

Londrina, PR / Outubro, 2025

Tecnologia de aplicação de pesticidas



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária***

ISSN 2176-2937

Documentos 477

Outubro, 2025

Tecnologia de aplicação de pesticidas

Cleber Daniel de Goes Maciel

Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Rafael Theisen

Luiz Gustavo Henkemeier Bridi

Fernando Storniolo Adegas

Embrapa Soja

Londrina, PR

2025

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta
CEP 86065-981
Caixa Postal 4006
Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Embrapa Soja

Presidente

Roberta Aparecida Carnevali

Secretária-executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Adonis Moreira, Clara Beatriz Hoffmann-
Campo, Claudine Dinali Santos Seixas, Claudio
Guilherme Portela de Carvalho, Fernando
Augusto Henning, Leandro Eugênio Cardamone
Diniz, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria
Cristina Neves de Oliveira*

Edição executiva

Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Revisão de texto

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Marisa Yuri Horikawa

Foto da capa

RRRufino

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Tecnologia de aplicação de pesticidas / Cleber Daniel de Goes Maciel ... [et al.] –
Londrina : Embrapa Soja, 2025.

31 p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 477)

1. Pesticida. I. Maciel, Cleber Daniel de Goes. II. Gazziero, Dionísio Luiz Pisa. III.
Theisen, Rafael. IV. Bridi, Luiz Gustavo Henkemeier. V. Adegas, Fernando Storniolo. VI.
Series.

CDD 632.95 (21. ed.)

Autores

Cleber Daniel de Goes Maciel

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura, professor-adjunto da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Guarapuava, PR.

Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Rafael Theisen

Químico, mestre em Bioenergia, estudante de doutorado em Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Guarapuava, PR.

Luiz Gustavo Henkemeier Bridi

Engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, estudante de doutorado em Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Guarapuava, PR.

Fernando Storniolo Adegas

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Apresentação

O controle de pragas, doenças e plantas daninhas inicia-se com a realização do diagnóstico do problema e a emissão da receita agronômica. Além da escolha do produto mais indicado, a aplicação de qualquer pesticida exige equipamento em perfeitas condições de uso, boa regulagem, informações sobre condições climáticas e conhecimentos técnicos e científicos para que o alvo seja atingido, sem colocar em risco a segurança do homem e do ambiente.

A preocupação da Embrapa Soja e da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) com o tema Tecnologia de Aplicação tem resultado em parceria e cooperação das instituições, visando a orientação de técnicos, usuários e aplicadores de pesticidas, na mitigação dos problemas e das dificuldades encontradas em condições de campo.

Espera-se que as informações técnicas disponibilizadas nesta publicação “Tecnologia de Aplicação de Pesticidas” possam contribuir de forma assertiva para o uso responsável desses produtos.

Roberta Aparecida Carnevalli
Chefe-adjunta de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

Introdução	6
Critérios técnicos para aplicação de produtos fitossanitários	7
A calda e o momento da aplicação	9
Cobertura do alvo	12
Volume de aplicação	13
Espectro, tamanho de gotas e pontas de pulverização	15
Regulagem e calibração de pulverizadores	21
Misturas em tanque	23
Considerações finais	26
Referências	27

Introdução

Diversos fatores exercem influência direta e indireta sobre a tecnologia de aplicação de pesticidas, produtos biológicos e, de forma geral, de todos os produtos considerados fitossanitários. Nesse contexto, a qualidade da aplicação, a regulação e calibração de pulverizadores podem ser melhoradas com a adoção das inúmeras informações existentes, sobre as mais diversas metodologias. Atualmente, a sociedade exige que todos os que trabalham com agricultura adotem criteriosamente boas práticas no uso de produtos fitossanitários, visando a obtenção de resultados mais eficientes e seguros.

Os produtos fitossanitários, em sua grande maioria, são substâncias capazes de eliminar ou suprimir o desenvolvimento de pragas, doenças e plantas daninhas. Para que isso ocorra, vários processos complexos estão envolvidos na transferência do ingrediente ativo, desde a saída do pulverizador até a sua chegada no alvo (Velini et al., 2015). Dada a complexidade dos fatores que influenciam o processo de chegada das gotas no alvo e os detalhes dinâmicos das tecnologias de aplicação, há um aumento na probabilidade de perda dos ingredientes ativos. Caso o processo de transferência dos pesticidas entre o equipamento aplicador e o alvo não seja bem realizado, os resultados esperados podem produzir efeitos indesejados, com possível contaminação de culturas próximas, de corpos hídricos e até mesmo do aplicador.

