de crescimento determinado (tipo I) se formam no último nó do talo e do ramo. Nas cultivares com hábito indeterminado (Tipo II, III, IV) os racemos aparecem primeiro nos nós mais baixos.
R ₆	Floração: abertura da primeira flor.
R ₇	Formação das vagens: aparecimento da primeira vagem até apresentar 2,5 cm de comprimento, ou seja, com corola murcha ainda ligada ou caída.
R ₈	Enchimento das vagens: início do enchimento da primeira vagem (crescimento da semente). Ao final do estágio, as sementes perdem a cor verde e começam a mostrar as características da variedade. Início da desfolhação.
R ₉	Maturação: as vagens perdem sua pigmentação e começam a secar. As sementes desenvolvem a cor típica da cultivar.

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, M. G. de C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa, 2018. 59 p.

A semeadura da cultura pode ocorrer em três épocas distintas: safra das águas (setembro a novembro), safra da seca (janeiro a fevereiro) e safrinha de inverno (maio a julho). A safra das águas depende das chuvas primaveris e apresenta maior risco fitossanitário, a safra da seca utiliza a umidade residual do verão e tem menor incidência de doenças e já a safrinha de inverno ocorre em áreas irrigadas ou de maior altitude. Essas épocas de cultivo permitem oferta contínua do grão, atendendo ao mercado interno e a exportações, além de garantir renda aos pequenos e médios produtores (Ribeiro *et al.*, 2011).

As recomendações de adubação para o feijão baseiam-se na análise química do solo, que orienta a definição das doses de corretivos e fertilizantes conforme a fertilidade do solo, a produtividade esperada, o sistema de cultivo e o histórico da área. O solo ideal deve apresentar

pH entre 5,5 e 6,5 (em CaCl_2), saturação por bases entre 60% e 70% e teor de alumínio trocável próximo de zero, além de teores adequados de nutrientes, como fósforo entre 15 e 30 mg dm^{-3} , potássio entre 0,25 e 0,40 cmolc dm^{-3} , cálcio acima de 3,0 cmolc dm^{-3} e magnésio entre 0,8 e 1,5 cmolc dm^{-3} , com matéria orgânica superior a 2,5%, preferencialmente entre 3% e 4%, e níveis adequados de micronutrientes, como boro e zinco. Do ponto de vista físico, o solo deve apresentar textura média a argilosa, boa retenção de água e drenagem adequada, além de densidade inferior a 1,3 g cm^{-3} em solos argilosos e 1,6 g cm^{-3} em solos arenosos, com porosidade superior a 50% (Trani *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2025).

A disponibilidade hídrica da cultura encontra-se entre 250 e 300 mm de água por ciclo vegetativo, dependendo do período de semeadura, clima e manejo da área. A disponibilidade é essencial desde a emergência até o enchimento dos grãos, influenciando diretamente a produtividade. Já a temperatura ideal para a cultura situa-se entre 18 °C e 28 °C, sendo que casos de valores abaixo retardam a emergência e podem causar abortamento floral, enquanto temperaturas acima reduzem a fotossíntese, comprometem o enchimento das vagens (Magalhães *et al.*, 2019).

O desempenho produtivo de cultivares de feijão considerando os componentes de rendimento e produtividade de grãos é um fator importante a se considerar no momento de escolha do cultivar. Assim, Burini; Harthmann (2025) avaliaram esse desempenho utilizando os cultivares BRS FS305TM, BRS EsteioTM, BRS MG RealceTM, IPR UrutauTM e BRS ÁrticoTM de feijão. Os resultados demonstraram ampla variação no rendimento de grãos entre os cultivares, com produtividade variando de 34 a 91 sacas ha^{-1} . O cultivar IPR UrutauTM apresentou maior produtividade, atingindo 5.460 kg ha^{-1} , diferindo estatisticamente dos demais. Esse desempenho superior foi devido aos seus componentes de rendimento, com média de 14 vagens por planta, 5,7 grãos por vagem e 79 grãos por planta. Todavia, o cultivar BRS ÁrticoTM apresentou o menor rendimento, com média de 2.040 kg ha^{-1} .

A adoção de práticas de manejo integrado é essencial para a obtenção de máximos níveis de produtividade para a cultura. Dentre essas práticas, destacam-se a adubação e a calagem, complementadas pela adubação foliar, bem como o controle eficiente de plantas daninhas, insetos, praga e doenças, além de uma irrigação equilibrada. Em conjunto, essas estratégias constituem a base de um manejo adequado e eficiente da cultura (Cesconetto *et al.*, 2021).

3.3 ADUBOS FOLIARES

Adubos foliares são fertilizantes aplicados diretamente sobre as folhas, permitindo absorção rápida dos nutrientes pela epiderme com seu uso quase que imediato nos processos metabólicos da planta. A absorção ocorre principalmente pela cutícula, estômatos e tricomas, sendo que os nutrientes móveis N, K, Mg são redistribuídos pelo floema, enquanto nutrientes imóveis Ca e B permanecem próximos ao ponto pulverizado. A eficiência vai depender da formulação, pH, tamanho da gota e condições ambientais. No feijão, uma cultura de ciclo curto e sistema radicular superficial, a adubação foliar pode complementar a adubação de base e cobertura, favorecendo a correção rápida de deficiências que a planta apresentar em suas estruturas. Dessa forma, recomenda-se adubação foliar quando a absorção radicular do feijão é limitada por fatores como compactação do solo, pH inadequado, baixa umidade ou baixa disponibilidade de nutrientes oferecidos a planta (Mocellin, 2004; Fageria *et al.*, 2014).

Micronutrientes como molibdênio, zinco, boro e manganês apresentam bons resultados quando aplicados. O molibdênio é essencial para a fixação biológica, já o zinco auxilia no crescimento radicular e processos enzimáticos, enquanto o boro contribui para a translocação de açúcares e formação de grão, o manganês atua em processos enzimáticos, fotossíntese e redução de danos por estresse. As aplicações foliares são realizadas em doses baixas, favorecendo o vigor vegetativo e a produção de grãos. Os macronutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio podem estar presentes em adubos foliares, mas sua absorção é limitada, sendo mais eficiente utilizá-los como complemento nutricional do que como fonte principal. Quando pulverizados corretamente, com base em análises foliares, diagnóstico visual e recomendações técnicas, os adubos foliares ajudam a reduzir estresses abióticos e aumentar os ganhos na produção (Malavolta, 2006; Pinheiro *et al.*, 2008; IDR-Paraná, 2021).

A adubação foliar na cultura feijão pode influenciar de forma positiva na produtividade e a qualidade fisiológica das sementes, mas sua eficiência ainda é controversa. Segundo Carvalho; Silveira (2023), a EMBRAPA destaca que muitas recomendações de adubação foliar carecem de embasamento experimental, sendo frequentemente influenciadas por interesses comerciais de empresas, sem haver estudos conclusivos que comprovem sua real eficácia. A Fundação ABC (2012) e o IAPAR (2023), instituições de pesquisa, indicam que a nutrição do feijão deve ocorrer prioritariamente via solo, com adubação de base e cobertura ajustadas à análise de solo, deixando a adubação foliar apenas para casos específicos de deficiência comprovada de micronutrientes, não sendo recomendada como prática generalizada.

A ocorrência de deficiência de micronutrientes como manganês e zinco pode comprometer os processos fisiológicos do feijão, acarretando perdas para a cultura. Dessa forma, Sulino; Buso (2021) avaliaram o efeito de diferentes doses do fertilizante foliar Grain Set™ 4% de Mn, 3,14% de S e 1,5% de Zn, aplicados nos estádios fenológicos V₄ e R₅ da cultivar Pérola™ de feijão. Foram avaliados altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade. Os autores obtiveram na aplicação no estágio R₅ ocorreu o aumento de produtividade, variando entre 3.437 e 5.543 kg ha⁻¹, com os melhores resultados obtidos com doses de 0,59 L ha⁻¹ maior massa de mil grãos e 0,82 L ha⁻¹ maior produtividade, destacando o efeito positivo da pulverização.

A aplicação foliar de fertilizantes nitrogenados pode complementar a adubação via solo e favorecer o desenvolvimento das plantas. Assim, Dalchiavon; Neves; Sá (2018) avaliaram os efeitos de um fertilizante nitrogenado (10% N) com ácido salicílico em duas cultivares de feijão, IAC-Alvorada™ e Verde-ISA™, durante duas safras 2012 e 2013. Foram pulverizadas cinco doses do fertilizante em três estádios fenológicos V₄₋₃, V₄₋₆ e R₅, avaliando desenvolvimento produtivo. Os autores concluíram que, embora a aplicação foliar não tenha alterado de forma expressiva a produtividade de grãos, as pulverizações mais precoces (V₄₋₃ e V₄₋₆) resultaram em produtividades com 2.209 e 2.075 kg ha⁻¹ em relação ao estágio R₅ com 1.968 kg ha⁻¹, o qual representou aumentos de 12,2% e 6,5% na safra de 2012. Contudo esses ganhos não foram significativos para o estudo.

A aplicação de adubos foliares pode impactar no desenvolvimento do feijoeiro. Desse modo, Oliveira *et al.*, (2015) avaliaram os efeitos da aplicação foliar sobre crescimento, produtividade e qualidade fisiológica das cultivares BRS Pontal™ e Pérola™ de feijão. Foram pulverizados diferentes fertilizantes foliares no estágio V₄, avaliando população de plantas, fitomassa, componentes de rendimento, produtividade e qualidade das sementes. Os autores obtiveram que o tratamento combinado de adubos foliares apresentou melhor germinação, e a cultivar BRS Pontal™ teve maior índice de velocidade de germinação e produtividade de 3.199 kg ha⁻¹ em relação à Pérola™ com 2.509 kg ha⁻¹. Apesar desses ganhos, a adubação foliar não influenciou a produtividade nem a qualidade fisiológica das sementes, destacando que o uso tornasse facultativo para a produção.

A adubação foliar, embora seja uma prática que visa suprir rapidamente a demanda por nutrientes à cultura, pode não ser seletiva em áreas com presença de plantas daninhas. Quando aplicada, os nutrientes disponíveis na superfície foliar podem ser absorvidos tanto pela cultura quanto pelas plantas daninhas presentes no local. Assim, além de beneficiar o desenvolvimento da cultura, essa prática também pode favorecer o crescimento e a

competitividade das plantas infestantes, potencializando a disputa por recursos como luz, água e nutrientes (Gandini *et al.*, 2011).

3.4 PLANTAS DANINHAS

Plantas daninhas são espécies vegetais indesejadas em determinado ambiente, especialmente em áreas agrícolas, onde competem com as culturas de interesse pelos recursos disponíveis no solo, podendo atingir densidades superiores à capacidade de suporte do ambiente. Essas espécies apresentam vários mecanismos adaptativos que favorecem sua sobrevivência e disseminação, como elevada capacidade de competir por nutrientes, alto potencial reprodutivo com capacidade de deixar muitos descendentes, germinação desuniforme mesmo sob condições adversas, propagação por diferentes agentes como solo, água e vento e rápido desenvolvimento inicial. Tais características contribuem de maneira significativa para o seu sucesso e persistência nos sistemas produtivos (Barroso; Murata, 2021).

As plantas daninhas podem ser classificadas em dois grupos de importância: folhas estreitas e folhas largas. As plantas de folhas estreitas caracterizam-se por apresentarem folhas finas e alongadas, com nervuras paralelas, caules geralmente cilíndricos com nós bem definidos e sistema radicular fasciculado. Já as plantas de folhas largas possuem folhas mais amplas, com nervuras ramificadas, caules sólidos e frequentemente ramificados, além de uma raiz principal bem desenvolvida (Santos; Donato, 2025).

Entre as espécies de plantas daninhas de folhas estreitas, destacam-se importantes gramíneas como o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*). Já entre as de folhas largas, podem ser citados o caruru (*Amaranthus viridis* e *Amaranthus hybridus*), o picão-preto (*Bidens pilosa*) e as espécies de buva (*Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* e *Conyza sumatrensis*), todas reconhecidas como espécies de difícil controle em sistemas agrícolas (Brighenti, 2010).

O período crítico de convivência do feijoeiro com plantas daninhas ocorre entre 15 e 30 dias após a emergência, fase em que a planta ainda não apresenta capacidade competitiva suficiente para suprimir a interferência dessas espécies, sendo necessária a adoção de medidas de manejo integrado para evitar prejuízos. Nesse intervalo, a competição por recursos como luz, água e nutrientes pode ocasionar reduções de produtividade de até 70%, dependendo do nível de infestação e do tempo de convivência (Júnior *et al.*, 2021).

Além de comprometer o rendimento, a presença de plantas daninhas também dificulta operações agrícolas, como o processo de colheita, aumenta os custos de produção e favorece a disseminação de pragas e doenças com histórico na área. Outro impacto é a redução da qualidade dos grãos, causada pela contaminação com impurezas vegetais provenientes dessas plantas, o que pode afetar no valor comercial da produção (Souza *et al.*, 2010; Soltani *et al.*, 2018).

Outro parâmetro a ser considerado é a massa seca da parte aérea das plantas daninhas, sendo um dos principais indicadores utilizados para avaliar sua influência no sistema produtivo. Esse componente representa a biomassa acumulada após a remoção da água dos tecidos vegetais, sua determinação é realizada por meio da coleta em uma área conhecida, geralmente com o uso de técnicas como o quadrado inventário, seguida da secagem em estufa até atingir peso constante, o que garante maior precisão nas análises e permite quantificar o nível de infestação e o grau de competição que essas plantas exercem sobre a cultura de interesse (Vilela *et al.*, 2015).

3.4.1 Controle químico de plantas daninhas

A competição com plantas daninhas reduz o crescimento e a produtividade do feijão-mungo-verde, tornando o controle necessário para o desenvolvimento da cultura. Dessa forma, Fontes; Atroch; Moraes (2024) avaliaram a seletividade de herbicidas e eficiência no controle de plantas daninhas no feijoeiro (mungo-verde). Os herbicidas metribuzin, S-metolachlor e sulfentrazone pulverizados em pré-emergência, e clethodim em pós-emergência, mostraram-se seletivos e eficazes no manejo. Os resultados indicaram que a massa seca do capim-camalote (*Rottboellia exaltata*) variou de 124,3 a 621,9 kg ha⁻¹ sem controle pós-emergente, sendo reduzida para 199,1 a 250 kg ha⁻¹ com a pulverização de clethodim, acompanhada de eficácias entre 80% e 90%. De forma geral, os herbicidas apresentaram massa seca média de 488,3 kg ha⁻¹ enquanto os tratamentos adicionais tiveram 734,6 kg ha⁻¹. Nas testemunhas, a capina resultou em baixa massa seca 150,1 kg ha⁻¹ ao passo que a ausência de controle elevou a massa seca para 1319,2 kg ha⁻¹. Os resultados demonstraram que a redução da biomassa de plantas daninhas aponta a importância do controle químico realizado, com destaque para a integração de pré e pós-emergência.

A expansão do cultivo de feijão no Brasil e a limitada disponibilidade de herbicidas registrados, torna-se necessário identificar agroquímicos seletivos e eficientes no manejo de

plantas daninhas. Dessa forma, Amaral *et al.* (2025) avaliaram a eficácia de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência no feijoeiro, cultivar IPR Tangará™. Em pré-emergência, os herbicidas clomazona, sulfentrazone e piroxasulfona destacaram-se pela elevada eficácia de controle, mantendo valores próximos a 100% nas avaliações iniciais, enquanto o oxifluorfen também apresentou controle inicial de 100%. Por outro lado, o imazapique apresentou 99% de controle inicial e o diclosulam 96%, ambos com tendência de redução ao longo do tempo. Em pós-emergência, a clomazona manteve elevados níveis de controle, em torno de 96% nas avaliações iniciais e superiores a 80% nas finais, evidenciando boa eficácia e seletividade. O S-metolaclopro apresentou redução na eficiência ao longo do período, partindo de 75%, enquanto o imazapique também apresentou bom controle inicial 95%, com queda posterior. Já clorimurrom-etílico, clorasulam-metílico e nicosulfuron apresentaram baixa eficiência nas avaliações finais, com valores inferiores a 60%. De forma geral, os resultados indicam que a eficácia do controle químico está diretamente relacionada à persistência e à seletividade dos herbicidas ao longo do tempo, sendo fatores determinantes para o sucesso no manejo de plantas daninhas no feijoeiro.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência no feijoeiro pode representar um desafio, especialmente em áreas com elevada diversidade de espécies. Assim, Pereira *et al.* (2020) avaliaram a eficiência de herbicidas pulverizados em pós-emergência no feijão-caupi, conduzindo dois ensaios distintos. Os resultados demonstraram que a eficiência de controle variou conforme o herbicida e a espécie de planta daninha. A mistura bentazona + imazamoxi destacou-se, apresentando controle superior a 90% para erva-apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e joá-de-capote (*Nicandra physaloides*). Entretanto, mostrou baixa eficiência sobre gramíneas, como capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), além de não controlar soja voluntária (*Glycine max*), evidenciando a necessidade de complementação com graminicidas. Por sua vez, a combinação etoxissulfurom + bentazona apresentou alta eficiência no controle de soja voluntária 100% e bom controle de joá-de-capote 87%, porém foi menos eficiente para erva-apaga-fogo, capim-pé-de-galinha e capim-carrapicho 60%, além de apresentar eficiência intermediária para trapoeraba 70%.

A redução das populações de plantas daninhas pode ser obtida por meio da pulverização de herbicidas em pós-emergência, configurando uma estratégia eficiente no manejo dessas espécies no feijoeiro. Nesse contexto, Marchioretti; Dal Magro (2017) avaliaram a seletividade do controle químico e a produtividade de três cultivares de feijão ANfc 9™, IPR Uirapuru™ e BRS Estilo™, submetidas a 17 tratamentos com herbicidas pulverizados

isoladamente ou em mistura. Os resultados demonstraram que a associação de herbicidas para o controle de folhas largas com inibidores da ACCase ampliou o espectro de controle, sem incremento da fitotoxicidade. Em termos produtivos, a cultivar ANfc 9TM destacou-se, atingindo 3.000 kg ha⁻¹, especialmente nos tratamentos com herbicidas à base de fomesafem, isolados ou em mistura. Por sua vez, as cultivares IPR UirapuruTM e BRS EstiloTM apresentaram produtividades de 2.600 e 2.700 kg ha⁻¹, respectivamente, com melhores resultados quando submetidas às combinações fomesafem + cletodim ou fomesafem + fluazifope.

A eficiência do controle químico de plantas daninhas por meio do uso de herbicidas é umas das estratégias empregadas no manejo do feijoeiro. Desse modo, Silva *et al.* (2014) avaliaram a seletividade e a eficácia de diferentes moléculas no feijão-caupi. De modo geral, a maioria dos tratamentos apresentou boa seletividade à cultura. As principais espécies de plantas daninhas identificadas foram mussambê (*Cleome affinis*), bredo-de-porco (*Trianthema portulacastrum*), caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e capim-colchão (*Digitaria bicornis*). Em termos de eficiência de controle, destacou-se o uso de S-metolaclopro em pré-emergência associado à pulverização de bentazona + imazamoxi em pós-emergência, bem como a mistura lactofem + fluazifope-p-butil em pós-emergência, que proporcionaram os menores acúmulos de massa seca de plantas daninhas, com valores próximos de 10 kg ha⁻¹, evidenciando elevado nível de controle. Em contrapartida, a testemunha sem pulverização de herbicidas apresentou o maior acúmulo de massa seca 50,8 kg ha⁻¹, indicando alta pressão de infestação.