A forma mais eficaz e imediata de controle de pragas em culturas é a aplicação de pesticidas via terrestre e/ou aérea. Para isso, procedimentos operacionais e equipamentos adequados são um dos pilares que sustentam as modernas técnicas de aplicações, as quais tem por objetivo atingir a maior eficiência nos tratamentos e causar menor impacto ambiental. A qualidade da aplicação, a escolha correta do produto, juntamente com as condições ambientais, são fatores decisivos que influenciam a eficácia da ação dos pesticidas. Desta forma, um equipamento sofisticado terá pouco valor se não for

operado de acordo com as especificações técnicas. Da mesma forma, não será possível executar todos os procedimentos operacionais, para garantir a segurança ambiental, caso os equipamentos disponíveis não ofereçam as condições necessárias (Schröder, 2007).

As técnicas de aplicação dos produtos fitossanitários não visam somente o melhor custo-benefício, mas também minimizar os riscos relacionados ao impacto ao ambiente e à qualidade da aplicação. Falhas devido à má regulagem e/ou conservação dos equipamentos são inadmissíveis. Portanto, o conceito de tecnologia de aplicação consiste na soma de todos os conhecimentos científicos e técnicos, que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação em outras áreas (Ferreira; Matuo, 2024). Além disso, características relacionadas ao produto fitossanitário, ao alvo biológico, ao equipamento aplicador e às condições meteorológicas, podem interferir no processo de aplicação. Desta forma, o sucesso do controle químico e/ou biológico depende da quantidade de ingrediente ativo que será depositada no alvo, determinada pela relação entre a dose teórica requerida e a real depositada, decorrente do uso correto da tecnologia disponível (Combella, 1981; Cunha et al., 2010; Raetano, 2019).

Critérios técnicos para aplicação de produtos fitossanitários

O equipamento de pulverização tem como função fracionar a calda dos produtos fitossanitários em gotas, direcionando e distribuindo sobre o alvo, com o mínimo de perdas. Nesse conceito, para obter o máximo de sucesso da aplicação, é fundamental que os critérios técnicos sejam seguidos como base na seleção, regulagem e calibração adequada dos equipamentos, assim como preservados os aspectos de limpeza e manutenção dos mesmos, para evitar risco de contaminação de pessoas e ambiente (Boller; Raetano, 2019).

A pulverização de um produto fitossanitário representa a divisão do líquido a ser aplicado em gotas (“processo de pulverização”), multiplicando o número de partículas (gotas) que carregam os ingredientes ativos em direção aos alvos da aplicação. Quanto menor o tamanho das gotas geradas, maior será o número de gotas disponíveis para uma determinada quantidade de líquido, ampliando a probabilidade de se atingir os alvos. No entanto, gotas menores aumentam o risco de perdas por deriva (Antuniassi, 2020).

Além da qualidade dos equipamentos que geram as gotas, alguns critérios básicos devem ser considerados para as diferentes modalidades de aplicação dos produtos fitossanitários, principalmente em relação à determinação correta do alvo a ser atingido, características do produto, momento da aplicação e às condições climáticas. Atualmente, a liberação no Brasil de cultivares com resistência a herbicidas como 2,4-D, dicamba e outros auxínicos tem justificado maior atenção para utilização de gotas maiores, adjuvantes específicos e condições adequadas de clima no momento da aplicação, visando evitar problemas de perdas por evaporação e deriva. Além disso, faz-se fundamental a lavagem e descontaminação adequadas dos pulverizadores após o uso de herbicidas auxínicos, visto que nas aplicações seguintes os resíduos desses produtos podem causar fitointoxicação em culturas sensíveis.

O alvo está relacionado ao local onde o ingrediente ativo deve ser depositado. No caso de herbicidas utilizados em pré-emergência, as plantas daninhas ainda não se encontram emergidas, essa condição determina a superfície do solo e/ou palhada como sendo o alvo. Em pós-emergência, o alvo corresponde a parte aérea da planta daninha.

Definido o alvo, a informação densidade de gotas a ser depositada sobre o mesmo passa a ser fundamental para adequação dos critérios e tecnologias a serem empregadas na aplicação por meio da pulverização. Nesse contexto, a definição do alvo está diretamente relacionada a classe e modo de ação do produto fitossanitário. Por exemplo, Antuniassi e Baio (2008), mencionaram que para herbicidas a cobertura mínima de 20 a 30 gotas cm^{-2} é indicada para aplicações

em pré-emergência e a de 30 a 40 gotas cm^{-2} para pós-emergência. Assim, as aplicações no solo requerem menor cobertura de gotas, ao contrário das aplicações em plantas daninhas já emergidas, que geralmente requerem maior cobertura de gotas, que será dependente dos diferentes estádios fenológicos das culturas, da variação dos índices de área foliar, que por consequência apresentam níveis de dificuldades distintos para serem atingidas.

Erros cometidos na tecnologia de aplicação podem impactar diretamente na evolução da resistência de pragas. Por outro lado, a tecnologia de aplicação pode auxiliar na preservação da eficácia dos produtos fitossanitários e redução da pressão de seleção. Prince et al. (2012) relataram que a aplicação de herbicida em plantas menores é a prática mais eficiente no manejo de plantas daninhas resistentes.

A calda e o momento da aplicação

A solução constituída por produtos fitossanitários e água é conhecida como calda. Apesar da facilidade do uso da água como diluente, essa associação pode influenciar nas características físico-químicas das soluções e resultar em problemas relacionados a tensão superficial e facilidade de evaporação, os quais podem ser minimizados com a adição de adjuvantes na calda de pulverização (Shiratsuchi; Fontes, 2002). Existem outras tecnologias que utilizam o próprio pesticida como a base de veículo da pulverização (Ultra Baixo Volume), assim como óleos minerais e vegetais, em especial óleo degomado, no caso da técnica do Baixo Volume Oleoso (BVO®), que são ativados ou não com solventes emulsificantes. Essas emulsões invertidas com base oleosa, formadas por óleo + emulsificante + pesticida + água, onde o óleo participa em 10 a 20 % do volume total, permitem aplicações aéreas de 5 a 10 L ha^{-1} e terrestres de 10 a 20 L ha^{-1} , utilizando gotas finas ($\leq 150 \mu\text{m}$), homogêneas e com baixo potencial de evaporação (Monteiro, 2007).

O momento da aplicação dos produtos fitossanitários está relacionado com a condição da praga, resultando em estratégias dependentes do desenvolvimento do alvo e da cultura, sendo que a tomada de decisão é estabelecida a partir do nível de dano econômico. Nesse contexto, temos como exemplo as plantas daninhas que demandam monitoramento e planejamento estratégico para que os herbicidas permitam a manutenção das culturas livres da interferência durante o período crítico de prevenção (PCPI). Além do estágio da planta daninha, a fase fenológica da cultura também deve ser considerada em relação ao momento adequado para aplicar o herbicida. Como exemplo, pode ser citado que a quantidade e uniformidade da deposição da calda de pulverização nas plantas de soja e plantas daninhas reduzem progressivamente com o desenvolvimento da cultura e infestação, sugerindo que a maior garantia de eficiência de controle pode ser conseguida com aplicações precoces (Gazziero et al., 2006; Souza et al., 2007; Helvig, 2018).

O momento da aplicação é influenciado pelas condições ambientais nas diversas etapas da interação pesticida-planta (interceptação, absorção e translocação do produto), resultando em efeito positivo ou negativo nessas interações. Assim, é fundamental o monitoramento das condições ambientais nas aplicações antes de iniciar, continuar ou paralisar uma operação, pois estão diretamente relacionadas com a eficácia e risco de perda do produto aplicado.

As situações adequadas para a aplicação se enquadram na faixa de velocidade do vento de 3,2 a de 6,5 km h⁻¹, com umidade relativa do ar mínima de 55% e temperatura do ar máxima de 30°C (Cunha et al., 2016). Em condições mais próximas dos limites citados, principalmente para os herbicidas, torna-se ainda mais importante a necessidade da adoção de tecnologias mais seguras quanto ao risco de perdas das gotas pulverizadas por evaporação ou deriva. Segundo Matthews (2000), o tempo de vida de uma gota, em sua trajetória entre a ponta de pulverização e o alvo biológico, dependendo do seu tamanho, é até três vezes maior quando a aplicação é realizada a 20°C e 80% de umidade relativa do ar, em relação a 30°C e 50%, respectivamente. Neste raciocínio, a tomada de decisão na escolha

da técnica mais segura deve considerar às condições climáticas, onde a escolha do tamanho de gota deve ser ajustada dentro dos limites de cada situação. Exemplificando, visando o menor risco de perdas por deriva, na prática existirá situação com umidade e temperatura que permitem a escolha de gotas finas, mas que preventivamente pode ser mais assertivo a escolha de gotas maiores (médias), assim como situações em que será necessária adoção de gotas maiores (grossas a muito grossas).