A compreensão sobre a utilização de herbicidas é uma das principais limitações para a expansão do feijão-caupi na região centro-sul do Brasil. Assim, Mancuso *et al.*, (2016) avaliaram em campo com as cultivares BRS GuaribaTM e BRS NovaeraTM a seletividade e a eficiência de herbicidas, utilizando herbicidas em diferentes épocas de pulverização. Os autores obtiveram que o diclosulam apresentou elevada fitotoxicidade 57%, reduzindo a população de plantas 125,0 mil plantas ha⁻¹, enquanto o bentazona foi o mais seletivo, com baixos níveis de fitointoxicação de 25%. O fomesafem quando pulverizado em fase inicial da cultura, destacou-se como o mais eficiente no controle de plantas daninhas, como trapoeraba (*Commelina benghalensis*) 41%, trevo (*Trifolium repens*) 44%, picão preto (*Bidens pilosa*) 90% e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) 49%, evidenciando diferentes níveis de eficiência de controle a partir do tratamento utilizado com herbicidas.

A utilização de herbicidas em pré e pós-emergência pode proporcionar ganhos no manejo de plantas daninhas no feijoeiro, contribuindo para maior eficácia de controle e melhor desempenho produtivo. Dessa forma, Fontes; Oliveira; Gonçalves (2013) avaliaram a

seletividade e a eficácia de diferentes herbicidas no controle de plantas daninhas no feijão-caupi, cultivar BRS Guariba™. Foram comparadas pulverizações em pré e pós-emergência, além de tratamentos com capina e testemunha sem controle. De modo geral, os tratamentos apresentaram bom desempenho, refletido em baixos valores de massa seca de plantas daninhas 14, 26, 79 e 23 kg ha⁻¹, respectivamente, próximos à testemunha capinada 13 kg ha⁻¹. A associação bentazona + paraquate resultou em 31 kg ha⁻¹, enquanto fomesafem isolado 61 kg ha⁻¹ e em mistura com fluazifope-p-butil 13 kg ha⁻¹ também demonstraram variações. Em contrapartida, a testemunha sem capina apresentou o maior acúmulo de massa seca de plantas daninhas 212 kg ha⁻¹, evidenciando elevada interferência das infestantes. Em pré-emergência, oxadiazona e sulfentazona proporcionaram bom controle, com reduções de 93% e 88% na massa seca das plantas daninhas, além de diminuição superior a 75% da infestação. Já em pós-emergência, bentazona e fluazifope-p-butil também apresentaram bons níveis de controle, próximos a 90%, contribuindo significativamente para o manejo e para a manutenção do potencial produtivo do feijoeiro.

A eficácia de herbicidas pulverizados em pós-emergência está diretamente relacionada às condições edafoclimáticas após a pulverização, especialmente à ocorrência de chuvas, uma vez que a precipitação pode interferir na absorção dos agroquímicos pelas plantas e reduzir sua eficiência, principalmente quando ocorre logo após a aplicação. Nesse contexto, Souza; Martins; Pereira (2013) avaliaram o efeito da chuva sobre a eficiência de herbicidas pulverizados em pós-emergência no controle de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). Foram testados sete herbicidas, incluindo formulações comerciais de glifosato, glufosinato de amônio e 2,4-D, submetidos à simulação de chuva de 15 mm, além de uma testemunha sem chuva. Os resultados demonstraram que a ocorrência de chuva logo após a pulverização reduziu a eficácia de controle, com diminuição de 60% para glifosato e de 70% para glufosinato de amônio, enquanto o 2,4-D manteve eficiência superior a 90%.

3.5 PRAGAS

O conceito de praga agrícola está associado a espécies de insetos que, ao atingirem determinada densidade populacional passam a causar danos econômicos às culturas de interesse, comprometendo sua produtividade, qualidade e valor de mercado. Nesse contexto, um organismo é considerado praga quando sua população ultrapassa o nível de dano econômico, isto é, quando o prejuízo causado à cultura se torna maior do que o custo de

controle, tornando necessária a adoção de medidas de manejo para evitar perdas significativas (Gallo *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2025).

O monitoramento de espécies-praga em lavouras consiste na coleta e análise de informações obtidas por meio da observação de estruturas das plantas, como raízes, caules, folhas e frutos, ou da própria área cultivada, permitindo estimar a presença, a densidade populacional dos insetos e os danos ocasionados. Esse processo possibilita a definição dos níveis de ação ou de controle econômico, indicando o momento mais adequado para a adoção de medidas de manejo, sem a necessidade de avaliação de toda a área. Entre os métodos mais utilizados destacam-se as inspeções visuais, o uso do pano de batida para amostragem e as armadilhas com feromônios, ferramentas que tornam o monitoramento mais prático, eficiente e direcionado (Guedes *et al.*, 2006; Stürmer *et al.*, 2012).

A produtividade do feijão pode ser impactada pela ocorrência de diferentes espécies de pragas ao longo do ciclo da cultura, com perdas que podem variar entre 20 e 30% da produção. No Brasil, estima-se que os danos ocasionados por pragas representem cerca de 7,7% das perdas anuais na agricultura, o que equivale a aproximadamente 25 milhões de toneladas de produtos, incluindo alimentos, fibras e biocombustíveis (Oliveira *et al.*, 2014; SENAR, 2018).

Além dos prejuízos diretos decorrentes da alimentação nas plantas, muitas dessas pragas também atuam como vetores de patógenos, agravando ainda mais as perdas na produção. Entre as principais pragas associadas ao feijoeiro destacam-se os insetos sugadores, como a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e os pulgões, os percevejos, os desfolhadores como a vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e diversas espécies de lagartas, além de pragas de solo, como a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), todas capazes de comprometer o desenvolvimento das plantas, a produtividade e a qualidade dos grãos (Vieira; Freire; Lima, 2025; Quintela; Barbosa, 2015).

3.5.1 Mosca-Branca

A mosca-branca (*Bemisia tabaci*) (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma praga sugadora de seiva com ação toxicogênica, capaz de causar danos diretos e indiretos em diversas culturas, incluindo o feijão. Entre os principais prejuízos associados à sua presença destaca-se a transmissão de viroses, como o mosaico dourado e o mosaico anão, no período compreendido entre a germinação e o final do florescimento da cultura. O monitoramento dessa praga é

realizado por meio da contagem de adultos presentes em folhas trifolioladas localizadas no terço superior das plantas, permitindo o acompanhamento da infestação e a tomada de decisão para o manejo adequado (Barbosa *et al.*, 2021A).

Os danos causados pela mosca-branca podem ser bastante severos, especialmente em regiões produtoras como o norte do Paraná e o sul de São Paulo, onde as perdas na cultura podem atingir até 100 % quando o controle não é realizado de forma adequada. Além dos danos diretos e da transmissão de viroses, a excreção de substâncias açucaradas pelo inseto favorece o desenvolvimento de fumagina sobre as folhas, formando uma camada escura que reduz a eficiência fotossintética, prejudica o crescimento das plantas e compromete o enchimento dos grãos, impactando diretamente a produtividade da cultura (Trajano *et al.*, 2021; Marques; Souza, 2022).

O controle da mosca-branca envolve a adoção de estratégias integradas de manejo. No manejo cultural, destacam-se práticas como a eliminação de plantas voluntárias e hospedeiras alternativas, a destruição de restos culturais, o uso de cultivares precoces e a realização do plantio em épocas menos favoráveis à praga, além da adoção de sistemas que evitem o escalonamento de cultivos, reduzindo a continuidade do hospedeiro no campo, como propriamente uso do controle químico com base no monitoramento prévio realizado na área (Barbosa *et al.*, 2002; Melo *et al.*, 2022).

3.5.2 Lagarta-falsa-medideira

A lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das principais pragas desfolhadoras do feijoeiro, causando prejuízos significativos em diferentes regiões produtoras. Na fase larval, apresenta coloração verde-clara com listras longitudinais esbranquiçadas e podendo atingir cerca de 40 a 45 mm de comprimento. Já na fase adulta, a mariposa possui asas inclinadas com manchas prateadas brilhantes, características que auxiliam na sua identificação. O nome comum da espécie está relacionado ao seu padrão de locomoção, semelhante ao das lagartas-medideiras verdadeiras, conferindo-lhe essa denominação popular (Silva, 2010; Botelho; Silva; Ávila, 2019).

Os danos causados pela lagarta falsa-medideira ocorrem principalmente pela alimentação do parênquima foliar, mantendo apenas as nervuras das folhas, o que confere aspecto rendilhado e reduz a área fotossintética disponível. Essa redução compromete o desenvolvimento das plantas e pode afetar de forma expressiva a produtividade do feijoeiro. O

nível de dano econômico varia de acordo com o estágio fenológico da planta, sendo considerado crítico quando há cerca de 20 a 30 % de desfolha na fase vegetativa ou aproximadamente 15 % durante os estádios de florescimento e enchimento de vagens (Moura *et al.*, 2014; Zanardo, 2019).

O controle da lagarta falsa-medideira deve ser realizado de forma integrada, combinando o monitoramento populacional com práticas culturais, biológicas e químicas. Entre as medidas culturais preventivas, destacam-se a rotação de culturas e a semeadura em épocas de menor ocorrência da praga, reduzindo a pressão inicial de infestação (Botelho; Silva; Ávila, 2019A). O controle químico deve ser realizado de forma criteriosa e baseado nos níveis de dano econômico, utilizando inseticidas de diferentes mecanismos de ação, como diamidas, espinosinas, reguladores de crescimento de insetos (IGRs) e avermectinas, visando maior eficiência de controle e redução do risco de resistência (Martins *et al.*, 2015; Baldin; Lourenção, 2020).

3.5.3 Ácaro-rajado

O ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (Acariformes: Tetranychidae) é reconhecido como uma das principais espécies de ácaros-praga devido à sua ampla distribuição geográfica e à capacidade de colonizar diversas culturas de importância econômica, como feijão, soja, morango, algodão e tomate. Seu sucesso adaptativo está relacionado a características biológicas que favorecem o rápido aumento populacional, como ciclo de vida curto, elevada taxa reprodutiva, desenvolvimento acelerado e grande capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e a múltiplas plantas hospedeiras (Elsadany, 2018).

Os danos causados pelo ácaro-rajado ocorrem principalmente na face abaxial das folhas, onde os indivíduos se alimentam do conteúdo celular, provocando o aparecimento de manchas cloróticas e um aspecto prateado na superfície foliar. Em infestações mais severas, pode ocorrer o secamento e a queda das folhas, reduzindo significativamente a área fotossintética e, conseqüentemente, comprometendo o crescimento das plantas e a produtividade da cultura. Os adultos apresentam duas manchas verde-escuras dorsais, localizadas uma de cada lado do corpo, sendo que as fêmeas são maiores que os machos e geralmente predominam na população em condições ambientais favoráveis, o que contribui para o rápido aumento da infestação (Moraes; Flechtmann, 2008).

O controle do ácaro-rajado deve ser realizado de forma integrada, combinando diferentes estratégias de manejo. Entre elas, destaca-se o monitoramento populacional frequente, o que possibilita a detecção precoce da infestação e a tomada de decisão no momento adequado (Pereira; Albuquerque; Bastos, 2006; Calza; Bulisani; Miyasaka, 1971). Nesse contexto, o manejo integrado de ácaros (MIA) se apresenta como a abordagem mais sustentável, ao associar o uso racional do controle químico a métodos biológicos e práticas culturais preventivas. No controle químico, quando necessário, recomenda-se a aplicação criteriosa de acaricidas seletivos, com alternância de ingredientes ativos, visando reduzir o risco de seleção de populações resistentes. Já as práticas culturais, como a eliminação de plantas hospedeiras voluntárias e a adoção de espaçamento adequado entre plantas, contribuem para limitar o desenvolvimento populacional da praga, tornando o sistema de manejo mais eficiente, equilibrado e sustentável (Wenzel; Batista Filho, 2011; Castilho *et al.*, 2022).

3.5.4 Vaquinha-verde-amarela

A vaquinha (*Diabrotica speciosa*) (Coleoptera: Chrysomelidae) é uma praga polífaga de ampla distribuição, ocorrendo em diversas culturas de importância econômica, como feijão, soja, milho e batata. Os adultos alimentam-se de folhas, brotações novas, vagens e frutos, ocasionando danos diretos aos tecidos vegetais e podendo atuar de forma indireta como vetores de patógenos, especialmente vírus. Já as larvas, conhecidas como larvas-alfinete, apresentam hábito subterrâneo e alimentam-se de raízes, tubérculos e sementes em germinação, comprometendo a emergência das plântulas e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Carneiro *et al.*, 2022).

Os danos causados pela vaquinha comprometem a produtividade da cultura de diferentes maneiras. A alimentação dos adultos sobre as folhas reduz a área fotossintética disponível, afetando o desenvolvimento das plantas e o enchimento de vagens e frutos. Já as larvas, ao se alimentarem de raízes e de sementes em germinação, prejudicam a absorção de água e nutrientes, dificultando a emergência e o estabelecimento inicial das plântulas. Essa combinação de danos diretos e indiretos torna a praga particularmente prejudicial, podendo resultar em perdas expressivas de produtividade, especialmente em áreas com alta infestação (Seffrin *et al.*, 2008).

3.5.5 Controle químico de insetos-praga

O controle da vaquinha deve considerar o seu ciclo de vida e as condições edafoclimáticas locais, de forma a tornar o manejo mais eficiente. Para os adultos, recomenda-se a aplicação de inseticidas de contato ou ingestão, preferencialmente nos estádios iniciais de infestação, utilizando grupos químicos como piretróides, neonicotinóides e diamidas. O manejo das larvas é mais complexo devido ao hábito subterrâneo, exigindo a adoção de estratégias integradas, como o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos, a rotação de culturas, o preparo adequado do solo e o uso de armadilhas ou iscas tóxicas para monitoramento populacional, contribuindo para a redução dos níveis de infestação e maior eficiência no controle da praga (Marques; Ávila; Parra, 1999; Viana; Marochi, 2002).

Dentre as diversas pragas que atacam o feijoeiro, as lagartas destacam-se por seu potencial de causar reduções significativas na produtividade. Nesse contexto, Stanghini; Martinez; Plens (2022) avaliaram a eficácia de inseticidas em condições de laboratório no controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Os resultados demonstraram que todos os tratamentos apresentaram eficácia no controle da praga, com mais bem resultados nas doses mais elevadas. O dinotefurano destacou-se pela ação mais rápida, apresentando cerca de 80% de controle já na primeira avaliação. Por sua vez, o tiametoxam, na menor dose, apresentou ação mais lenta, porém atingiu mais de 90% de ação no controle das lagartas e reduziu em mais de 80% a área foliar nas avaliações subsequentes. De modo geral, nas avaliações finais, as maiores doses de todos os inseticidas proporcionaram controle superior a 80% na redução da área foliar afetada e até 100% no controle das lagartas, evidenciando a alta eficácia dos neonicotinóides no manejo da praga.

No feijoeiro, é comum a ocorrência de diversas pragas que podem comprometer o desenvolvimento das plantas e reduzir a produtividade. Assim, Ribeiro; Nunes (2017) acompanharam o desenvolvimento de uma lavoura de feijão ao longo de todo o ciclo, avaliando a dinâmica de ocorrência de pragas a campo. Os autores observaram maior incidência da vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*), com cerca de 43%, seguida do percevejo (*Euschistus heros*), aproximadamente 28%, da lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), com cerca de 17%, além da presença de lagartas do gênero *Helicoverpa*, representando cerca de 12% em diferentes estádios da cultura. No manejo dessas pragas, o inseticida imidacloprido apresentou eficiência superior a 80% após a pulverização. Já o metomil, com duas pulverizações, proporcionou eficiência de controle próxima de 70%, também demonstrando resultados positivos no manejo das pragas.

A mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) é uma das principais pragas do feijoeiro, causando danos diretos pela sucção de seiva e indiretos pela transmissão de viroses. Nesse contexto, Batista Filho; Silva; Quintela (2014) avaliaram a eficiência de diferentes inseticidas no controle dessa praga. Foram observando variações no desempenho entre os tratamentos, os resultados indicaram que o piriproxifen não apresentou eficácia satisfatória, com mortalidade semelhante à testemunha. Em contrapartida, a mistura abamectina + cyantraniliprole proporcionou controle superior a 80% até 9 dias após a pulverização, embora sua eficiência tenha reduzido para valores inferiores a 70,6% após 11 dias, com maior queda nas menores doses. Por sua vez, a associação tiametoxam + clorantulaniliprole apresentou ação rápida, com mortalidade superior a 95% até 3 dias após a pulverização, porém com redução da eficiência para menos de 70% a partir de 7 dias.

O controle de pragas baseia-se, em grande parte, na utilização de inseticidas como ferramenta de controle químico para reduzir as populações presentes em campo, como no caso da vaquinha-verde-amarela, responsável por causar desfolha no feijão. Desse modo, Vargas; Garcia; Zanella (2004) avaliaram a eficácia de diferentes inseticidas no controle dessa praga em condições de campo, utilizando a cultivar de feijão Pérola™. Foram testados os inseticidas beta-ciflutrina, deltametrina, imidacloprido, lambda-cialotrina e metamidofós, além de uma testemunha sem aplicação. O controle foi realizado quando a lavoura apresentava cerca de 20% de desfolhamento. Os resultados indicaram que todos os tratamentos diferiram da testemunha, com maior mortalidade dos insetos até sete dias após a pulverização. Os inseticidas beta-ciflutrina e lambda-cialotrina destacaram-se, apresentando controle superior a 85% nesse período inicial, evidenciando seu bom desempenho no manejo da vaquinha-verde-amarela.

3.6 DOENÇAS

As plantas podem ser atacadas por diversos organismos fitopatogênicos, responsáveis pelo desenvolvimento de doenças que provocam alterações fisiológicas e estruturais nos tecidos vegetais, resultando em sintomas característicos de cada enfermidade. Esses patógenos, incluindo fungos, bactérias, vírus e nematoides, podem comprometer o crescimento e o desenvolvimento das plantas, reduzir significativamente a produtividade e, em situações mais severas, levar à sua morte. A incidência dessas doenças no campo pode ser intensificada por fatores como a uniformidade genética das cultivares, eventos climáticos extremos e a perda de

eficiência de moléculas presentes em agroquímicos utilizados no controle fitossanitário (Gai; Wang, 2024; Henz, 2024).