Situações em que o vento estiver ocorrendo na direção de áreas vizinhas com culturas sensíveis ao produto aplicado, ou na presença de humanos, criações, cursos ou reservatórios de água, entre outras condições com risco de contaminação, também devem ser observadas e evitadas. Em contrapartida, Antuniassi et al. (2017) destacaram que a ausência de vento também pode ser prejudicial para a deposição de pequenas gotas, devido a chance de ocorrer inversões térmicas ou correntes de ar quente ascendente, denominadas de correntes de convecção. Esses fenômenos ocorrem em manhãs muito frias e de céu sem nuvens, típicas de inverno, e/ou em tardes muito quentes ou mesmo a noite. Na prática, deve-se priorizar aplicações nos horários com vento leve (brisa), sendo o início da manhã e final da tarde os períodos em que normalmente a umidade relativa do ar é mais elevada e a temperatura do ar é menor, sendo estes intervalos considerados os mais adequados para as aplicações.

O horário da aplicação também pode influenciar positiva ou negativamente a eficácia dos produtos fitossanitários. Aplicações noturnas têm sido utilizadas para se aproveitar uma maior umidade relativa do ar, menor temperatura e ventos adequados, e assim por consequência, redução de perdas por deriva e evaporação. Embora à noite predominarem condições climáticas favoráveis a aplicação, com oportunidade de utilização de gotas mais finas, ainda assim deve ser considerada a possibilidade de ocorrência de inversão térmica e de limitações técnicas relativas aos próprios produtos, no que se refere a eficiência e velocidade de absorção/penetração nas situações de ausência de luz ou baixas temperaturas (Antuniassi, 2020). Portanto, antes de optar pela aplicação noturna é preciso analisar a prescrição na

bula, pois para alguns produtos fitossanitário, tais como os herbicidas dicamba e amônio-glufosinato, existe a recomendação para que não sejam aplicados a noite e em períodos de baixa luminosidade (nevoeiro ou neblina), respectivamente (Agrofit, 2003).

A presença de orvalho nas folhas assim como o estresse hídrico, também pode determinar a maior ou menor permeabilidade da cutícula das plantas e, como consequência, interferir nos processos de absorção e penetração dos pesticidas. A ocorrência de chuvas logo após a aplicação deve ser considerada um risco e está relacionado com as características dos pesticidas. O intervalo de tempo mínimo necessário para penetração e absorção do ingrediente ativo é variável com o produto. Chuva após a aplicação pode significar a lavagem do composto da folha e, conseqüentemente, resultar em perda da eficácia.

Cobertura do alvo

A cobertura corresponde à porção da superfície do alvo coberta pela calda após a aplicação. Portanto, é influenciada diretamente pela quantidade (densidade) de gotas captadas e a distribuição das mesmas sobre o alvo. Para entender a relação entre os principais fatores que afetam a cobertura com intuito de manejá-los para maior qualidade da aplicação, a fórmula proposta por Courshee (1967) é comumente utilizada:

$$C = 15 \frac{VRK^2}{AD} \quad (1)$$

Onde:

C = cobertura (% da área);

V = Volume de calda ou taxa de aplicação (L ha);

R = taxa de recuperação (% do volume aplicado captado pelo alvo);

K = fator de espalhamento das gotas

A = superfície vegetal em um hectare;

D = diâmetro das gotas.