Os prejuízos causados por doenças nas culturas agrícolas são registrados desde o período colonial, quando monoculturas como cana-de-açúcar, café e cacau já enfrentavam sérios problemas fitossanitários. No caso do café, a ferrugem-do-cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) historicamente se destaca como uma das principais limitações ao cultivo em diversas regiões produtoras do país (Kimati *et al.*, 2005; Sera *et al.*, 2022). No feijoeiro, as perdas podem ultrapassar 50 % e, em situações de ausência ou falha no controle, atingir até 100 %, uma vez que a cultura é suscetível a um amplo conjunto de doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. Dessa forma, o monitoramento constante e o diagnóstico adequado das áreas cultivadas tornam-se fundamentais para a adoção de medidas de controle eficientes, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Bianchini; Maringoni; Carneiro, 1997; Wendland; Lobo Junior; Faria, 2018).

Para o levantamento de doenças em campo, é fundamental avaliar tanto a incidência quanto a severidade das enfermidades. A incidência corresponde à porcentagem de plantas ou órgãos afetados dentro de uma população, enquanto a severidade refere-se à proporção da área ou volume de tecido vegetal coberto pelos sintomas. O uso de escalas diagramáticas é amplamente recomendado para padronizar as estimativas de severidade em avaliações a campo (Godoy *et al.*, 1997; Dalla Pria *et al.*, 2003), contribuindo para maior precisão e uniformidade das informações obtidas. Com base nesses dados, o engenheiro agrônomo pode tomar decisões mais adequadas quanto ao manejo da área. Dentre as principais doenças que podem ocasionar perdas no feijoeiro destacam-se a antracnose (*Colletotrichum spp*), a mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*), o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e a ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) (Beserra; Barguil, 2021).

3.6.1 Antracnose

A antracnose é uma das principais doenças que afetam diversas culturas, dentre elas o feijão, sendo causada por espécies do gênero *Colletotrichum*, com destaque para *C. gloeosporioides* e *C. truncatum*, responsáveis por perdas na produtividade. A doença foi descrita inicialmente em 1852, na Itália, por Cesati, ao observar o fungo em plantas de milho, sendo posteriormente reclassificada como *Colletotrichum graminicola*. No Brasil, os primeiros registros oficiais ocorreram no século XX, acompanhando a expansão do cultivo do feijão nas

regiões Sudeste e Sul, onde as condições de clima úmido e temperaturas amenas favoreceram o desenvolvimento e a disseminação do patógeno (Chaves *et al.*, 2007; Gomes *et al.*, 2022)

Os sintomas da antracnose podem se manifestar em todas as partes aéreas da planta. Nas folhas, observam-se manchas avermelhadas ao longo das nervuras, principalmente na face inferior, nos caules, podem ocorrer lesões e cancos com presença de esporulação visível, nas vagens, são comuns manchas deprimidas com bordas escurecidas e nas sementes, verificam-se lesões de coloração marrom a avermelhada. A principal via de disseminação do patógeno ocorre por meio de sementes contaminadas, o que eleva o risco de surtos em áreas sem histórico da doença. Além disso, a existência de diferentes raças do patógeno dificulta o controle, podendo reduzir a eficiência das medidas de manejo devido à variabilidade e possível resistência. Em situações de uso de sementes infectadas, condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do fungo e falhas no manejo fitossanitário, as perdas podem atingir até 100% da produção (Vechiato *et al.*, 2001; Gomes *et al.*, 2022).

Para o controle da antracnose, recomenda-se a adoção de um conjunto de medidas integradas, incluindo o uso de sementes de boa procedência e livres do patógeno, o tratamento prévio das sementes, a aplicação de fungicidas adequados e a rotação de culturas. Essas estratégias têm como objetivo reduzir a carga inicial de inóculo, limitar a disseminação do patógeno no campo e prevenir a ocorrência de surtos em áreas suscetíveis, contribuindo para a manutenção da sanidade e produtividade da cultura (Sartorato; Rios, 2003; Cabral *et al.*, 2025).

3.6.2 Mancha-angular

A mancha-angular é uma das principais doenças de final de ciclo em diversas culturas, sendo causada pelo fungo *Pseudocercospora griseola*. A doença foi descrita inicialmente em 1878, na América Central, e posteriormente disseminou-se para diferentes regiões produtoras ao redor do mundo. No Brasil, os primeiros registros ocorreram por volta de 1938 (Sartorato, 2005; Maringoni *et al.*, 2017; Fernandes *et al.*, 2022).

Os sintomas da mancha-angular surgem inicialmente nas folhas primárias, manifestando-se como manchas circulares de coloração marrom ou castanha. Nas folhas trifolioladas, as lesões apresentam formato angular, com presença de halo amarelado e delimitação pelas nervuras foliares. A disseminação da doença ocorre principalmente pelo vento e é favorecida por condições de temperatura elevada, que contribuem para o desenvolvimento do patógeno. Em situações em que não são adotadas medidas adequadas de

manejo, as perdas de produtividade podem chegar a até 80%, evidenciando seu elevado potencial destrutivo na cultura (Wendland *et al.*, 2014; Fernandes *et al.*, 2022).

O controle da doença é considerado desafiador em razão da elevada capacidade de disseminação do patógeno e da grande variabilidade de suas raças. Entre as principais estratégias de manejo, destaca-se o controle químico por meio da pulverização de fungicidas na parte aérea das plantas, realizados nos primeiros sinais da doença. Além disso, recomenda-se a adoção de práticas integradas de manejo, como o uso de sementes saudáveis e certificadas, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras, a eliminação de restos culturais infectados, o adequado espaçamento entre linhas e a utilização de cultivares com resistência parcial, visando reduzir a pressão da doença e minimizar os danos à produtividade (Sartorato, 2006; Sartorato; Rava, 2014).

3.6.3 Mofo-Branco

O mofo-branco é uma doença fúngica que acomete diversas culturas, como o feijão, sendo causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. No Brasil, os primeiros registros da doença no feijoeiro datam da década de 1940, com maior ocorrência inicialmente nas regiões Sul e Sudeste. O patógeno apresenta ampla gama de hospedeiros, infectando mais de 400 espécies vegetais, o que restringe as alternativas de rotação de culturas em áreas contaminadas e favorece a sua persistência e disseminação nos sistemas produtivos (Lobo Júnior, 2010).

Os sintomas do mofo-branco surgem inicialmente como lesões encharcadas na parte aérea das plantas, evoluindo para o desenvolvimento de micélio branco de aspecto cottonoso sobre os tecidos afetados. Em estágios mais avançados, ocorre a formação de escleródios, estruturas de resistência que podem permanecer viáveis no solo por até oito anos, favorecendo a recorrência da doença em áreas infestadas. O dano é mais severo durante o período de florescimento, podendo ocasionar perdas de até 70% da produção. A disseminação ocorre por meio de escleródios presentes no solo, sementes contaminadas, vento e maquinário agrícola. O patógeno é favorecido por alta umidade relativa e temperaturas amenas, condições comuns em ambientes com dossel fechado e baixa circulação de ar (Santos *et al.*, 2020).

O controle do mofo-branco envolve a adoção de estratégias integradas, combinando práticas culturais e químicas. Entre as principais medidas culturais recomendadas estão o uso de sementes saudáveis, a semeadura em épocas menos favoráveis ao desenvolvimento da doença, o espaçamento adequado entre linhas, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras e o

manejo do dossel vegetal, visando reduzir a umidade e melhorar a aeração do ambiente. No controle químico, os fungicidas devem ser utilizados de forma preventiva ou em condições ambientais favoráveis à infecção, atuando como ferramenta complementar às práticas culturais, de modo a aumentar a eficiência do manejo e reduzir a incidência da doença (Lobo Júnior; Santos, 2013).

3.6.4 Ferrugem

A ferrugem é uma doença amplamente distribuída nas regiões produtoras de feijão no Brasil, sendo causada pelo fungo *Uromyces appendiculatus*. A enfermidade passou a receber maior atenção a partir da década de 1970, quando se evidenciou seu elevado potencial de causar perdas significativas na produtividade do feijoeiro, tornando-se uma importante limitação fitossanitária para a cultura em diferentes sistemas de produção (Nunes Junior *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2018).

Os sintomas da ferrugem manifestam-se principalmente nas folhas, sobretudo na face abaxial, podendo também ocorrer em vagens e hastes. Inicialmente, surgem pequenas pontuações esbranquiçadas e levemente salientes, que com o desenvolvimento da doença aumentam de diâmetro, tornam-se amareladas e passam a produzir uredósporos, geralmente circundados por um halo clorótico. Em condições mais severas, a doença provoca amarelecimento precoce das folhas, desfolha e comprometimento do enchimento dos grãos, podendo reduzir a produtividade em até 65% em cultivares suscetíveis. A disseminação ocorre principalmente pelo vento, que transporta os uredósporos a longas distâncias, sendo favorecida por alta umidade relativa, acima de 95%, e temperaturas moderadas entre 18 e 24 °C, condições que favorecem o progresso do patógeno no campo (Rios, 1994; Sannazaro, 2003).

O controle da doença envolve a adoção de práticas preventivas e, quando necessário, curativas. Entre as medidas culturais, destaca-se o uso de cultivares resistentes, considerado o método mais econômico e sustentável de manejo da doença. Em situações em que as condições ambientais são favoráveis ao desenvolvimento do patógeno ou em áreas com histórico de ocorrência, recomenda-se a aplicação de fungicidas, que podem atuar tanto de forma preventiva quanto curativa, contribuindo para a redução da severidade da doença e a proteção da produtividade da cultura (Modesto, 2022).

3.6.5 Controle químico de doenças

As doenças causadas por patógenos de origem fúngica, bacteriana, viral e por nematoides podem ocasionar perdas na produtividade do feijoeiro ao longo do seu ciclo de desenvolvimento. Nesse contexto, Beladeli *et al.* (2021) avaliaram a eficiência de fungicidas no controle da antracnose e do crestamento bacteriano comum na cultivar de feijão IPR Tangará™. Foram realizadas pulverizações nos estádios vegetativo V₄ e reprodutivo R₆. Os resultados indicaram que todos os tratamentos reduziram a severidade das doenças e contribuíram para o aumento da produtividade. A produção variou de 2.300 kg ha⁻¹ na testemunha até 3.800 kg ha⁻¹ nos tratamentos com fungicidas. Entre os tratamentos avaliados, o hidróxido de fentina destacou-se como a maior eficácia, alcançando a maior produtividade 3.800 kg ha⁻¹. Dessa forma, os autores evidenciam que o uso de tratamentos químicos foi eficaz no manejo das doenças, promovendo incrementos de até 65% na produtividade em relação à testemunha.

A ocorrência de doenças no feijão ocasiona perdas significativas quando não controladas. Doenças como a antracnose e a mancha-angular são de grande importância para a cultura. Dessa forma, Lima *et al.* (2010) avaliaram a eficiência de fungicidas no controle dessas doenças e seus reflexos na produtividade. Os tratamentos com piraclostrobina + metiram, piraclostrobina isolada e azoxistrobina reduziram em cerca de 40% a severidade da mancha-angular em relação à testemunha, enquanto metconazol, piraclostrobina + metconazol e tiofanato metílico + tetraconazol proporcionaram reduções de aproximadamente 75%. Para a antracnose, os melhores resultados foram obtidos com piraclostrobina, isolada ou em mistura, com severidade em torno de 7,5% e controle superior a 60%. Em termos produtivos, a aplicação de piraclostrobina e metconazol resultou em incremento de aproximadamente 22% na produtividade de grãos. Os autores concluíram que os fungicidas à base de piraclostrobina apresentaram controle eficiente das doenças, além de benefícios fisiológicos às plantas, como maior atividade fotossintética e atraso da senescência, refletindo em maior produção.

A utilização do controle químico está relacionada à rotação de ingredientes ativos em fungicidas, aumentando desse modo a eficácia no controle de doenças e reduzindo os riscos de resistência de patógenos. Dessa forma, Modesto; Finille; Habermann, (2005) avaliaram a eficácia de diferentes fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro (*Uromyces appendiculatus*) em feijão-carioca, onde foram testados sete tratamentos, incluindo uma testemunha sem controle químico e combinações de fungicidas como trifloxistrobina + propiconazol, protioconazol, azoxistrobina + Nimbus e trifloxistrobina + tebuconazol, em

diferentes doses. O sucesso no controle foi avaliado aos 14 dias após cada pulverização. Na testemunha, o índice de infecção chegou a 52% após a terceira avaliação. Já os fungicidas testados demonstraram alta ação dos fungicidas, com mais de 90% de controle da ferrugem, evidenciando a eficácia do controle químico.

As principais doenças do feijão, como antracnose e mancha-angular, são causas de perda de produtividade, afetando tanto a quantidade quanto a qualidade dos grãos. Assim, Sartorato; Rios, (2003) demonstraram que fungicidas à base de piraclostrobina, isoladamente ou em combinação com metiram ou metconazol, reduziram a severidade da antracnose a cerca de 7,5%, com controle superior a 60%. Os tratamentos com metconazol, piraclostrobina + metconazol e tiofanato-metílico + tetraconazol reduziram a severidade da mancha-angular em até 75% e aumentaram a retenção foliar em 20%. Esses tratamentos também proporcionaram aumento de produtividade de até 22%, equivalente a 278,3 kg ha⁻¹ de feijão em relação à testemunha sem pulverização, evidenciando a eficiência do uso de estrobilurinas no controle químico das doenças.

A escolha de cultivares de feijão com maior nível de resistência às doenças é uma das estratégias mais eficientes no manejo fitossanitário da cultura. Dessa forma, Camello; Kuhn; Santos (2026) avaliaram a reação de 13 cultivares de feijão às principais doenças: cretamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*) e antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), em duas épocas de semeadura, correspondentes à safra das águas de 2024 e à safra da seca de 2025. Os resultados indicaram incidências médias de 55% e 36% para cretamento bacteriano, 37% e 29% para mancha-angular, e 65% e 49% para antracnose, nas safras de 2024 e 2025. Entre as cultivares avaliadas, IPR Tapicuru™, IPR Urutau™ e IPR Sabiá™ apresentaram menor severidade para cretamento bacteriano. Para mancha-angular, destacaram-se IAC 2051™, IPR Sabiá™ e IPR Tapicuru™ com menor progresso da doença. Já em relação à antracnose, IPR Tapicuru™, IPR Urutau™ e IPR Campos Gerais™ apresentaram menor incidência. Em contrapartida, cultivares como IAC 1850™, IAC Unamax™, BRS Esteio™ e BRS FP403™ mostraram maior suscetibilidade às doenças avaliadas.

3.7 MANEJO INTEGRADO DE ORGANISMO INDESEJADOS

O manejo integrado de organismos indesejados consiste na adoção do conjunto de diferentes estratégias com o objetivo de favorecer o desenvolvimento das plantas no campo, ao

mesmo tempo em que se controla ou reduz a ocorrência desses organismos. Essas práticas abrangem todas as etapas do ciclo produtivo, desde o plantio até a pós-colheita, envolvendo ações planejadas e complementares. Entre as principais medidas de manejo, destacam-se a preparação e conservação do solo, o planejamento de rotação e sucessão de culturas, a escolha de híbridos ou cultivares adaptados à região, a correção do solo por meio de adubação e calagem, o controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas, além do manejo adequado da irrigação e drenagem e o monitoramento das condições climáticas e fisiológicas das plantas (Zamberlan *et al.*, 2014).

As principais estratégias utilizadas no manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas envolvem diferentes tipos de controle, como o químico, preventivo, biológico, cultural e mecânico. Quando aplicados de forma isolada, esses métodos apresentam eficiência determinada, contudo, quando utilizados de maneira conjunta, proporcionam maior eficácia e sustentabilidade no controle, proporcionando maiores ganhos na produção (Tinôco; Silva; Rocha, 2023).

O controle químico é o principal método empregado e consiste na utilização de agroquímicos pulverizadores sobre o alvo biológico. Dentre os agroquímicos utilizados destaca-se: os herbicidas, inseticidas e fungicidas, com o objetivo de controlar ou eliminar a população desses organismos que afetam as culturas. Dessa forma, trata-se de uma estratégia de rápida ação e elevada eficiência quando utilizada corretamente, sendo indicada para situações de alta infestações. Entretanto, sua eficácia depende diretamente da tecnologia de aplicação, sendo preciso respeitar as doses recomendadas nos rótulos, o intervalo entre as aplicações e as condições edafoclimáticas adequadas para a realização da pulverização. Assim, evitando a ocorrência de problemas como casos de resistência, contaminação ambiental e presença posterior de resíduos nos grãos (Shimada; Simon, 2022).

O Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) pode ser realizado por meio de diferentes métodos, como o preventivo, cultural, mecânico e químico, sendo que a escolha da estratégia mais adequada deve considerar as espécies presentes na área, a disponibilidade de recursos humanos e tecnológicos, além de fatores ambientais e econômicos da propriedade (Martins; Murata, 2021). A integração desses métodos contribui para a diversificação das estratégias de manejo, a redução do banco de sementes no solo, o aumento da eficiência do controle e maior retorno econômico em produtividade. Nesse contexto, o uso de cultivares com maior capacidade competitiva aparece como uma alternativa eficiente, diante da crescente evolução da resistência de plantas daninhas a herbicidas (Galon *et al.*, 2020).

A utilização de herbicidas em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas é uma das estratégias importante no manejo de plantas daninhas. Esses agroquímicos podem ser classificados quanto à seletividade, em seletivos ou não seletivos, e quanto ao modo de ação, em herbicidas de contato, que atuam apenas nos tecidos atingidos, ou sistêmicos, que são absorvidos e translocados via xilema e floema, proporcionando controle mais amplo e duradouro (Correia; Conforto; Michereff, 2014).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) baseia-se na integração de diferentes estratégias para promover o controle eficiente e sustentável de insetos nas lavouras. Sua aplicação envolve o monitoramento constante das áreas cultivadas, com o levantamento das pragas presentes, dos danos e sintomas observados e dos inimigos naturais atuantes no sistema. Entre as principais táticas utilizadas estão o controle químico e biológico, o uso de cultivares resistentes, a rotação de mecanismos de ação dos inseticidas, a adoção de áreas de refúgio e da tecnologia Bt, além de práticas culturais como barreiras vivas, culturas armadilhas, cobertura do solo e plantio direto. O monitoramento através da realização de amostragem diretas a campo é uma etapa fundamental para orientar a tomada de decisão, podendo ser realizada com o uso de pano de batida, armadilhas adesivas e inspeção visual das plantas (Barbosa *et al.*, 2021; Macedo *et al.*, 2023).

O Manejo Integrado de Doenças (MID) consiste na adoção de diferentes estratégias para prevenir e reduzir a ocorrência e os danos causados por doenças nas plantas. Além da utilização do controle químico, envolve práticas como o uso de cultivares resistentes as principais doenças, a rotação de culturas não hospedeiras de patógenos, utilização de sementes ou mudas sadias, manejo adequado do solo e da adubação e a completa eliminação de restos culturais infectados, visando reduzir a fonte de inóculo e as condições favoráveis aos patógenos (Tinoco; Silva; Rocha, 2023). O monitoramento constante da lavoura é essencial para a identificação precoce das doenças e para a tomada de decisão quanto ao momento mais adequado de intervenção, incluindo a aplicação de fungicidas de acordo com a doença presente na área (Paula Júnior; Vieira; Zambolim, 2004; Correia; Conforto; Michereff, 2014).

3.8 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

A tecnologia de aplicação pode ser definida como o conjunto de conhecimentos para levar o ingrediente ativo até o alvo, utilizando um equipamento adequado, de forma eficaz, econômica e com o mínimo de contaminação ambiental (Matuo, 1990). Os métodos de

pulverização de defensivos agrícolas dividem-se em aplicações por via sólida, líquida ou gasosa, variando segundo o estado físico do material a ser pulverizado, sendo de preferência aqueles em que a água atua como diluente da mistura (Contiero; Biffe; Catapan, 2018).

A aplicação de agroquímicos pode ocorrer por diferentes vias, conforme a formulação e o alvo de controle. Na aplicação via sólida, como pós secos, destaca-se a vantagem de não necessitar de diluentes, pois o produto já é formulado para uso direto no campo. Contudo, pode apresentar maior custo devido à alta concentração de ingrediente ativo, sendo realizada principalmente por polvilhamento ou aplicação de grânulos (Volpato, 2007).

A aplicação via líquida é a mais empregada na agricultura, consistindo na diluição dos agroquímicos, geralmente em água, formando a calda que é pulverizada sobre o alvo para controle de organismos indesejados (Baesso *et al.*, 2014). Já a aplicação por via gasosa, ou fumigação, ocorre quando o produto se volatiliza em contato com o ar, formando um gás capaz de se difundir no ambiente e atingir locais de difícil acesso. Esse método é utilizado principalmente no controle de pragas em ambientes armazenados ou no solo (Chaim, 2009; Ferreira *et al.*, 2021).

Dentre as modalidades da tecnologia de aplicação, a pulverização consiste na pressurização da calda no circuito hidráulico, que é conduzida até a ponta de pulverização e fragmentada em gotas de diferentes tamanhos, sendo distribuídas sobre o alvo, concluindo o processo de aplicação (Matthews, 2004). Para que essa operação seja eficiente, é essencial o uso de equipamentos adequados que garantam a correta deposição do produto, como os pulverizadores, que podem ser classificados em terrestres e aéreos. Os pulverizadores terrestres incluem modelos costais (manuais ou motorizados), de barra, tipo canhão, axiais e autopropelidos. Já os pulverizadores aéreos englobam aviões agrícolas e VANTs (veículos aéreos não tripulados), utilizados na aplicação de defensivos por meio da aspersão da calda sobre a área tratada (Azevedo; Freire, 2006; Costa *et al.*, 2007).

A escolha do equipamento de aplicação depende das necessidades do produtor, das características da área cultivada e do tipo de aplicação desejada. De forma geral, os pulverizadores terrestres são mais utilizados em operações contínuas e em áreas extensas, enquanto os aéreos são indicados para locais de difícil acesso ou para aplicações que exigem maior rapidez na cobertura. Entre os diferentes equipamentos disponíveis, o pulverizador de barra se destaca como o mais utilizado na agricultura, por proporcionar maior uniformidade na distribuição da calda sobre o alvo. Esse equipamento é composto por tanque de armazenamento, sistema de agitação, bomba, válvulas de controle, barra de aplicação e conjunto de bicos, cujos

componentes trabalham em conjunto para garantir eficiência operacional, precisão e maior segurança na aplicação dos agroquímicos (Garcia *et al.*, 2016; Dário *et al.*, 2024).

Diversos fatores influenciam diretamente o desempenho da pulverização agrícola, atuando de forma integrada, como o alvo, o momento da aplicação, o produto utilizado e as condições meteorológicas. O alvo corresponde ao local, organismo ou estrutura da planta que deve ser atingido pelo agroquímico para que se obtenha o efeito desejado, sendo necessário que a aplicação ocorra no momento adequado e com boa uniformidade no tamanho das gotas produzidas pelos bicos. Além disso, o volume de pulverização exerce influência direta na eficiência da aplicação, uma vez que volumes elevados tendem a gerar gotas mais grossas, reduzindo a penetração no dossel, enquanto volumes baixos produzem gotas mais finas, mais suscetíveis à deriva e à evaporação, diminuindo a quantidade de produto que efetivamente atinge o alvo (Galon *et al.*, 2018; Veronezi; Delgado, 2025).

O produto refere-se a um agroquímico formulado a partir de um ingrediente ativo, responsável pela ação biológica, associado a componentes inertes ou adjuvantes que têm a função de melhorar sua eficácia, estabilidade, aplicação e absorção pelas plantas. Esses agroquímicos podem ainda incluir substâncias como adubos foliares ou reguladores de crescimento, ampliando sua atuação no manejo das culturas. Sua principal finalidade é proteger as plantas contra a ação de organismos indesejados, como plantas daninhas, insetos, ácaros, nematoides e patógenos causadores de doenças, contribuindo para a sanidade e o desenvolvimento adequado das culturas (Velasco; Capanema, 2006; Rodrigues *et al.*, 2025).

A ponta de pulverização é um dos componentes mais importantes do equipamento de aplicação, pois define características essenciais da pulverização, como o tamanho e o formato das gotas, a vazão da calda e o padrão de distribuição sobre o alvo. Dessa forma, exerce influência direta na eficiência da pulverização, na cobertura do produto e na redução de perdas por deriva (Cieslik.; Vidal; Trezzi, 2013; Adegas; Gazziero, 2020). Existe uma grande variedade de pontas no mercado, como as de leque plano, cone cheio, cone vazio e indução de ar, cada uma com características específicas de formação e distribuição de gotas, influenciando aspectos operacionais como altura da barra, espaçamento entre bicos e espectro de gotas. Assim, a escolha adequada da ponta deve considerar o tipo de produto, o alvo e as condições ambientais, pois a interação desses fatores determina a qualidade da aplicação, a eficiência do controle (Galon *et al.*, 2022; Garcia *et al.*, 2025).

A pulverização pode ser afetada por fatores como o tamanho da gota, influenciando na ação do controle. Desse modo, Hoffmann; Anjos; Castro (2022) avaliaram o controle de plantas daninhas com dois herbicidas de diferentes modos de ação, glifosato herbicida sistêmico e

paraquate de contato, pulverizados com três tamanhos de gotas fina, média e grossa. Foram avaliadas plantas daninhas já estabelecidas na área, plantas verdes e secas. Os autores obtiveram que o tamanho de gotas não afetou a eficácia do controle, destacando a escolha do herbicida em relação ao manejo da infestação. Contudo houve diferença entre os modos de ação nas avaliações, em relação às médias gerais, a massa verde e a massa seca apresentaram valores de 16160,6 kg ha⁻¹ e 8028,7 kg ha⁻¹, respectivamente. Nas avaliações temporais, observou-se redução progressiva da infestação, com valores médios variando de 154 kg ha⁻¹ até 86,8 kg ha⁻¹, evidenciando o efeito dos herbicidas.

Os fatores meteorológicos exercem influência direta no comportamento das gotas durante a pulverização de agroquímicos. A temperatura e a umidade relativa do ar podem favorecer a evaporação precoce das gotas, reduzindo sua capacidade de atingir e penetrar no alvo. Além disso, a velocidade e a direção do vento são determinantes, pois podem provocar deriva e comprometer a deposição adequada do produto. Dessa forma, a avaliação prévia das condições meteorológicas é preciso para garantir maior eficiência e segurança na aplicação (Chechetto *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2012). Para isso, o uso de equipamentos como o anemômetro é recomendado para medir a velocidade do vento, sendo consideradas condições ideais com umidade relativa em torno de 55 %, velocidade do vento entre 3 e 5 km h⁻¹ e temperatura entre 15 °C e 30 °C (Rastgordani *et al.*, 2023; Gazziero *et al.*, 2001).

Na pulverização agrícola, os agroquímicos geralmente precisam ser diluídos antes da pulverização, sendo essa etapa fundamental para garantir a correta distribuição e eficácia do tratamento. A água é o diluente mais utilizado, devido à sua ampla disponibilidade, baixo custo e facilidade de uso nas propriedades rurais. No entanto, a qualidade da água exerce grande influência na eficiência da pulverização, podendo interferir na estabilidade e na ação dos ingredientes ativos. Fatores como pH, dureza, presença de sais, matéria orgânica e partículas em suspensão podem reduzir a eficácia dos agroquímicos ou causar incompatibilidades na calda (Farias *et al.*, 2013; Oliveira; Ferreira; Fenólio, 2008).

3.8.1 Água como diluente na pulverização

A água é uma substância essencial, de estrutura molecular simples, composta por um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio, H₂O. É uma substância polar, incolor, insípida e inodora, considerada um solvente universal que em condições atmosféricas, apresenta alta densidade, elevado calor específico, resistência à passagem da luz e grande capacidade de

dissolver substâncias em geral, podendo ser encontrada nos três estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso. Devido a essas propriedades, a água é o diluente mais utilizado no preparo de misturas em tanque, pois reduz a concentração dos ingredientes ativos das formulações aplicadas, além de ser de fácil obtenção e baixo custo. Suas características físico-químicas garantem compatibilidade com a maioria das formulações comerciais (Contiero; Biffe; Catapan, 2018).

O principal consumidor de água no Brasil é o setor do agronegócio, responsável por mais de 70% do uso total, abrangendo cerca de 5,8 milhões de hectares irrigados, o que evidencia sua elevada dependência hídrica para manutenção da produtividade agrícola. Esse cenário indica que, dos 30.554 hm³ de água consumidos no país, aproximadamente 90% 27.498 hm³ estão concentrados no setor agropecuário, reforçando a relevância da irrigação e das atividades produtivas rurais no consumo de recursos hídricos nacionais (Jacobi; Fracalanza; Empinotti, 2015; Montoya; Finamore, 2020).

A água utilizada nas atividades agrícolas pode vir de diferentes fontes, como sistemas públicos de abastecimento ou fontes naturais na propriedade, como rios e açudes, que podem conter argila e matéria orgânica em suspensão, interferindo na eficiência da pulverização de agroquímicos. Dessa forma, o que é considerado importante na pulverização são os parâmetros físico-químicos como pH, dureza e turbidez que influenciam diretamente a qualidade da água, sendo necessário considerar sua origem antes do preparo. Assim, muitos produtores têm adotado fontes alternativas como a utilização de poços artesianos visando minimizar os efeitos na pulverização e melhorar a eficiência dos agroquímicos pulverizados (Queiroz; Martins; Cunha, 2008; Almeida, 2010).

O potencial hidrogeniônico (pH) é o parâmetro que define o grau de acidez ou alcalinidade de uma solução, exercendo grande influência na solubilidade e estabilidade dos agroquímicos, podendo acelerar sua degradação. Trata-se de uma medida relacionada à concentração de íons hidrogênio (H⁺) e hidróxido (OH⁻). De modo geral, águas com pH abaixo de 7 são consideradas ácidas, enquanto aquelas com pH com valores acima de 7 são alcalinas, em uma escala que de 0 a 14, o pH 7 é considerado neutro. Para a maioria dos agroquímicos, a faixa ideal de pH situa-se entre 6,0 e 6,5, conforme pode ser verificado nos rótulos das embalagens. A hidrólise alcalina, processo que se intensifica em pH acima de 7,0. Quanto mais alcalina a solução mais rápido vai ocorrer a degradação da mistura, assim muitos agroquímicos são suscetíveis, dando dessa forma preferência a soluções mais ácidas. A medição do pH é realizada com o uso do equipamento pHmetro (Whitford *et al.*, 2009; Gazziero *et al.*, 2021).

A dureza da água é uma característica química relacionada à presença de cátions alcalino-terrosos, como Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} e Ba^{2+} , sendo expressa em mg L^{-1} de CaCO_3 (carbonato de cálcio). Para uso na pulverização agrícola, recomenda-se que a dureza seja inferior a 100 mg L^{-1} de CaCO_3 , considerada água branda (Tabela 2), uma vez que níveis elevados podem reduzir a eficácia de determinados agroquímicos devido à interação desses cátions com os ingredientes ativos. Nessas condições, pode ser necessária a utilização de tensoativos, geralmente na forma de adjuvantes, que auxiliam na emulsificação de óleos ou na dispersão de pós na água, além de atuarem no equilíbrio de cargas da solução, minimizando os efeitos negativos da água dura sobre o desempenho dos agroquímicos (Ramos; Araújo 2006; Dias *et al.*, 2023).

A condutividade elétrica indica a concentração de íons dissolvidos na água, sendo diretamente proporcional à presença de sais. Valores acima de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ podem indicar maior carga iônica, o que pode conferir características corrosivas à água e afetar componentes do equipamento de pulverização. Além disso, essa elevada concentração de sais pode interferir na estabilidade da calda, reduzir a eficiência dos agroquímicos pulverizados e comprometer a absorção dos ingredientes ativos pelas plantas, impactando negativamente o controle dos organismos indesejados. (Lenz *et al.*, 2024).

Tabela 2 – Classificação do grau de dureza da água em relação a quantidade de CaCO_3 (mg L^{-1} ou ppm).

Grau de dureza da água	CaCO_3 (mg L^{-1} ou ppm)
Água muito branda	< 71,2
Água branda	71,2 – 142,4
Água semidura	142,4 – 320,4
Água dura	320,4 – 534,0
Água muito dura	> 534,0

Fonte: Adaptado de 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 turbidez é uma medida da transparência da água, caracterizada pela presença de partículas em suspensão, como silte, areia, argila e matéria orgânica maiores que $0,2 \mu\text{m}$, sendo comum em águas de rios e açudes. Essas partículas permanecem suspensas, tornando a água turva e podendo interferir negativamente na pulverização, pois podem causar entupimento de bicos, resultando em aplicação irregular, além de reduzir a eficiência de alguns agroquímicos ao interagir com os ingredientes ativos. Por isso, recomenda-se que a turbidez seja inferior a 5

NTU, águas cristalinas apresentam valores abaixo de 10 NTU, já água consideradas turvas possuem valores acima de 20 NTU, sendo sua medição realizada com turbidímetro (Winckler; Pillon, 2021).

A qualidade da água utilizada na pulverização de herbicidas pode afetar na qualidade do controle das plantas daninhas. Assim, Avila Neto *et al.* (2024) avaliaram essa influência do pH e da dureza, na eficácia de herbicidas. Foram avaliados os herbicidas 2,4-D amina, 2,4-D colina e dicamba no controle de corda de viola (*Ipomoea triloba*), picão preto (*Bidens pilosa*) e caruru (*Amaranthus viridis*). Foram conduzidos três experimentos em estufa: dois avaliando níveis de pH com 2, 6 e 10, e um analisando a interação entre herbicidas e níveis de dureza da água com 0, 65, 125, 250, 500, 750 e 1000 ppm. Os autores obtiveram que o pH da água não interferiu na eficácia do dicamba sobre a corda de viola. Contudo, maiores níveis de dureza da água diminuíram a eficiência do controle, reduzindo ação do herbicida.

A qualidade da água utilizada no preparo de caldas de herbicidas pode afetar a ação do controle de plantas daninhas. Assim, Daramola *et al.* (2022), averiguaram que pode haver influência direta no desempenho dos herbicidas, sendo afetada por pH, dureza e turbidez. Os autores obtiveram que o pH impacta a absorção, com saflufenacil apresentando 56% mais controle em pH 7,7 que em pH 4,0, e trifloxissulfurom 15% maior em pH 9 comparado a pH 5. A dureza da água diminui a eficácia do mesotriona em até 28% para ambrósia-gigante (*Ambrosia trifida*), devido à formação de complexos com cátions. A turbidez reduz a eficácia de herbicidas como glifosato, paraquate e diquate pela adsorção em partículas em suspensão.

A influência do pH e da dureza da água de pulverização na eficácia do herbicida glifosato sobre o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) foi verificado por Borin *et al.* (2018). Foram testadas quatro níveis de dureza da água sendo 70, 110, 230 e 430 ppm de CaCO_3 , quatro níveis de pH com 3,5 a 6,5, duas formulações do herbicida com sal de amônio e sal de potássio e uma testemunha. Os resultados mostraram que o pH não afetou o controle, enquanto o aumento da dureza reduziu o controle. A formulação em sal de amônio apresentou maior eficácia que a de sal de potássio, independentemente de dureza ou pH.

Na agricultura, a água utilizada como diluente na pulverização de agroquímicos pode comprometer a ação dos agroquímicos em função de suas características físico-químicas. Nesse contexto, Farias *et al.* (2013) realizaram um diagnóstico da qualidade da água proveniente de diferentes fontes na região central do Rio Grande do Sul. Foram avaliados parâmetros como pH, dureza, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, cor e turbidez. Os resultados indicaram que as águas de açudes apresentaram maior comprometimento da qualidade, com destaque para o pH elevado e maior turbidez. A dureza total variou de 0,31 a 38,37 mg L^{-1} ,

sendo classificada como água muito branda, com maiores valores observados em águas subterrâneas. Em relação à condutividade elétrica, verificou-se associação com o pH, sendo que águas com pH inferior a 6,5 apresentaram valores abaixo de $50 \mu\text{S cm}^{-1}$, indicando baixa concentração de íons. A turbidez também se destacou como um indicador importante, sendo que águas cristalinas apresentaram valores inferiores a 10 UNT, enquanto águas muito turvas ultrapassaram 20 UNT, indicando maior presença de partículas em suspensão. De modo geral, as águas de açudes foram as mais comprometidas em termos de qualidade, sendo consideradas inadequadas para pulverização sem tratamento prévio. Além disso, observou-se que o pH elevado acima de 7,0 em todas as fontes avaliadas pode comprometer a eficácia de herbicidas como glifosato e 2,4-D amina, reforçando a necessidade de correção da água antes do preparo de caldas de pulverização.

A qualidade da água utilizada para a pulverização também pode influenciar o desempenho dos acaricidas utilizados no manejo de pragas. Assim, Prado *et al.* (2011) avaliaram como a dureza e o pH da água de pulverização influenciam o controle do ácaro-da-leprose (*Brevipalpus phoenicis*) em frutos de laranja (*Citrus sinensis*). Foram testadas duas fontes de água do sistema público com pH 7,7 e poço artesiano, com água considerada dura $438 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ e pH 9,32 com três acaricidas comerciais (propargito, hexitiazoxi e espirodiclofeno). Os resultados indicaram que dureza, pH e tempo de preparo da calda não influenciaram o controle do ácaro, mantendo-se alta ação de todos os acaricidas.

A influência do pH e dos sais da água na pode afetar o desempenho da mistura imazetapir + imazapique no controle de arroz-vermelho. Desse modo, Sanchotene *et al.* (2007) avaliaram a influência utilizando águas de diferentes origens, fonte mineral, açude e poço artesiano), em condição natural e acidificadas até pH 4,5. Os resultados demonstraram que a acidificação da água aumentou a eficiência do herbicida, proporcionando melhor controle do arroz-vermelho em comparação às águas alcalinas pH com 8,7 e 9,4. Dessa forma, os autores concluíram que o pH da água influencia diretamente a eficácia da mistura, sendo a acidificação da calda uma prática importante para potencializar o controle em condições de campo.