Na equação de Courshee (1967), verifica-se que o volume de calda, a taxa de recuperação e o fator de espalhamento das gotas se encontram no numerador, constituindo relação direta com a cobertura, ao contrário do diâmetro da gota e superfície vegetal, que são inversamente proporcionais à mesma. Portanto, o volume de calda e o diâmetro das gotas são fundamentais, principalmente para a seleção e utilização de equipamentos, especialmente as pontas e os pulverizadores. Quando fixado os demais fatores, volumes maiores ou gotas menores tendem a proporcionar maiores coberturas e vice-versa. A taxa de recuperação será maior se as técnicas utilizadas e fatores envolvidos favorecerem a captação das gotas pelo alvo e a redução de perdas. O fator de espalhamento pode ser influenciado pelas características do alvo, da calda e do produto. Superfícies de plantas mais cerosas ou pilosas contribuem para o menor espalhamento da gota quando o veículo utilizado é a água. As formulações dos produtos fitossanitários, os seus constituintes ou aditivos adicionados no tanque podem aumentar o espalhamento da gota em virtude da redução da tensão superficial, aumentando a cobertura e a área de contato com a superfície do alvo.

Volume de aplicação

Outro fator relacionado a qualidade de aplicação e que pode ser adequado dependendo do objetivo, é o volume de calda ou taxa de aplicação. Essa variável afeta o deslocamento da gota até o alvo, e tem relação com a eficiência dos produtos fitossanitários por interferir na qualidade da deposição e/ou mesmo dinâmica e capacidade de penetração das gotas no dossel. O volume aplicado é resultado da vazão das pontas de pulverização, da faixa aplicada e da velocidade de deslocamento do pulverizador. Desta forma, deve ser ajustado sempre com o objetivo de obtenção da densidade de gotas adequada ao alvo e das menores perdas por deriva.

Atualmente, visando a redução de custo com as aplicações, é comum a busca pela redução no volume de calda para diminuir o consumo de água, implicando em menor necessidade de reabastecimentos do pulverizador e maior rendimento da operação. A maior capacidade operacional também favorece a economia de tempo frente à necessidade de aplicação em grandes áreas de cultivo, as limitações climáticas e ao momento adequado da aplicação. Nesse sentido, pode-se considerar que aplicações com baixos volumes são complexas e normalmente de maior grau de dificuldade. Antunias et al. (2017) ressaltaram como problemas potenciais resultante da aplicação com volumes reduzidos a degradação da qualidade da aplicação, devido à redução no número de gotas, uso de maior velocidade e maior ocorrência de oscilação de barra, assim como maior dificuldade de realizar as misturas em tanque e se tornar mais dependente das condições meteorológicas.

Em contrapartida, o aumento na taxa de aplicação pode causar escorrimento e a sua redução pode exigir gotas menores para que a cobertura do alvo seja adequada, o que também implica em risco de perda por deriva e evaporação, principalmente em condições climáticas adversas. Portanto, definir o volume de calda não é a única medida a ser tomada, devendo-se considerar os demais fatores e critérios técnicos que interferem na qualidade da aplicação. Nessas situações, não só o volume de aplicação, mas outros fatores como tamanho de gota, modelo de ponta de pulverização, características do alvo, entre outros, podem contribuir para o incremento ou diminuição da quantidade de calda depositada nas plantas.

A quantidade de água utilizada na aplicação pode variar com o produto e o equipamento, sendo que produtos de ação de contato geralmente necessitam de maior cobertura do alvo que os sistêmicos, e assim maior volume de calda. Gazziero (2015), em estudo realizado com produtores de soja no Brasil, constatou que 55% dos entrevistados utilizavam taxa de aplicações de misturas em tanque de herbicidas com pulverizadores terrestres variando de 100 a 180 L ha⁻¹, assim como aqueles que faziam uso de mais de 180 L ha⁻¹ e menos que 100 L ha⁻¹ representavam 26% e 18% dos casos, respectivamente.

Nessa pesquisa as aplicações aéreas constituíram 42% dos casos, sendo utilizado de 10 a 20 L ha⁻¹. Mais recentemente, Antuniassi et al. (2021) divulgaram alguns valores operacionais médios de mercado relacionados aos tratamentos fitossanitários que indicam variação nos volumes de calda de 200 a 400 L ha⁻¹, 5 a 10 L ha⁻¹, 50 a 200 L ha⁻¹ e 2 a 30 L ha⁻¹, respectivamente, para as modalidades de aplicação costal, drone, pulverizador terrestre e avião.