Os fatores da água de boa qualidade, envolve níveis adequados de pH, dureza e turbidez, no preparo da calda para a pulverização de agroquímicos, a fim de maximizar a eficiência no controle. A qualidade da água influencia diretamente a estabilidade da calda, a compatibilidade entre os agroquímicos e a absorção dos ingredientes ativos pelas plantas. Dessa forma, ao se respeitarem os parâmetros exigidos pela tecnologia de aplicação, garante-se maior segurança ao produtor, melhor desempenho dos agroquímicos e maior eficácia no controle dos organismos indesejados na lavoura (Felizardo *et al.*, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento experimental empregado foi em blocos aleatorizados, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram no controle (sem a pulverização de agroquímicos) e pulverização nas plantas de feijão com agroquímicos dissolvidos em água oriunda do poço artesiano da propriedade e tratada pelo sistema da SANEPARTM. 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 estudo foi realizado na Fazenda Escola Capão da Onça (25°05'28"S; 50°03'41"O), pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa (Ponta Grossa – Paraná), a qual apresenta clima Cfb e altitude de 986 m, dispondo de água proveniente do poço artesiano da propriedade e água tratada pelo sistema da SANEPARTM.

A cultivar de feijão preto utilizada foi o IPR UrutauTM, o qual foi semeado em 13 de dezembro de 2022, com espaçamento de 0,45 m entre fileiras. A população inicial, mensurada 15 dias após a emergência, foi de 289.000 plantas por hectare. Todas as práticas fitotécnicas foram conduzidas de acordo com as recomendações do Engenheiro Agrônomo responsável pela área.

O cultivar de feijão preto IPR UrutauTM, desenvolvido pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR–Paraná), apresenta porte ereto, ciclo semiprecoce e alto potencial produtivo. Lançado em 2019, possui, em média, 14 vagens por planta, com cerca de seis sementes por vagem, comprimento médio de 10 cm e massa de mil sementes de

aproximadamente 0.23 kg, podendo atingir produtividade em torno de 3.910 kg ha⁻¹, variando conforme a época de cultivo. As sementes são de coloração preta e as flores roxas, com hábito de crescimento indeterminado tipo II. O cultivar apresenta resistência a doenças como ferrugem, oídio e mosaico comum, além de resistência moderada à antracnose, mancha-angular e crestamento bacteriano, sendo adaptado às condições da região Sul. Destaca-se ainda pela aptidão à colheita mecanizada, boa qualidade comercial dos grãos e teor médio de proteína de 21% (IDR–Paraná, 2019).

As variáveis analisadas foram: deficiências nutricionais da planta e controle de organismos indesejados (plantas daninhas, pragas e doenças), massa seca das plantas daninhas e os componentes de rendimento da cultura (população final, vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade). Para deficiências nutricionais foram acompanhadas pelo Engenheiro Agrônomo responsável pela área em cada estágio fenológico da cultura. Foram utilizados métodos e análises do solo (Tabela 4) para identificar possíveis carências de nutrientes.

Tabela 3 – Atributos químicos e granulométricos do solo no momento de instalação do experimento.

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P (Mehlich ⁻¹)	COT	CTC	V
CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³	g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%
5,9	2,07	0,0	2,56	1,54	0,14	24,33	14,14	6,32	67,21

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – UEPG.

A análise química da água do poço artesiano e da SaneparTM foi realizada no laboratório de Saneamento da Universidade Estadual de Ponta Grossa (Paraná), considerando as principais variáveis para o preparo da calda de pulverização: potencial hidrogeniônico (pH), dureza e turbidez. O pH indica o grau de acidez ou alcalinidade da água utilizada como diluente; a dureza está relacionada à quantidade de carbonato de cálcio (CaCO₃) presente na solução; e a turbidez expressa a dificuldade de passagem de um feixe de luz através da água, em função da quantidade de partículas em suspensão.

As pulverizações foram realizadas utilizando um pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com barra dotada de quatro pontas espaçadas em 0,5 m. A ponta de pulverização utilizada foi a TT11002TM, com filtro de malha 50 no sistema hidráulico, pressão de 200 kPa,

produzindo gota grossa com vazão de $0,65 \text{ L min}^{-1}$. Para se obter 100 L ha^{-1} , a pulverização foi realizada com velocidade de $2,17 \text{ m s}^{-1}$. Essa configuração é recomendada para a atividade (TEEJET, 2016). As pulverizações foram realizadas sob condições climáticas controladas, com velocidade do vento entre $3,0$ e $10,0 \text{ km h}^{-1}$, temperatura abaixo de 30°C e umidade relativa do ar acima de 55% , monitoradas com o anemotermohigrômetro LM8000™ da Lutron™.

O controle de plantas daninhas se deu em três aplicações em pós-emergência. A primeira pulverização ocorreu no dia 03 de janeiro de 2023 no estágio fenológico do feijão V₃ com herbicida Basagram 600™ ($0,60 \text{ Kg L}^{-1}$ de Bentazona) na dose de $1,2 \text{ L ha}^{-1}$. A segunda foi realizada no dia 28 de janeiro de 2023, no estágio fenológico R₅, com os herbicidas Krugar 250 SL™ ($0,25 \text{ Kg L}^{-1}$ de Fomesafem) na dose de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ + Poquer™ ($0,24 \text{ Kg L}^{-1}$ de Cletodim) na dose de $0,4 \text{ L ha}^{-1}$. A terceira pulverização ocorreu em 13 de fevereiro de 2023, no estágio fenológico R₇, utilizando o herbicida Cardeal™ ($0,25 \text{ kg L}^{-1}$ de Fomesafen) na dose de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$, associado ao Poquer™ ($0,24 \text{ kg L}^{-1}$ de Clethodim) na dose de $0,4 \text{ L ha}^{-1}$. As avaliações da porcentagem de controle de plantas daninhas foram realizadas 10 dias após a pulverização, correspondendo aos estádios fenológicos do feijão V₃, R₅ e R₇, respectivamente. O dessecante utilizado para homogeneizar o amadurecimento da cultura (R₉) e facilitar a colheita foi o Finale™ ($0,20 \text{ kg L}^{-1}$ de Glufosinato de amônio), pulverizado na dose de $1,8 \text{ L ha}^{-1}$.

O inseticida Galil SCT™ ($0,05 \text{ Kg L}^{-1}$ de Bifentrina + $0,25 \text{ Kg L}^{-1}$ de Imidacloprido) foi pulverizado dia 24 de fevereiro de 2023, na dose de $0,3 \text{ L ha}^{-1}$. A quantificação dos insetos se deu no estágio fenológico R₇, por amostragem em pano de batida em $1,0 \text{ m}^2$ e avaliação visual.

A primeira pulverização com o fungicida Fox™ ($0,15 \text{ kg L}^{-1}$ de Azoxistrobina + $0,18 \text{ kg L}^{-1}$ de Propiconazol), na dose de $0,5 \text{ L ha}^{-1}$, foi realizada em 24 de fevereiro de 2023. A segunda pulverização com o fungicida Mertin 400™ ($0,40 \text{ kg L}^{-1}$ de Hidróxido de Fentina) na dose de $0,33 \text{ L ha}^{-1}$ ocorreu em 10 de março de 2023, no estágio fenológico R₇. As avaliações de incidência foram determinadas pela porcentagem de plantas com sintomas das doenças, enquanto a severidade foi avaliada pela porcentagem da parte da planta afetada. A coleta de dados foi realizada 10 dias após cada pulverização, correspondendo aos estádios fenológicos R₇ e R₈.

A massa seca da parte aérea das plantas daninhas foi determinada pela coleta do material por parcela no estágio fenológico R₉ do feijoeiro. A massa foi levada a 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} .

A colheita foi realizada em 03 de abril de 2023. Os componentes de rendimento foram avaliados manualmente. A determinação da massa de mil grãos e da produtividade foi realizada considerando 1,0 % de impurezas e com umidade corrigida para 14,0%. A umidade foi medida com um medidor certificado pelo INMETRO (Motomco™, modelo 999ESI). A massa de mil grãos foi obtida utilizando uma balança digital de 0,1 a 500 g (Diamond™), enquanto a produtividade foi mensurada com uma balança digital Ramund™, com capacidade de 50 kg.

Os valores registrados foram submetidos aos testes de Hartley, para verificação da homoscedasticidade 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 de 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

5.1 ANÁLISE DA QUALIDADE DO SOLO

As plantas não apresentaram deficiências nutricionais nas folhas, conforme evidenciado pela boa sanidade da área amostral, não sendo recomendada a realização de correções via pulverização foliar pelo engenheiro agrônomo responsável. Um dos principais motivos para esse resultado foi a fertilidade do solo (Tabela 3), que apresentou valores próximos ao ideal recomendado por Trani *et al.* (2015) e Santos *et al.* (2025). A ausência de deficiência corrobora com as indicações das instituições de pesquisa IAPAR (2013), EMBRAPA (2023) e Fundação ABC (2012) para o feijoeiro, não havendo necessidade de realizar há adubação em pós-emergência.

Esse resultado confirma os de Dalchiavon; Neves; Sá (2018), que afirmaram que a pulverização foliar não influenciou os componentes de rendimento em feijão. Também corroboram as conclusões de Oliveira *et al.* (2015), de que a adubação foliar não afetou significativamente os processos fisiológicos do feijoeiro, não resultando em ganhos em produtividade expressivos ao final do ciclo da cultura. Contudo, contrapõe os resultados de Sulino; Buso (2021), que observaram que diferentes doses do fertilizante foliar atuaram nos componentes de rendimento da cultura resultando em ganhos em produtividade.

5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os testes de Hartley, utilizados para verificar a homoscedasticidade das variâncias, e de Shapiro-Wilk, para avaliar a normalidade dos dados, não apresentaram resultados significativos, indicando que os pressupostos da análise foram atendidos. Dessa forma, não houve necessidade de transformação dos dados para a aplicação do teste de Fisher & Snedecor. Entre as 17 variáveis analisadas, apenas uma apresentou diferença significativa entre blocos, evidenciando a homogeneidade das condições experimentais.

5.3 ANÁLISE DA ÁGUA

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™ evidenciou que ambos os diluentes apresentaram características físico-químicas semelhantes e adequadas para uso na pulverização de agroquímicos (Tabela 4).

Tabela 4 – 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.

O pH da água do poço artesiano foi de 7,1, tal valor é próximo à neutralidade, enquanto a água do sistema público apresentou pH de 6,1, levemente ácido. Ambos os valores são considerados próximos da faixa ideal entre 6,0 e 6,5 por Whitford *et al.* (2009) e Gazziero *et al.* (2021) para a estabilidade e ação dos agroquímicos.

Em relação à dureza, a água do poço artesiano apresentou 91 mg L⁻¹ de CaCO₃ e a água do sistema público 24 mg L⁻¹. Tais valores são considerados adequados por Ramos; Araújo, (2006) e Dias *et al.* (2023), classificadas como água branda e muito branda, conforme a Tabela 2, o que reduz o risco de interação entre cátions com os ingredientes ativos, evitando perdas na pulverização.

Quanto à turbidez, os valores obtidos foram de 0,6 NTU para a água do poço artesiano e 0,1 NTU para a água do sistema público. Ambos os registros foram de acordo com o recomendado por Winckler; Pillon (2021), < 5 NTU. Os resultados indicam baixa presença de partículas em suspensão, o que minimiza a adsorção de agroquímicos e reduz o risco de entupimento de pontas de pulverização, favorecendo a qualidade da pulverização.

Os valores obtidos corroboram com os resultados de Avila Neto *et al.* (2024), que avaliaram os efeitos do pH e da dureza da água na ação de diferentes herbicidas no controle de plantas daninhas. O pH da água, entre 2 e 10, permaneceu estável e não interferiu na eficiência dos herbicidas. Contudo, os autores afirmaram que elevados níveis de dureza da água (750 e 1000 ppm) comprometeram ação dos herbicidas. Resultado semelhante ao obtido por Daramola *et al.* (2022), que destacaram a influência dos parâmetros físico-químicas da água, como pH e dureza, na eficiência de herbicidas. O controle dos herbicidas variou conforme o pH, que ficou na faixa de 4,0 a 9,0, com o desempenho dependendo do ingrediente ativo do produto. Além disso, a dureza da água reduziu a ação dos herbicidas.

A avaliação da influência do pH e dos sais da água no desempenho de misturas herbicidas foi testada por Sanchotene *et al.* (2007). Os autores concluíram que caldas acidificadas até pH 4,5 apresentaram melhor controle de plantas daninhas em comparação com águas alcalinas, com pH de 8,7 e 9,4. Portanto, esses resultados corroboram os valores encontrados no presente estudo.

Ao avaliarem o controle do ácaro-da-leprose em citros, Prado *et al.* (2011) concluíram que mesmo utilizando água em elevada dureza 438 mg L^{-1} de CaCO_3 e pH alcalino 9,32, não houve interferência significativa na eficiência de acaricidas. Assim, evidenciou-se que a divergência entre as características físico-químicas da água usada como diluente nos estudos, mesmo que ao final evidenciou que ambos tinham indicado que a origem da água não afetou na pulverização.

5.4 EFEITO DO DILUENTE NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O controle de plantas daninhas demonstrou que todas as parcelas com plantas pulverizadas com herbicida se diferenciaram das sem controle químico, pelo teste de Duncan, com um grau de confiança superior a 95% de probabilidade (Tabela 5). Quanto ao diluente empregado nas pulverizações, foi indiferente a utilização de água do poço artesiano da Fazenda Escola Capão da Onça ou da rede pública sob a responsabilidade da SaneparTM.

Foi observado que na primeira pulverização para o controle de plantas daninhas, realizada em pós-emergência da cultura no estágio fenológico V₄, ambos os tratamentos apresentaram 95% de eficiência de controle, independentemente do diluente utilizado na calda, seja água do poço artesiano ou água do sistema público. Esse resultado ressalta o excelente desempenho do controle químico na fase inicial do desenvolvimento do feijoeiro, promovendo redução expressiva da infestação das plantas daninhas logo no início do ciclo da cultura.

Nas avaliações subsequentes, observou-se redução gradual da ação de controle, com valores de 67% e 66% no estágio R₆, e de 58% e 55% no estágio R₇, para água do poço artesiano e água do sistema público. Essa diminuição ao longo do ciclo pode estar relacionada ao novo fluxo de emergência de plantas daninhas, à redução do efeito residual dos herbicidas e à ocorrência de chuvas constantes e intensas no período de aplicação (Figura 1), que podem ter comprometido a permanência e a ação dos agroquímicos pulverizados.

Tabela 5 – Porcentagem de controle de plantas daninhas em pós-emergência – estádios fenológicos (EF) V₄, R₆ e R₇¹ – na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*), com distintos solventes na calda de herbicidas pulverizados nas plantas do cultivar IPR Urutau™ nos EF V₃, R₅ e R₆, safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – Paraná).

TRATAMENTOS	EF V ₄	EF R ₆	EF R ₇
Controle ²	00 b ³	00 b	00 b
Água do poço artesiano	95 a	67 a	58 a
Água do sistema público	95 a	66 a	55 a
Blocos	* ⁴	ns ⁵	ns
Coeficiente de Variação (%)	1,3	2,4	3,8

1 – Estádios fenológicos do feijoeiro. OLIVEIRA, M. G. de C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa, 2018. 59 p.

2 – Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de feijão.

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

4 – Significativo para blocos para todas as variáveis analisadas pelo teste de Fisher-Snedecor ($P > 0,05$).

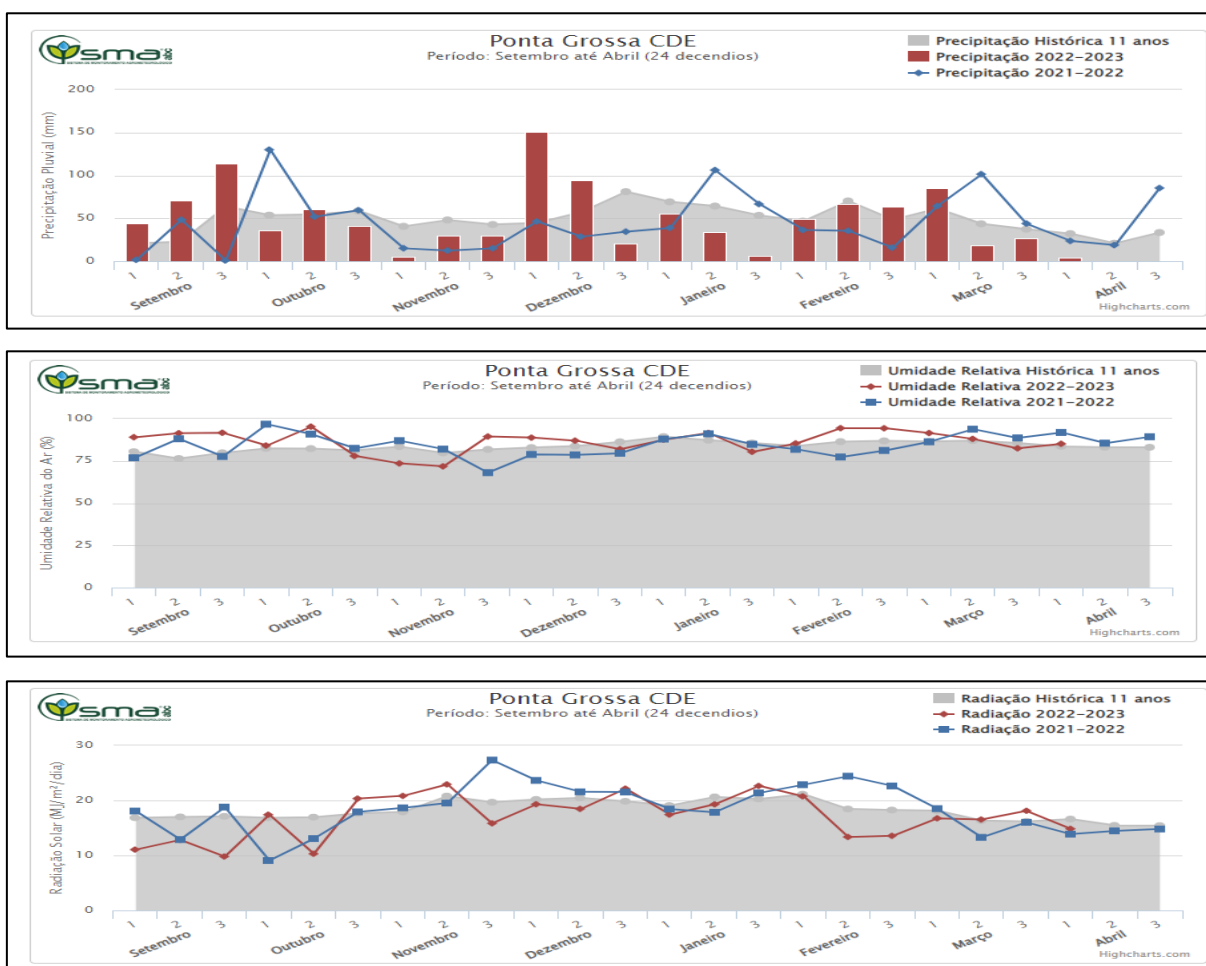
5 – Não significativo para blocos para todas as variáveis analisadas, pelo teste de Fisher-Snedecor ($P > 0,05$).

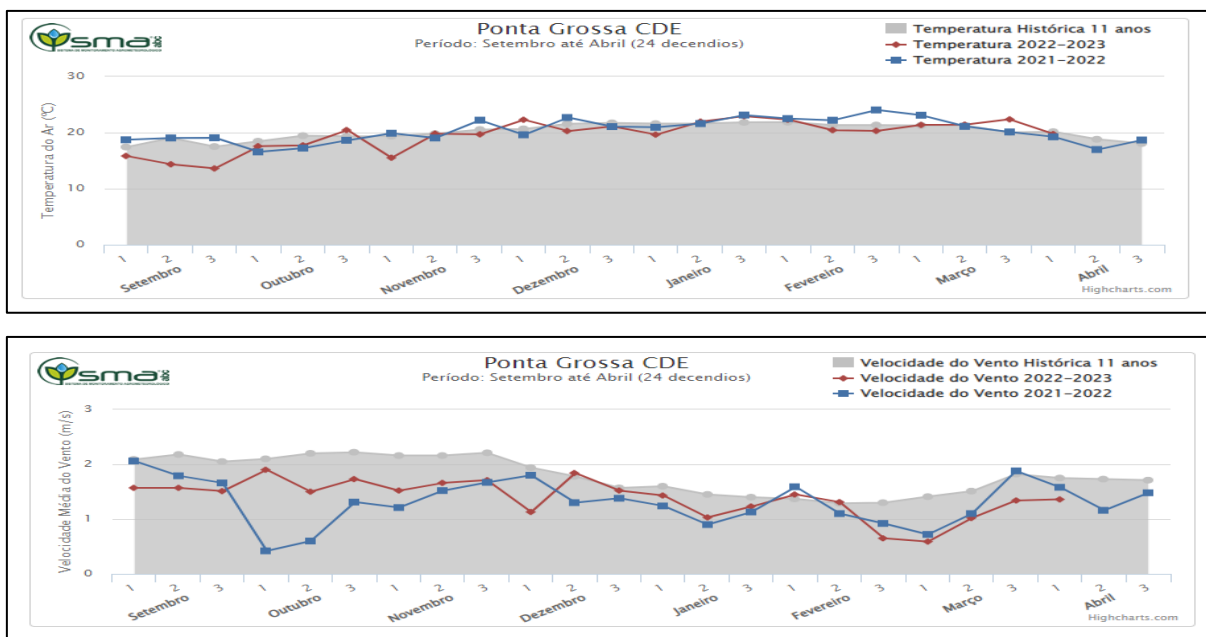
A porcentagens de controle observadas no presente estudo corroboram com resultados de Pereira *et al.* (2020), que avaliaram a eficiência de diferentes herbicidas no feijão-caupi. Os valores de controle foram próximos aos do presente estudo, o qual atingiu cerca de 94% de eficiência. Da mesma forma, esses resultados também confirmam os achados de Mancuso *et al.* (2016), que avaliaram a seletividade e a eficiência de herbicidas em feijão em diferentes épocas. Os autores obtiveram valores próximos aos do presente estudo nas pulverizações finais, com

eficiências de 58% e 55%, evidenciando comportamento semelhante quanto ação do controle químico ao longo do tempo.

O controle observada no presente estudo foi semelhante ao relatado por Amaral *et al.* (2025), que avaliaram o controle de diferentes herbicidas pulverizados em feijão em pré e pós emergência. Foram obtidos valores iniciais de controle próximos a 100%, variando entre 96% e 99% para a maioria dos tratamentos. De forma equivalente, no presente trabalho foi registrada eficiência de controle de aproximadamente 95% na primeira pulverização, independentemente do diluente utilizado.

Figura 1 – Dados Meteorológicos em Ponta Grossa (PR), no período de cultivo de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), safra 2022-23.





Fonte: FUNDAÇÃO ABC. **Agrometeorologia**. Disponível em: <http://sma.fundacaoabc.org/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

Também confirmam os valores encontrados por Fontes; Oliveira; Gonçalves (2013), que avaliaram a seletividade e a eficácia de herbicidas no feijão-caupi. Os autores observaram que, em pré-emergência, os herbicidas proporcionaram controle com redução superior a 75% da infestação de plantas daninhas. Em pós-emergência, o controle apresentou ação próxima de 90%. Tais resultados são semelhantes aos obtidos no presente estudo, que alcançou eficiência de controle de aproximadamente 95%, evidenciando a eficácia do manejo químico quando realizado de forma adequada.

A redução no controle químico observada no presente estudo ratifica os resultados encontrados por Souza; Martins; Pereira (2013). Os autores avaliaram o efeito da chuva sobre a eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência no controle de corda-de-viola. A ocorrência de precipitação logo após a pulverização compromete significativamente a eficácia dos herbicidas, reduzindo o controle em cerca de 60% a 70%. De forma semelhante, no presente estudo, em que a eficiência de controle foi reduzida ao longo do tempo, passando de aproximadamente 90% para 50%, possivelmente em função da ocorrência de elevados volumes de precipitação após a pulverização. Esse resultado evidencia os efeitos diretos das condições meteorológicas na eficiência do controle químico de plantas daninhas.

Mesmo com essa redução nas pulverizações posteriores, todos os tratamentos com herbicida se sobrepuseram a testemunha sem pulverização, que manteve média de zero por cento de controle em todos os estádios, confirmando a ação do controle químico adotado ao longo do ciclo da cultura. Além disso, a semelhança entre os valores obtidos com os diferentes diluentes

reforça que não houve influência significativa da origem da água na eficiência do herbicida, indicando que ambas as fontes foram adequadas para o preparo da calda.

5.5 EFEITO DO DILUENTE NO CONTROLE DE PRAGAS

As pragas identificadas nas amostragens com pano de batida foram a vaquinha verde-amarela (*Diabrotica speciosa*), e a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), no estágio fenológico R₇. As parcelas que receberam pulverização de inseticidas apresentaram número de indivíduos significativamente menor em comparação às parcelas não pulverizadas (Tabela 6), evidenciando a ação do controle químico dessas pragas. O teste de média entre os diluentes da calda de inseticidas estudados não diferiu significativamente para o número de insetos-pragas, não havendo distinção da origem água da calda para o controle desta praga do poço artesiano da propriedade ou tratada pelo sistema público.

Tabela 6 – Número de vaquinhas-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*) e lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*) coletados no estágio fenológicos (EF) R₇¹, em 1,0 m² de pano de batida entre fileiras da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*), com distintos diluentes na calda de inseticidas pulverizados nas plantas do cultivar IPR UrutauTM nos EF R₇, safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR)².

TRATAMENTOS	Vaquinhas-verde-amarela	Lagarta-falsa-medideira
Controle ³	21 a ⁴	03 a
Água do poço artesiano	04 b	01 b
Água do sistema público	04 b	01 b
Coefficiente de Variação (%)	11,6	21,7

1 – Estádios fenológicos do feijoeiro. OLIVEIRA, M. G. de C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa, 2018. 59 p.

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

3 – Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de feijão.

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

O controle químico realizado no estágio fenológico R₇ foi altamente eficiente na redução da população das principais pragas observadas no feijoeiro, cultivar IPR UrutauTM. Para a vaquinha-verde-amarela a testemunha sem pulverização apresentou média de 21 indivíduos por 1,0 m² de pano de batida, enquanto os tratamentos com inseticida, utilizando água do poço artesiano e água do sistema público, apresentaram apenas 4 indivíduos em ambos

os casos. Isso representa uma redução de aproximadamente 81% da população em relação ao controle evidenciando expressiva eficiência do controle químico adotado.

Da mesma forma, para a lagarta-falsa-medideira a testemunha apresentou 3 indivíduos, enquanto as parcelas pulverizadas registraram apenas 1 indivíduo por pano de batida, correspondendo a uma redução aproximada de 67% na infestação. Embora a população inicial dessa praga tenha sido menor que a observada para a vaquinha, o resultado demonstra que o controle químico também foi eficaz em manter sua presença próxima de zero na área experimental.

Os níveis de controle observados no presente estudo corroboram com os resultados de Stanghini; Martinez; Plens (2022), os quais avaliaram a ação de inseticidas no controle da lagarta-do-cartucho no feijão. Os autores verificaram que todos os tratamentos apresentaram controle superior a 90%. Comparativamente, os valores obtidos neste estudo foram inferiores, com eficiência de controle em torno de 67%, indicando menor desempenho nas condições avaliadas, contudo mantendo a população de lagartas abaixo do nível de dano econômico.

Os dados obtidos também são condizentes com os de Ribeiro; Nunes (2017). Os autores acompanharam o ciclo do feijoeiro e observaram a ocorrência de diversas pragas e realizam o manejo com base no monitoramento. No controle, os inseticidas apresentaram eficiência superior a 80% após a pulverização. De forma semelhante, no trabalho realizado nos campos gerais, foram observadas eficiências de controle de 81% e 67%, para as mesmas espécies de pragas, confirmando a eficácia do manejo químico adotado.

A eficiência dos diferentes inseticidas no controle de mosca-branca em feijão foi avaliada por Batista Filho; Silva; Quintela (2014). Os autores observaram que a mistura de inseticidas proporcionou controle superior a 90%. Esses resultados são consistentes com os obtidos no estudo, evidenciando comportamento semelhante quanto à ação dos inseticidas, os quais reduziram a população de pragas com controle de aproximadamente 81% e 67%.

O controle com a utilização de diferentes inseticidas para vaquinha-verde-amarela em feijão foi verificado por Vargas; Garcia; Zanella (2004). Os autores obtiveram controle superior a 85% da praga. De forma semelhante, neste trabalho foi observada eficiência de controle de aproximadamente 81% para a mesma praga, destacando a eficácia do controle químico e a consistência dos resultados obtidos.

5.6 EFEITO DO DILUENTE NO CONTROLE DE DOENÇAS

As doenças que se destacaram no experimento foram antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*). As avaliações de severidade se embasaram nas escalas diagramáticas propostas por Godoy *et al.* (1997) e Dalla Pria *et al.* (2003). As parcelas que não foram pulverizadas apresentaram incidência e severidade das doenças acima dos tratamentos com pulverização de fungicidas, sendo que não houve diferenças significativas quanto ao diluente empregado (Tabela 7). As condições meteorológicas atrasaram as pulverizações de fungicidas. Tal situação favoreceu a elevação de incidência e severidade das doenças que se beneficiaram da alta umidade, queda da temperatura e redução da radiação solar.

O controle fitossanitário realizado no feijoeiro, cultivar IPR Urutau™ foi eficiente na redução da incidência e da severidade das doenças avaliadas nos estádios fenológicos R₇ e R₈. No estágio R₇, a antracnose não foi identificada na área experimental, não havendo registro de incidência ou severidade nesse momento. Dessa forma, o controle químico realizado foi direcionado principalmente ao controle da mancha-angular, que apresentava alta pressão da doença, com incidência de 95% e severidade de 90% na testemunha sem pulverização. Mesmo após a primeira pulverização, os tratamentos com água do poço artesiano e água do sistema público reduziram esses valores para 85% e 88% de incidência, e 78% e 81% de severidade, respectivamente. Embora os valores ainda permaneçam elevados, observa-se redução significativa em relação à testemunha, indicando efeito positivo do controle, ainda que limitado pelo atraso das pulverizações em função das condições meteorológicas desfavoráveis.

Tabela 7 – Porcentagem de incidência (I) e severidade (S) para antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*) – estádios fenológicos (EF) R₇ e R₈¹ – na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*), com distintos diluentes na calda de inseticidas pulverizados nas plantas do cultivar IPR Urutau™ nos EF R₆ e R₇, safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR)².

TRATAMENTOS	Antracnose em R ₇		Antracnose em R ₈	
	I (%)	S (%)	I (%)	S (%)
Controle ³			87 a	30 a
Água do poço artesiano	Não	Não	71 b	12 b
Água do sistema público	identificada	identificada	73 b	13 b
Coeficiente de Variação (%)			5,3	14,4

TRATAMENTOS	Mancha-angular em R ₇		Mancha-angular em R ₈	
	I (%)	S (%)	I (%)	S (%)
Controle	95 a	90 a	13 a	13 a
Água do poço artesiano	85 b	78 b	02 b	02 b
Água do sistema público	88 b	81 b	02 b	03 b
Coeficiente de Variação (%)	5,2	2,3	16,5	15,7

1 – Estádios fenológicos do feijoeiro. OLIVEIRA, M. G. de C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa, 2018. 59 p.

2 – Não significativos para blocos para todas as variáveis analisadas, pelo teste de Fisher-Snedecor ($P > 0,05$).

3 – Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de feijão.

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

Na avaliação realizada no estágio R₈, verificou-se melhora expressiva no controle da mancha-angular. A incidência da doença foi reduzida de 13% na testemunha para apenas 2% em ambos os tratamentos com pulverização, enquanto a severidade caiu de 13% para 2% e 3%, respectivamente para água de poço artesiano e água do sistema público. Esses resultados evidenciam alta eficiência do controle químico na segunda pulverização, independentemente do diluente utilizado.

Para a antracnose em R₈, embora a incidência tenha permanecido relativamente elevada, com 71% e 73% nos tratamentos pulverizados, em comparação a 87% na testemunha, a severidade foi significativamente reduzida, passando de 30% na testemunha para 12% e 13%, respectivamente. Isso demonstra que, mesmo com presença elevada da doença na área, o controle químico foi eficiente em reduzir a intensidade dos sintomas e limitar o progresso da doença, mantendo a severidade abaixo de 15% nos tratamentos com diferentes diluentes.

A escolha de cultivares de feijão com maior resistência às doenças constitui uma das estratégias no manejo fitossanitário. Nesse contexto, Camello; Kuhn; Santos (2026) avaliaram diferentes cultivares quanto à resistência às principais doenças do feijão em duas safras 2024 e 2025. Os autores observaram que a cultivar IPR Urutau™ se destacou quanto à resistência à mancha-angular e à antracnose. Dessa forma, esse resultado corrobora com o desempenho obtido, destacando a importância da escolha adequada da cultivar para o manejo das doenças.

A ação de fungicidas no manejo da mancha-angular e da antracnose no feijão foi avaliada por Lima *et al.* (2010). Os autores obtiveram reduções de cerca de 75% na severidade da mancha-angular e, para a antracnose, observaram severidade em torno de 7,5% e controle superior a 60%. De forma semelhante, os resultados do presente estudo apresentaram eficácia, com valores próximos a 90% de controle e severidade de 13% para a mesma doença.

Os resultados do presente trabalho corroboram também com o estudo de Modesto; Finille; Habermann (2005), que avaliaram a eficiência de diferentes fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro. Os autores obtiveram níveis superiores a 90% de controle. Assim, como os valores de controle obtidos por Sartorato; Rios (2003), os quais demonstraram que fungicidas reduziram a severidade de doenças no feijão. Os autores obtiveram controle da antracnose superior a 60% e para a mancha-angular, redução da severidade em até 75%.

5.7 EFEITO DA MASSA SECA DA PARTE AÉREA DE PLANTAS DANINHAS

A massa seca da parte aérea das plantas daninhas apresentou diferenças significativas entre parcelas sem e com pulverizações de herbicidas (Tabela 8). O tratamento sem manejo teve valor 41% maior que os tratamentos com controle químico em pós-emergência das plantas daninhas no feijoeiro cuja origem do diluente da calda foi indiferente. Os valores elevados ocorreram pela dificuldade do controle de plantas daninhas devido a ocorrência de precipitações constantes e elevadas no período de realização do controle químico.

Tabela 8 – Massa seca da parte aérea das plantas daninhas (MSPAPD) Na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), estágio fenológico R₉¹, com distintos diluentes na calda de herbicidas pulverizadas nas plantas do cultivar IPR Urutau™, safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR)².

TRATAMENTOS	MSPAPD (kg ha ⁻¹)
Controle ³	4.324 a
Água do poço artesiano	3.063 b
Água do sistema público	3.053 b
Coeficiente de Variação (%)	3,4

1 – Estádios fenológicos do feijoeiro. OLIVEIRA, M. G. de C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa, 2018. 59 p.

2 – Não significativos para blocos para todas as variáveis analisadas, pelo teste de Fisher-Snedecor (P > 0,05).

3 – Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de feijão.

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

A massa seca da parte aérea das plantas daninhas no estágio fenológico R₉ do feijoeiro apresentou diferença significativa entre a testemunha sem controle químico e os tratamentos com pulverização de herbicidas. A testemunha apresentou 4.324 kg ha⁻¹, enquanto os tratamentos com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público

registraram 3.063 e 3.053 kg ha⁻¹, representando redução aproximada de 29% na biomassa das plantas daninhas. Esses resultados evidenciam ação do controle químico em reduzir a competição interespecífica ao longo do ciclo da cultura, favorecendo melhores condições para o desenvolvimento da cultura.

Os resultados também corroboram com o estudo de Silva *et al.* (2014), que avaliaram a seletividade e a eficácia de herbicidas no feijão-caupi. Os autores observaram, em pós-emergência, valores de massa seca próximos a 10 kg ha⁻¹ sob controle químico, enquanto a testemunha sem pulverização apresentou a maior massa seca, de 50,8 kg ha⁻¹, uma redução de aproximadamente 80% na massa seca das plantas daninhas quando submetidas ao controle químico.

Nesse contexto, Fontes; Atroch; Morais (2024) avaliaram a seletividade de herbicidas e ação no controle de plantas daninhas no feijão-mungo-verde. Os autores observaram que, no controle de capim-camalote, os herbicidas proporcionaram massa seca média de 488,3 kg ha⁻¹, enquanto os tratamentos adicionais apresentaram 734,6 kg ha⁻¹, ao passo que a ausência de controle elevou a massa seca para 1.319,2 kg ha⁻¹. Esse resultado corrobora o presente estudo, no qual a testemunha apresentou 4.324 kg ha⁻¹, enquanto os tratamentos com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público registraram 3.063 e 3.053 kg ha⁻¹ de redução da biomassa da parte aérea das plantas daninhas.

Os diferentes níveis de controle com a utilização de herbicidas no manejo de plantas daninhas foram estudados por Fontes; Oliveira; Gonçalves (2013). Os autores obtiveram diferentes produções de massa seca de plantas daninhas, a depender do herbicida utilizado, com valores de 31 kg ha⁻¹, 61 kg ha⁻¹ e 13 kg ha⁻¹ valores esse abaixo da testemunha sem capina que apresentou a maior massa seca de plantas daninhas, com 212 kg ha⁻¹. Os resultados do estudo apresentam padrão similar aos de Hoffmann; Anjos; Castro (2022), os quais avaliaram o controle de plantas daninhas com herbicidas. Os autores observaram massa verde e seca de 16.160,6 e 8.028,7 kg ha⁻¹, respectivamente. O que contribui para o estudo que também apresentou maior massa seca na testemunha 4.324 kg ha⁻¹, superior ao obtidos nos tratamentos com pulverização de agroquímicos.