Espectro, tamanho de gotas e pontas de pulverização

Em um sistema de pulverização, o tamanho da gota está intrinsecamente relacionado com a qualidade da aplicação e, portanto, é fundamental para definição do conjunto de tecnologias a serem utilizadas, entre as quais, se destacam aquelas relacionadas à ponta de pulverização. O diâmetro, em micrômetro (µm), é a medida mais utilizada para o tamanho da gota. Para as pulverizações agrícolas, essa informação é comumente expressa a partir do diâmetro mediano volumétrico (DMV) ou classe de tamanho de gotas (Tabela 1). O DMV significa o diâmetro da gota que divide a massa de gotas pulverizadas em duas partes iguais, assim como o diâmetro mediano numérico (DMN), o qual divide em duas porções iguais o número de gotas totais formadas, conforme ilustrado na Figura 1.

Apesar do uso comum do DMV, essa informação possui limitações por causa das variações resultantes de métodos e condições diferentes de avaliação para sua obtenção. Ainda assim, a classe de tamanho de gotas é baseada nas especificações rígidas inicialmente estabelecidas em 1985 na Inglaterra pela *British Crop Protection Council* (BCPC) e de acordo com a classificação criada pela *American Society of Agricultural and Biological Engineers* (ASABE) em 1999, a qual padronizou os limites em uma série de pontas de pulverização de referência e com pressões operacionais definidas, estabelecendo o padrão ASABE S572, com seis tamanho de gotas (VF, F, M, C, VC e XC). Em 2009, a norma foi revisada e atualizada para uma nova

versão ASABE S572.1, sendo adicionadas mais duas classes de tamanho de gotículas, totalizando oito classes (XF, VF, F, M, C, VC, XC e UC) (Tabela 1). Para que não haja confusão, é importante salientar que a cor da ponta de pulverização segue codificação relativa à vazão a uma determinada pressão.

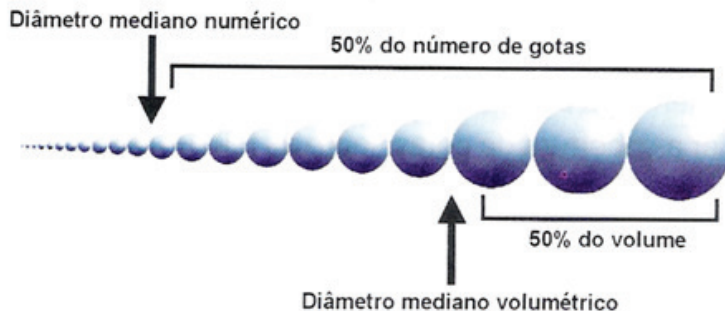


Figura 1. Ilustração do estabelecimento dos parâmetros diâmetro mediano volumétrico (DMV) e diâmetro mediano numérico (DMN) dentro de um espectro de gotas pulverizadas.

Fonte: adaptado de Maciel et al. (2022)

Em 2018, a *International Organization for Standardization* (ISO) desenvolveu uma nova padronização internacional para as faixas de classificação de tamanhos de gotas, com o objetivo de melhor distribuir os limites de classificação, publicando a norma ISO 25358 (International Organization for Standardization, 2018). Com o surgimento dessa nova regulamentação internacional, em 2020 a ASABE também revisou sua norma de classificação do tamanho das gotas para ASABE S572.3, visando alinhar ao novo padrão atualizado da ISO 25358 (American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2020). Portanto, os novos dados de tamanho de gotas dos catálogos de pontas dos fabricantes deverão ser atualizados para esse novo padrão de classificação da ASABE S572.3. Vale ressaltar que, as mudanças das classes dos tamanhos de gotas foram realizadas somente nos limites entre as faixas C/VC, VC/XC e XC/UC. Diante dessa atualização, quando se faz a comparação entre as normas da ASABE S572.1 e ISO 25358/ASABE S 572.3 é possível observar que para o fabricante Teejet as cores de classes de gotas C e VC foram invertidas (Figura 2).

Tabela 1. Classes de tamanho de gotas, conforme a norma ASABE S572.1 (American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009).