5.8 COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO

Os componentes de rendimento apresentaram reduções expressivas no tratamento sem controle químico em relação aos demais, com exceção do número de vagens por planta e do número de grãos por vagem, que não foram influenciados pelas pulverizações de agroquímicos

(Tabela 9). A origem da água utilizada no preparo da calda, seja de poço artesiano ou da Sanepar™, não afetou os resultados.

A produtividade média foi 25,3% superior à média brasileira de 1.953 kg ha⁻¹ (CONAB, 2025), destacando o elevado nível tecnológico empregado na condução da cultura do feijão, mesmo em um ano com condições meteorológicas desfavoráveis, caracterizado por volume de chuvas acima da média histórica, o que dificultou o controle químico de plantas daninhas.

A população final de plantas, que passou de 170 mil plantas ha⁻¹ na testemunha para 228 mil plantas ha⁻¹ nos tratamentos com pulverização, representando aumento de aproximadamente 34%. A massa de mil grãos (MMG) foi de 313 g na testemunha para 393 g e 391 g nos tratamentos com pulverização, correspondendo a incremento de cerca de 25,6% e 24,9%, respectivamente. Já as variáveis vagens por planta (VP) e grãos por vagem (GPV) não apresentaram diferenças estatísticas. Esses resultados confirmam os efeitos negativos devido a presença de organismos indesejáveis relatados por Ribeiro *et al.* (2011), demonstrando que a interferência ao longo do ciclo compromete diretamente a produtividade e a qualidade dos grãos.

Tabela 9 – 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 do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*); com distintos diluentes na calda de agroquímicos pulverizados nas plantas do cultivar Urutau™, safra 2022-23, Fazenda Escola Capão da Onça (Ponta Grossa – PR)¹.

TRATAMENTOS	PF	VP	GPV	MMG	PROD
Controle ²	170 b ³	5,3 a	4,8 a	313 b	1.328 b
Água do poço artesiano	228 a	5,6 a	4,8 a	393 a	2.393 a
Água do sistema público	228 a	5,1 a	4,6 a	391 a	2.163 a
Coeficiente de Variação (%)	0,7	11,1	13,5	0,6	10,7

1 – Não significativo para blocos para todas as variáveis analisadas, pelo teste de Fisher-Snedecor ($P > 0,05$).

2 – Sem pulverização de agroquímicos nas plantas de feijão.

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

A produtividade na testemunha foi de 1.328 kg ha⁻¹, enquanto os tratamentos com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público atingiram 2.393 e 2.163 kg ha⁻¹, respectivamente. Os efeitos negativos da presença de organismos indesejáveis sobre o desempenho produtivo do feijão ficaram evidentes, uma vez que as parcelas sem

pulverização de agroquímicos apresentaram resultados inferiores em praticamente todas as variáveis avaliadas.

Em termos quantitativos, isso representa um incremento de 1.065 kg ha^{-1} para o tratamento com água do poço artesiano e de 835 kg ha^{-1} para o tratamento com água do sistema público, em comparação à testemunha. Em valores percentuais, a ausência de controle químico promoveu redução de aproximadamente 44,5% em relação ao tratamento com água do poço e 38,6% em relação ao tratamento com água do sistema público. Considerando a média dos tratamentos pulverizados 2.278 kg ha^{-1} , a redução na produtividade da testemunha foi de cerca de 41,7%, evidenciando o impacto direto da interferência de plantas daninhas, pragas e doenças sobre o rendimento final da cultura.

A variação de produtividade pode estar associada a fatores genéticos, conforme os estudos de Burini; Harthmann (2025). Os autores destacaram que a cultivar IPR Urutau™, que atingiu 5.460 kg ha^{-1} , apresentou o melhor desempenho devido ao maior número de vagens por planta, com 14 vagens por planta, 5,7 grãos por vagem e 79 grãos por planta, evidenciando elevada eficácia na formação e no enchimento de grãos. Em comparação, no presente estudo, a produtividade dos tratamentos com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público atingiram 2.393 e 2.163 kg ha^{-1} , respectivamente, com incremento expressivo em relação à testemunha.

Corroborando esses resultados com Sulino; Buso (2021) que avaliaram diferentes doses do fertilizante foliar Grain Set™ pulverizados no feijoeiro. Os autores observaram que a pulverização no estágio R₅ promoveu aumento na produtividade, com valores variando entre 3.437 e 5.543 kg ha^{-1} . No presente estudo, os tratamentos com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público atingiram 2.393 e 2.163 kg ha^{-1} , inferiores aos resultados dos autores citados.

Os resultados de Beladeli *et al.* (2021), também corroboram para o estudo. Foram observados que o controle químico de doenças no feijoeiro resultou em ganhos de produtividade. A testemunha apresentou rendimento de 2.300 kg ha^{-1} , enquanto os tratamentos com fungicidas elevaram a produtividade para até 3.800 kg ha^{-1} . Esse incremento representa aumento de até 65% em relação à testemunha. De forma semelhante, no presente estudo, a produtividade na testemunha foi inferior comparado aos tratamentos químicos utilizados.

O trabalho conduzido por Dalchiavon; Neves; Sá (2018) avaliaram diferentes doses de fertilizante nitrogenado pulverizados em feijão. Tais autores obtiveram na produtividade de grãos, com valores de 2.209 kg ha^{-1} no estágio V₄₋₃ e 2.075 kg ha^{-1} no V₄₋₆, enquanto o estágio R₅ apresentou a menor produtividade, com 1.968 kg ha^{-1} , resultando em ganhos máximos de

apenas 6,5 %. Em comparação no presente estudo, verificou-se incremento um na produtividade em relação à testemunha, que apresentou 1.328 kg ha⁻¹, enquanto os tratamentos com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público atingiram 2.393 e 2.163 kg ha⁻¹.

De maneira complementar, Marchioret; Dal Magro (2017) demonstraram que importância do manejo de plantas daninhas no feijoeiro. Foram obtidos com as pulverizações de herbicidas rendimentos variaram entre 2.600 e 3.000 kg ha⁻¹. No presente estudo, a produtividade com os controles químicos com utilizando água do poço artesiano e água do sistema público atingiram 2.393 e 2.163 kg ha⁻¹, em sistemas com manejo químico mais intensivo.

As conclusões de Oliveira *et al.* (2015) também confirmam os resultados obtidos no estudo. Foram verificaram que a adubação foliar não influenciou o crescimento, a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes de feijão. A produtividade foi de 3.199 kg ha⁻¹ e 2.509 kg ha⁻¹, sem diferenças relevantes em função da pulverização foliar. Já para presente trabalho, foram observados incremento na produtividade com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público 2.393 e 2.163 kg ha⁻¹.

Os dados de Sartorato; Rios (2003) demonstraram que o controle químico de doenças no feijão resulta em ganhos diretos de produtividade. Foram obtidos que os tratamentos com fungicidas proporcionaram aumento de produtividade de até 22%, equivalente a 278,3 kg ha⁻¹. Já para o estudo, observou-se o incremento de 25,6% e 24,9% nos tratamentos com pulverização utilizando água do poço artesiano e água do sistema público, denotando ganhos proporcionais superiores aos relatados por esses autores.

A importância da tecnologia de aplicação, destacada por Matthews (2004) e Garcia *et al.* (2020), também foi considerada na condução do estudo, abrangendo desde a escolha do produto até a deposição no alvo, o que aumenta as chances de sucesso do controle químico. Desde a seleção do produto, passando pela qualidade da calda, regulação do equipamento, condições meteorológicas no momento da pulverização e pela correta deposição no alvo, o embasamento técnico adequado eleva significativamente a eficiência das operações fitossanitárias. Dessa forma, quando a tecnologia de aplicação é conduzida de maneira criteriosa e alinhada às recomendações agrônômicas, há maior probabilidade de atingir o organismo-alvo com eficácia, reduzindo perdas por deriva, evaporação ou lavagem e, consequentemente, promovendo melhor controle de plantas daninhas, pragas e doenças ao longo do ciclo da cultura, conforme apontado por Galon *et al.* (2018) e Veronezi; Delgado (2025).

Os resultados obtidos reforçam a importância do controle químico como estratégia eficiente no manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas no feijoeiro. Além disso, os dados confirmam as recomendações de Prado *et al.* (2011) e Garcia *et al.* (2016), evidenciando que tanto a água proveniente de poço artesiano quanto a água tratada do sistema público apresentam qualidade adequada para uso como solvente na calda de pulverização. Dessa forma, não se observou prejuízo ao desempenho agronômico da cultura em função do tipo de diluente utilizado, demonstrando que ambas as fontes podem ser empregadas com segurança, desde que atendam aos parâmetros físico-químicos recomendado.

6 CONCLUSÕES

A ausência de controle de organismos indesejáveis comprometeu o desenvolvimento das plantas de feijão, resultando em redução da produtividade em relação aos tratamentos que receberam pulverização com agroquímicos. Das 17 variáveis analisadas, a fonte do diluente da calda de pulverização não apresentou influência significativa nos resultados. Nas condições experimentais, a água proveniente tanto do poço artesiano quanto do sistema público mostrou-se adequada para a aplicação de agroquímicos no feijoeiro.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: SEIXAS, C. D. S. *et al.* (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Embrapa Soja, 2020. p. 281-292.
- ALMEIDA, O. Á. de. **Qualidade da água de irrigação**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 219 p.
- AMARAL, G. da S. do *et al.* Seletividade e eficácia de herbicidas em pré e pós-emergência no feijoeiro-comum. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 7, n. 2, p. 1-17, 2025.
- ANDRADE, A. T. *et al.* Desafios do sistema plantio direto no Cerrado. **Informe Agropecuário**, v. 39, n. 302, p. 18-26, 2018.
- AVILA NETO, R. C. *et al.* pH and water hardness on the efficiency of auxin mimics herbicides. **Ciência Rural**, v. 54, n. 4, e20230005, 2024.
- AZEVEDO, F. R. de; FREIRE, F. das C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47 p.
- BAESSO, M. M. *et al.* Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v. 61, p. 780-785, 2014.
- BALDIN, E. L. L.; LOURENÇÃO, A. L. Controle da lagarta falsa-medideira em feijão. **Revista Cultivar**, 2020.
- BARBOSA, F. R. *et al.* Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírus-do-mosaico-dourado e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 879-883, 2002.
- BARBOSA, F. R.; QUINTELA, E. D.; OLIVEIRA, L. F. C. de. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro-comum**. Embrapa Arroz e Feijão, 2021. 51 p.
- BARBOSA, R. L. *et al.* Impactos da infestação de *Bemisia tabaci* no feijoeiro comum e estratégias de manejo integrado. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, n. 4, p. 512-520, 2021.A
- BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (org.). **Matologia: estudos sobre plantas**. Fábrica da Palavra, 2021. 547 p.
- BATISTA FILHO, P. A.; SILVA, R. de C.; QUINTELA, E. D. Eficiência de inseticidas químicos no controle de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B no feijoeiro comum. **SEB**, p. 1, 2014.
- BELADELI, M. N. *et al.* Aplicação de fungicidas e *Trichoderma asperellum* para o manejo de doenças do feijoeiro na safra das águas. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 3, p. 25143-25161, 2021.

BESERRA JR., J. E. A.; BARGUIL, B. M. Feijão-fava: doenças virais e fúngicas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 27, p. 138-153, 2021.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Doenças do feijoeiro. In: **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. Agronômica Ceres, v. 2, p. 376-399, 1997.

BORIN, A. L. C. *et al.* Droplet distribution as a function of cotton interrow spacing and angles of sprayer displacement. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 6, p. 927-933, 2018.

BOTELHO, A. B. R. Z.; SILVA, I. F. da; ÁVILA, C. J. **Aspectos biológicos da lagarta-falsa-medideira e sua criação em laboratório com dieta artificial**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2019. 24 p. A

BOTELHO, A. B. R. Z.; SILVA, I. F. da; ÁVILA, C. J. Controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) usando o isolado Chin-IA (I-A) como componente do manejo integrado da cultura da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, p. 1-8, 2019.

BRIGHENTI, A. M. **Manual de identificação e manejo de plantas daninhas em cultivos de cana-de-açúcar**. Embrapa Gado de Leite, 2010. 112 p.

BURINI, N.; HARTHMANN, O. E. L. Resposta produtiva de diferentes cultivares de feijão: componentes e rendimento de grãos. In: **Anais da Feira do Conhecimento Tecnológico e Científico**, v. 1, n. 26, p. 1-4, 2025.

CABRAL, J. F. M. *et al.* A complexidade da antracnose no feijão: aspectos relevantes da resistência genética e genômica. **Diversitas Journal**, v. 9, n. 1, p. 477-497, 2025.

CALZA, R.; BULISANI, E. A.; MIYASAKA, S. E. Efeito de alguns acaricidas sobre o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Bragantia**, v. 31, n. 1, p. 11-18, 1971.

CAMELLO, G. B.; KUHN, O. J.; SANTOS NETO, J. dos. Reação de cultivares de feijão a *Colletotrichum lindemuthianum*, *Pseudocercospora griseola* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em duas épocas de semeadura. **Revista Thêma et Scientia**, v. 15, n. 2E, p. 99-123, 2026.

CAMPAGNOLLA, C.; MACÊDO, M. M. C. Revolução Verde: passado e desafios atuais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 1-18, 2022.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; BEZERRA, L. M. C. A planta e o grão de feijão e as formas de apresentação aos consumidores. In: FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. (ed.). **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Embrapa, 2021. p. 101-116.

CARNEIRO, M. L. C. *et al.* Aspectos biológicos e estratégias de manejo de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) em culturas de grãos. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, n. 4, p. 451-460, 2022.

CARVALHO, A. C. Fungos causadores de ferrugens (*Pucciniales*) em plantas da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 664-672, 2018.

CARVALHO, M. da C. S. de; SILVEIRA, P. M. da. Adubação. In: **Embrapa**, 2023. p. 26-30.

CASTILHO, R. de C. *et al.* Ácaros do mamoeiro: manejo e controle. In: **Papaya Brasil: produção e sustentabilidade**. Incaper, 2022. p. 111-119.

CESCONETTO, L. F. *et al.* Aspectos técnicos de manejo utilizados no Sul Catarinense na cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 73-77, 2021.

CHAIM, A. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Meio Ambiente, 2009. 73 p.

CHAVES, G. M. *et al.* Ocorrência e variabilidade de *Colletotrichum lindemuthianum* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 57-63, 2007.

CHECHETTO, R. G. *et al.* Influência da temperatura superficial e umidade do solo em depósitos nas aplicações de agrotóxicos. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 6, n. 10, p. 1-10, 2010.

CIESLIK, L. F.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Fatores ambientais que afetam a eficácia de herbicidas inibidores da ACCase: revisão. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 483-489, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de grãos da safra brasileira em abril de 2025**. CONAB, 2025.

CONTIERO, R. L.; BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. Tecnologia de aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T. *et al.* (org.). **Hortaliças-fruto**. EDUEM, 2018. p. 401-449.

CORREIA, K. C.; CONFORTO, C.; MICHEREFF, S. J. Manejo integrado de doenças do sistema radicular: bases científicas, estratégias e práticas. **Sanidade de Raízes**, v. 1, n. 1, p. 191-234, 2014.

COSTA, A. G. F. *et al.* Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

COSTA, G. A. P. *et al.* Melhoramento genético do feijão comum: origem, diversidade e qualidade das sementes. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 10, p. 1-17, 2024.

CUNHA, J. P. A. R. da *et al.* Water hardness and pH in the effectiveness of glyphosate formulations. **Engenharia Agrícola**, v. 40, n. 4, p. 555-560, 2020.

DALCHIAVON, F. C.; NEVES, G.; SÁ, M. E. de. Aplicação de fertilizante foliar: efeito sobre desempenho do feijoeiro. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 3, p. 99-111, 2018.

DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de componentes monocíclicos da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 401-407, 2003.

DARAMOLA, O. S. *et al.* Spray water quality and herbicide performance: a review. **Weed Technology**, v. 36, n. 6, p. 1-10, 2022.

DÁRIO, K. A. A. *et al.* **Inspeção e adequação de pulverizadores de barra no Paraná: safra 2020/2021**. IDR-Paraná, 2024. 30 p.

DIAS, J. *et al.* Análise da água do primeiro milímetro de sistema de captação de água de chuva com foco na agricultura. In: ANDRADE, J. K. B. (org.). **Desafios globais, soluções locais: avanços em ciências agrárias e ambientais**. 2023. p. 118-127.

ELSADANY, M. F. I. Influence of host plants and some leaf contents on biological aspects of *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). **Journal of Basic and Applied Zoology**, v. 79, p. 20, 2018.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 4. ed. CRC Press, 2014. 586 p.

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.

FELDENS, L. **O homem, a agricultura e a história**. Ed. Univates, p. 171, 2018.

FELIZARDO, K. R. *et al.* Controlador inteligente aplicado em um sistema de pulverização localizada de agroquímicos usando injeção direta. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2013.

FERNANDES, A. L. P. S. *et al.* Efeito de densidades de plantas em cultivares de feijão-comum para a região de Uberaba-MG. **Nucleus**, v. 19, n. 1, p. 111, 2022.

FERREIRA, R. C. A. de B. *et al.* Óleos essenciais no controle de carunchos (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) do feijão armazenado: uma revisão bibliográfica. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 7, p. 448-464, 2021.

FONTES, J. R. A.; ATROCH, A. L.; MORAIS, R. R. de. **Seletividade de herbicidas e eficácia no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-mungo-verde**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2024. 10 p.

FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA JUNIOR, I.; GONÇALVES, J. R. P. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 47-55, 2013.

FUNDAÇÃO ABC. **Agrometeorologia**. Disponível em: <http://sma.fundacaoabc.org/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

FUNDAÇÃO ABC. **Informações técnicas para a cultura do feijão na região de atuação da Fundação ABC**. Castro: Fundação ABC, 2012.

GAI, Y.; WANG, H. Doenças de plantas: uma ameaça crescente à segurança alimentar global. **Agronomy**, v. 14, n. 8, p. 1615, 2024.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. 10. ed. FEALQ, 2002. 920 p.

GALON, L. *et al.* Competição entre híbridos de milho com plantas daninhas. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1-26, 2020.

GALON, L. *et al.* Efeito de métodos de aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas em feijão-comum. **Planta Daninha**, v. 40, p. 1-7, 2022.

GALON, L. *et al.* Weed management in beans using subdoses of fluazifop-p-butyl + fomesafen. **Planta Daninha**, v. 36, p. 1-13, 2018.

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

GARCIA, L. C. *et al.* Efeito dos bicos de pulverização no controle de doenças com fungicidas em culturas de soja. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 53, p. 1616–1627, 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.

GANDINI, A. M. M. *et al.* Capacidade competitiva do jatobá com adubos verdes, forrageiras e plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, p. 991-999, 2011.