Classe da pulverização	Símbolo	Cor	DMV Aproximado (Norma ASAE)	DMV (Norma BCPC)	PRD (Norma BCPC)
Extremamente Fina	XF	Roxo	< 60 µm	- - -	- - -
Muito Fina	VF	Vermelha	60 - 145 µm	< 119 µm	> 57%
Fina	F	Laranja	145 - 225 µm	119 - 216 µm	20 - 57%
Média	M	Amarela	226 - 325 µm	217 - 352 µm	5,7 - 20%
Grossa	C	Azul	326 - 400 µm	354 - 464 µm	2,9 - 5,7%
Muito Grossa	VC	Verde	401 - 500 µm	> 464 µm	< 2,9%
Extremamente Grossa	XC	Branca	501 - 650 µm	- - -	- - -
Ultra Grossa	UC	Preta	> 650 µm	- - -	- - -

PRD = Potencial de Risco de Deriva (%).

Código de Cores Asabe S572.1

XF	VF	F	M	C	VC	XC	UC
EXTREMAMENTE FINA	MUITO FINA	FINA	MÉDIA	GROSSA	MUITO GROSSA	EXTREMAMENTE GROSSA	ULTRA GROSSA

(ASABE, 2009)

Código de Cores ISO 25358/ ASABE S572.3

XF	VF	F	M	C	VC	XC	UC
EXTREMAMENTE FINA	MUITO FINA	FINA	MÉDIA	GROSSA	MUITO GROSSA	EXTREMAMENTE GROSSA	ULTRA GROSSA

(ISO, 2018/ ASABE, 2020)

Figura 2. Classes de tamanho de gotas e inversão das cores das pontas de pulverização estabelecidas pelas normas ASABE S572.1 (American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009) e ISO 24358/ASABE S572.3 (American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2020).

Fonte: adaptado de Teejet Technologies (2023).

Na maioria das vezes, as pontas de pulverização são os componentes que menos recebem atenção pelo produtor, vindo a comprometer a qualidade da aplicação. É um dos principais componentes do pulverizador, por permitir o fracionamento da calda determinando a vazão, a distribuição e o tamanho das gotas, mas o modelo da ponta de pulverização pode afetar essas três características. Em geral, os tipos básicos de pontas de pulverização são classificados em função do tipo de jato formado: plano, plano duplo, cônico vazio ou cheio, sendo que existem variações de projetos resultando em vários modelos no mercado.

A variação da pressão para uma mesma ponta de pulverização também interfere nesse processo, pois quanto maior a pressão, maior a vazão e maior o fracionamento da calda, ocorrendo a redução no tamanho das gotas. Entretanto, para alterar a classe de tamanho de gotas, muitas vezes trocar a ponta de pulverização em razão do seu tamanho (vazão) ou modelo é mais efetivo do que depender da

variação da pressão dentro do limite recomendado de uma mesma ponta de pulverização. Costa et al. (2007) constataram que a mudança do tipo de ponta de pulverização pode reduzir a deriva de maneira mais eficaz que a diminuição da pressão com a mesma ponta.

O potencial de perdas por deriva e evaporação pode ser minimizado mesmo quando é necessário utilizar pontas para baixa vazão nas aplicações, selecionando-se modelos que produzem gotas maiores e menor porcentagem de gotas pequenas. Na Figura 3, é possível observar a variação de DMVs produzidos por pontas de igual vazão (tamanho 11003) mas de diferentes modelos, que são capazes de produzir espectro de tamanho de gota desde a muito fina até à extremamente grossa. Enquanto a possibilidade de derivar diminui quando as gotas se tornam maiores, o número de gotas disponíveis pode levar a uma cobertura menos uniforme. É importante ressaltar que, para compensar a desvantagem da redução da cobertura do alvo em função do aumento do tamanho das gotas, o ideal é utilizar a faixa de pressão ótima especificada pelos fabricantes para cada modelo de ponta.

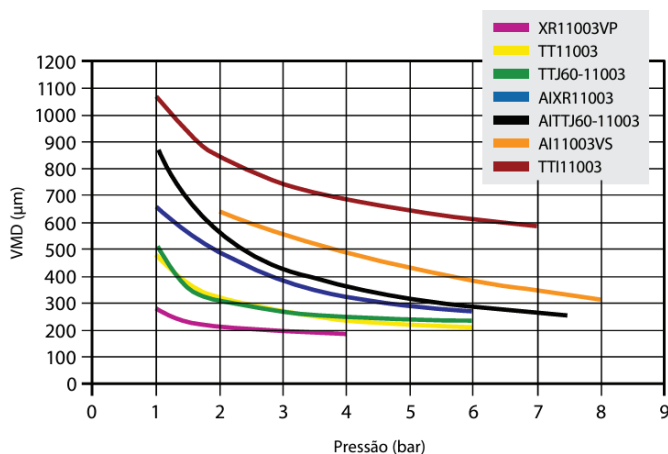


Figura 3. Diâmetros medianos volumétricos (VMD) de gotas produzidas em relação à pressão de trabalho, segundo critérios da ASABE S572.1 (American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009).