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* **As plantas daninhas e a semeadura direta**. Embrapa Soja, 2001. 59 p.

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* **Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins**. Embrapa Soja, 2021. 23 p.

GODOY, C. V. *et al.* Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 104, n. 4, p. 336–345, 1997.

GOMES, F. de O. *et al.* Qualidade nutricional de grãos imaturos branqueados e congelados de cultivares de feijão-caupi. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 12, p. 1-17, 2024.

GOMES, R. S. S. *et al.* Reações de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) a *Colletotrichum truncatum*. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 4, p. 809–817, 2022.

GUEDES, J. V. C. *et al.* Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1299–1302, 2006.

HENZ, G. P. Impacto das doenças de plantas na segurança alimentar e nutricional global: tema estratégico para o Brasil. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 30, p. 7–28, 2024.

HOFFMANN, G. N.; ANJOS, D. N. dos; CASTRO, Y. de O. Avaliação do controle de plantas daninhas submetidas à aplicação de herbicidas de diferentes modos de ação e tamanho de gotas. **Revista PesquisAgro**, v. 6, n. 1, p. 3-11, 2022.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ (IDR-PARANÁ). IAPAR-EMATER. **Paraná se destaca no melhoramento genético do feijão e garante maior produtividade**. IDR-Paraná, 2023. p. 1.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ (IDR-PARANÁ). **Feijão-comum: recomendações técnicas para o cultivo no Estado do Paraná**. IDR-Paraná, 2021. p. 1.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ (IDR-PARANÁ). IAPAR-EMATER. **Sistema Plantio Direto: inovação que brotou no Norte do Paraná e conquistou o mundo**. IDR-Paraná, 2025. p. 1.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ (IDR-PARANÁ). **IPR Urutau™: feijão preto, porte ereto, alto potencial de rendimento, semiprecoce**. IDR-Paraná, 2019. p. 4.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P.; EMPINOTTI, V. **Governança da água no contexto iberoamericana: inovação em processos**. GovAmb; ProcamUSP; Annablume Cidadania e Meio Ambiente, p. 2-177, 2015.

JÚNIOR, C. Z. J. *et al.* Rendimento de feijão-caupi sob interferência de plantas / Produtividade do feijão-caupi sob interferência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 12, p. 120939-120950, 2021.

KIMATI, H. *et al.* **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 706.

LENZ, A. G. *et al.* Avaliação de parâmetros físico-químicos da qualidade da água do Rio Fiúza em Panambi, RS. **Revista Foco**, v. 17, n. 4, p. 1-20, 2024.

LIMA, J. R. *et al.* Common bean processing to obtain a protein ingredient for the plant-based market. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 28, e2024060, 2025.

LIMA, P. R. de A. *et al.* Eficiência de fungicidas no controle da antracnose e da mancha angular do feijoeiro comum. **Cerrado Agrociências**, n. 1, p. 54-59, 2010.

LOBO JÚNIOR, M. Mofo branco - *Sclerotinia sclerotiorum*. **Boletim Passarela da Soja**, v. 2, n. 2, p. 12, 2010.

LOBO JÚNIOR, M.; SANTOS, P. F. Manejo do mofo branco. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 15, n. 169, p. 12-14, jun. 2013.

MACEDO, A. F. *et al.* **Métodos de monitoramento de pragas na agricultura moderna.** São Paulo: Editora Científica Digital, v. 2, n. 2, p. 109-117, 2023.

MAGALHÃES, I. D. *et al.* Growth, production and yield of common bean under water-stress conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 12, p. 899–904, 2019.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação.** 3. ed. Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MANCUSO, M. A. C. *et al.* Seletividade e eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Revista Ceres**, v. 63, n. 1, p. 25-32, 2016.

MARCHIORETT, L. D. R.; DAL MAGRO, T. Weed control and crop selectivity of post-emergence herbicides in common beans. **Ciência Rural**, v. 47, n. 3, p. 1-6, 2017.

MARINGONI, A. C. *et al.* Doenças bacterianas do feijoeiro: diagnóstico, epidemiologia e manejo. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, n. 1, p. 34–48, 2017.

MARQUES, G. B. C.; ÁVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. Danos causados por larvas e adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 1983–1986, 1999.

MARQUES, M. A.; SOUZA, M. G. de. Whitefly (*Bemisia tabaci*) infestation in common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 5, p. 23–31, 2022.

MARTINS, A. A.; MURATA, A. T. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas.** 1. ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. 37 p.

MARTINS, G. L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 25–30, 2015.

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

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** FUNEP, 1990. p. 10-20.

MELO, G. A. de *et al.* Eficiência de agentes biológicos e fungos entomopatogênicos no controle da mosca-branca em feijão. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 89, 2022.

MOCELLIN, R. S. P. **Princípios da adubação foliar: coletânea de dados e revisão bibliográfica.** OMEGA, 2004. p. 82.

MODESTO, C. E. S. Eficácia de fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro comum em condições de campo. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 47, n. 1, p. 12–20, 2022.

MODESTO, J. C.; FENILLE, R. C.; HABERMANN, G. Efeito de fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro causada por *Uromyces appendiculatus* em condições de campo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 2, p. 249–252, 2005.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. **Revista Brasileira de Economia**, v. 74, n. 4, p. 441–464, 2020.

MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Holos, 2008.

MOURA, J. Z. de *et al.* Nível de dano econômico para insetos desfolhadores em feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 239-246, 2014.

NUNES JÚNIOR, J. *et al.* Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no feijoeiro comum. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 8., 2006, **Anais**. IAPAR, 2006. p. 181-183.

OLIVEIRA, Í. B. de *et al.* Fertilizante foliar em feijoeiro de inverno e sua influência na produtividade e qualidade fisiológica das sementes. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 2, p. 57–67, 2015.

OLIVEIRA, H. F. E. de *et al.* Efeitos da velocidade e da direção do vento na uniformidade de aplicação de água de sistemas autopropelidos. **Eng. Agríc.**, v. 32, n. 4, p. 669-678, 2012.

OLIVEIRA, J. R. G. di; FERREIRA, M. C.; FENÓLIO, L. G. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários: conceitos básicos. **Tópicos em Entomologia Agrícola**. Maxicolor Gráfica e Editora, p. 178–185. 2008.

OLIVEIRA, M. G. de C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa, 2018. 59 p.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Departamento de Economia Rural**. Análise da conjuntura agropecuária: feijão – safra 2023/2024. SEAA, 2024.

PAULA JÚNIOR, T. J. de; VIEIRA, R. F.; ZAMBOLIM, L. Manejo integrado de doenças do feijoeiro. In: **Tecnologias para produção de feijão comum na região central brasileira**. Embrapa Arroz e Feijão, v. 25, n. 223, p. 99-112, 2004.

PEREIRA, Leandro Spíndola *et al.* Eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do feijão-caupi. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 1, p. 43-52, 2020.

PEREIRA, M. J. B.; ALBUQUERQUE, F. A. de; BASTOS, C. S. Pragas do algodoeiro: identificação, biologia e sintomas de ataque. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, p. 3, 2006.

PINHEIRO, R. de M. *et al.* Computer vision by unsupervised machine learning in seed drying process. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 47, p. 1-10, 2008.

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.

QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro**. 2. ed. atual. Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 91 p.

RAMOS, H. H.; ARAÚJO, D. de. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006.

RASTGORDANI, F. *et al.* Climate change impact on herbicide efficacy: a model to predict herbicide dose in common bean under different moisture and temperature conditions. **Crop Protection**, v. 163, art. 106097, 2023.

RIBEIRO, F. E. *et al.* **Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) nas regiões Norte e Nordeste do Brasil**. Embrapa Arroz e Feijão, 2011. p. 64.

RIBEIRO, V. N.; NUNES, J. Avaliação de pragas agrícolas na cultura do feijão. **Revista Thêma et Scientia**, v. 7, n. 2, p. 257-268, 2017.

RIOS, G. P. Ferrugem. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. DF: Embrapa-SPI, p. 69–84, 1994.

RODRIGUES, C. C. *et al.* Desempenho de tecnologias de aplicação de defensivos agrícolas. **Revista Novos Desafios**, v. 5, n. 2, p. 26–39, 2025.

SANCHOTENE, D. M. *et al.* Influência de sais e do pH da água na eficiência de imazethapyr + imazapic no controle de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 415–419, 2007.

SANNAZARO, A. M. Sintomatologia e controle químico da ferrugem do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 2, p. 153–160, 2003.

SANTOS, H. G. *et al.* Sintomatologia e controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro comum. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 45, n. 3, p. 221–229, 2020.

SANTOS, J. V. de L. *et al.* Interação entre genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e insetos-praga sob adubação silicatada. **Scientia Plena**, v. 21, n. 10, 2025.

SARTORATO, A. Doenças bacterianas do feijoeiro. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Brasil**. Viçosa: UFV, p. 451–470, 2005.

SARTORATO, A. Doenças fúngicas do feijoeiro e seu controle químico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 10–18, 2006.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. **Manejo integrado das principais doenças do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 45, 2014.

SARTORATO, A.; RIOS, G. P. **Eficiência de misturas de fungicidas no controle da antracnose do feijoeiro comum**. Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 3 p.

SEFFRIN, R. C. A. *et al.* Comportamento e manejo de larvas-alfinete de *Diabrotica speciosa* em sistemas agrícolas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1673–1680, 2008.

SERA, G. H. *et al.* Coffee leaf rust in Brazil: historical events, current situation, and control measures. **Agronomy**, v. 12, n. 2, p. 496, 2022.

SHIMADA, B. S.; SIMON, M. V. Problems of chemical control in agriculture: a perspective of agriculture. **Cadernos de Agroecologia**, v. 18, n. 3, 2022.

SILVA, A. F. C. da Pragas, patógenos e plantas na história dos sistemas agroecológicos. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.**, v. 17, n. 1, e20210023, 2022.

SILVA, K. S. *et al.* Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 197-205, 2014.

SILVA, P. H. S. da; ATHAYDE SOBRINHO, C. **Guia prático de reconhecimento e controle das principais pragas do feijão-caupi**. Embrapa Meio-Norte, 2019. 16 p.

SOLTANI, N. *et al.* Perda potencial de produtividade em culturas de feijão devido a plantas daninhas nos Estados Unidos e Canadá. **Weed Technology**, v. 32, p. 342–346, 2018.

SOUZA, C. M. A. de *et al.* Espacialização de perdas e da qualidade do feijão em colheita semimecanizada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 225–231, 2010.

SOUZA, G. S. F.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R. Efeito da chuva na eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência sobre corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 175–184, 2013.

STANGHINI, L. F.; MARTINEZ, R. M.; PLENS, A. C. de O. Insecticides action of neonicotinoids group in fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) control on bean leaves (*Phaseolus vulgaris*). **Arq. Inst. Biol.**, v. 89, p. 1-8, e00192021, 2022.

SULINO, W. C.; BUSO, W. H. D. Adubação foliar (S, Mn e Zn) em diferentes estádios fenológicos do feijoeiro comum irrigado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. 1-27, 2021.

TEEJET. **Spray products**. TeeJet, 2016, 162 p.

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.

TRAJANO, R. M. *et al.* Análise espaço-temporal de mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn., 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura da soja, no município de Paragominas – Pará. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 4, n. 6, p. 130–144, 2021.

TRANI, P. E. *et al.* **Calagem e adubação do feijão-vagem, feijão-fava (ou fava-italiana), feijão-de-lima e ervilha torta (ou ervilha-de-vagem).** IAC, 2015. 15 p.

VARGAS, E. R.; GARCIA, F. R. M.; ZANELLA, V. J. Avaliação de inseticidas no controle de adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera, Chrysomelidae) em lavoura de feijoeiro. **Revista Biociências**, v. 10, n. 3, p. 111-114, 2004.

VECHIATO, M. H. *et al.* Antracnose do feijoeiro: tratamento de sementes e correlação entre incidência em plantas e infecção de sementes. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 68, n. 1, p. 83-87, 2001.

VELASCO, L. O. M. de; CAPANEMA, L. X. de L. O setor de agroquímicos. **BNDES Setorial**, v. 1, n. 24, p. 69-96, 2006.

VERONEZI, P. R. M.; DELGADO, J. F. de O. Tecnologia de aplicação de agroquímicos e sua influência na produtividade e sustentabilidade da agricultura brasileira. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 23, n. 11, p. 11 – 23, 2025.

VIANA, P. A.; MAROCHI, A. I. Controle químico da larva de *Diabrotica* spp. na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 2, p. 1-11, 2002.

VIEIRA, C.; FREIRE, J. A. H.; LIMA, J. O. G. de Doenças e pragas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 18, n. 99, p. 369-380, 2025.

VILELA, F. M.; SILVA, J. B. da; CARVALHO, S. P. de. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 1-56, 2015.

VOLPATO, N. **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações.** Editora Blucher, 2007. 670 p.

WENDLAND, A. *et al.* Doenças da parte aérea. In: **GONZAGA, A. C. de O. (ed.). Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** 2. ed. rev. e atual. Embrapa, 2014. p. 153-161.

WENDLAND, A.; LOBO JUNIOR, M.; FARIA, J. C. de **Manual de identificação das principais doenças do feijoeiro-comum.** Embrapa, 2018. 49 p.

WENZEL, I. M.; BATISTA FILHO, A. Efeito de agrotóxicos na patogenicidade dos conídios de *Lecanicillium lecanii* a *Tetranychus urticae*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, 2011.

WHITFORD, F. *et al.* **The impact of water quality on pesticide performance.** Purdue University, 2009. 39 p.

WINCKLER, L. T.; PILLON, C. N. **Qualidade da água no meio rural: principais indicadores e procedimento de coleta para análise.** Embrapa Clima Temperado, 2021. 16 p.

ZAMBERLAN, J. F. *et al.* Produção e manejo agrícola: impactos e desafios para sustentabilidade ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, p. 95-100, 2014.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z. da; SANTIAGO, T. (ed.). **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. UFV, 2003. 376 p.

Anexo 1. RESUMO EAIC

XXXII Encontro Anual de Iniciação Científica IX Encontro Anual de Iniciação Científica Jr.

EAIC
2023

SOLVENTES NA PULVERIZAÇÃO DE AGROQUÍMICOS EM FEIJÃO

Pedro Maia Zeny (FAUEPG), Amanda Ferreira da Rosa, Luiz Cláudio Garcia (Orientador), e-mail: lcgarci@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) / Departamento de Ciências do Solo e Engenharia Agrícola.

Ciências Agrárias, Agronomia, Fitotecnia, Mecanização agrícola.

Palavras-Chave: calda, componentes de rendimento, *Phaseolus vulgaris*, tecnologia de aplicação de agroquímicos.

Resumo

O objetivo com o trabalho foi verificar a influência do solvente na pulverização de agroquímicos em feijão (*Phaseolus vulgaris*). O delineamento experimental utilizado foi em blocos aleatorizados, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram no controle (sem aplicação de agroquímicos) e pulverização nas plantas de feijão com agroquímicos diluídos em água oriunda do poço artesiano da propriedade e tratada pelo sistema público. Concluiu-se que das 17 variáveis analisadas 15 apresentaram resultados superiores nas parcelas pulverizadas com agroquímicos em plantas de feijão em comparação com o tratamento controle. Em todas as avaliações foi indiferente a fonte do solvente empregado na calda da pulverização de agroquímicos no feijoeiro. Sendo assim, nas condições experimentais, pode-se utilizar água proveniente do poço artesiano e do sistema público.

Introdução

O feijão é um dos principais alimentos dos brasileiros. A produtividade pode ser reduzida por vários fatores. Dentre as estratégias no manejo integrado de organismos indesejados está o controle químico. Para o agroquímico ser pulverizado há diluição do produto em um solvente - sendo em sua maioria a água - formando a calda (FELEMA *et al.*, 2023).

Materiais e Métodos

O delineamento experimental empregado foi em blocos aleatorizado, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram no controle (sem aplicação de agroquímicos) e pulverização nas plantas de feijão com agroquímicos diluídos em água oriunda do poço artesiano da propriedade e tratada pelo sistema da SANEPAR®. As repetições possuem 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 realizado na Fazenda Escola Capão da Onça. O cultivar de feijão preto IPR Urutau® foi semeada em 13 de dezembro de 2022. As variáveis

analisadas foram: deficiências nutricionais da planta, controle de organismos indesejados (plantas daninhas, pragas e doenças), massa seca das plantas daninhas e os componentes de rendimento da cultura (população final, vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade). As aplicações foram realizadas por um pulverizador costal pressurizado por CO₂, com barra dotada de quatro pontas de pulverização TT 11002® espaçadas em 0,5 m. Para se obter 100 L ha⁻¹ pulverizou-se a velocidade de 2,17 m s⁻¹ e pressão de 200 kPa. As pulverizações sempre foram realizadas com velocidade do vento entre 03 e 10 km h⁻¹, UR acima de 60% e temperatura abaixo de 25 °C.

Resultados e Discussão

O controle de plantas daninhas ficou acima de 70%. As pragas que se notabilizaram foram vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*) e lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*). Os patógenos que se evidenciaram foram: antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*). Quanto ao solvente empregado nas pulverizações, foi indiferente a utilização de água do poço artesiano da Fazenda Escola Capão da Onça ou da rede pública sob a responsabilidade da Sanepar®.

Conclusão ou Conclusões

O não controle de organismos indesejados restringiram o desenvolvimento das plantas de feijão e produtividade, em comparação com os tratamentos pulverizados com agroquímicos. Em todas as variáveis analisadas foi indiferente a fonte do solvente empregado na calda da pulverização de agroquímicos no feijoeiro. Nas condições experimentais, pode-se utilizar água proveniente do poço artesiano e do sistema público.

Agradecimentos

À UEPG e Fundação Araucária.

FELEMA, S. *et al.* Optimal timing of fungicide applications on maize, soybean, and beans based on calendar and agrometeorological data. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v.01, n.13, p.1-13, 2023. <https://doi.org/10.1080/00288233.2023.2174562>

Anexo 2. CERTIFICADO EAIC



EAIC

XXXII Encontro Anual de Iniciação Científica
IX Encontro Anual de Iniciação Científica Jr.

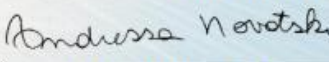
CERTIFICADO

Certificamos que o Trabalho: **SOLVENTES NA PULVERIZAÇÃO DE AGROQUÍMICOS EM FEIJÃO** foi apresentado em sessão presencial por **PEDRO MAIA ZENY**, sob a orientação do(a) Prof^(a) **LUIZ CLAUDIO GARCIA**, no XXXII Encontro Anual de Iniciação Científica e IX Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior, realizado de 24 a 26 de outubro de 2023, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Ponta Grossa, outubro de 2023.



Giovani Marino Favero
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação



Profª Drª Andressa Novatski
Coordenadora do XXXII EAIC e IX EAIC JR

REALIZAÇÃO: 

Pode ser visualizado em <https://sistemas.unesb.ac.gov.br/ufj/certificados/37b8fccc3a6d9879ac52e63e44b31dc> - Gerado em 01/12/2023 13:23