Fonte: Teejet Technologies (2014).

Aplicações com menores pressões, pontas de pulverização específicas e outras tecnologias, além de condições operacionais que contribuam para gotas de maior tamanho, têm sido consideradas mais seguras no que se refere à diminuição do risco de perdas por deriva nas aplicações, principalmente para herbicidas auxínicos, tais como 2,4-D, dicamba e triclopyr. Atualmente, devido ao aumento de registros de danos em culturas sensíveis nas últimas safras causados pela falta de adoção de boas práticas em tecnologia de aplicação dos herbicidas supracitados, o uso de pontas de pulverização com gotas classificadas como grossas ou extremamente grossa passou a ser uma recomendação obrigatória por parte das empresas fabricantes e órgãos fiscalizadores. Entretanto, dependendo da espécie de planta daninha, o maior tamanho de gotas associado aos outros aspectos técnicos envolvidos na aplicação pode resultar em interferência na eficácia biológica desses produtos, como é o caso dos herbicidas que possuem baixa sistematicidade. Portanto, deve-se sempre considerar o alvo a ser atingido, o produto a ser utilizado e os demais fatores que interferem na aplicação.

Armstrong-Cho et al. (2008), comparando os modelos de pontas de pulverização: jato plano TeeJet XR8002; jato plano duplo Lurmark Twin Cap com duas pontas XR8001 e jato plano de indução de ar ABJ11002, em estudos a campo e laboratório, revelaram que a qualidade da calda aplicada não influenciou o desempenho dos fungicidas no controle da queima da *Ascochyta*, independentemente da severidade da doença e cultivar de grão-de-bico. Em complemento, os pesquisadores observaram não ter ocorrido diferenças significativas na deposição da aplicação entre as tecnologias, independentemente da arquitetura das plantas-alvo. Com base nessas informações, os pesquisadores concluíram ser mais apropriado recomendar a aplicação de fungicidas na cultura do grão-de-bico com tecnologias de gotas grossas, por reduzirem o potencial de deriva da calda sem afetar a eficácia dos tratamentos.

Outro componente importante dos bicos de pulverização são os filtros que devem ter suas malhas verificadas em função do modelo de ponta e formulação/mistura dos pesticidas a serem utilizados.

De acordo com o fabricante, dependendo do modelo e tamanho da ponta de pulverização, existem recomendações de malhas de filtro específicas. Malhas 80 ou 100 devem ser evitadas para formulações pó molhável (PM) ou suspensão concentrada (SC), para evitar retenção de produtos pelo filtro ou necessidade de maior frequência de limpeza. Em geral, a malha 50 é adequada para a maioria das situações, mas a verificação da malha em função do produto ou ponta é sempre recomendada.

Regulagem e calibração de pulverizadores

A regulagem e a calibração dos pulverizadores são procedimentos fundamentais para a correta aplicação dos pesticidas. A regulagem tem por objetivo obter a capacidade operacional adequada das máquinas aplicadoras em relação ao tempo disponível e ao tamanho da área e ajustam-se as mesmas para realizar as aplicações, sempre visando máxima eficiência e mínimo de perdas nos tratamentos. Na maioria das vezes, a calibração é confundida com regulagem, sendo que sua função é aferir o desempenho de um pulverizador para certificar que esteja efetivamente distribuindo o volume de calda desejado, nas condições de trabalho onde irá operar, considerando ajustes finos da vazão, visando obter a aplicação do volume desejado (Raetano; Boller, 2019).

Entre os principais itens checados nas regulagens de pulverizadores destacam-se a a velocidade operacional, o volume de aplicação, a classe de tamanho das gotas por meio da seleção das pontas de pulverização, a pressão de pulverização, o espaçamento entre os bicos, assim como a altura da barra em relação ao alvo.

De forma geral, quando pulverizadores são inspecionados a campo, os resultados demonstram que muitos equipamentos se

encontram com erros significativos na calibração da taxa de aplicação. Esse fato é muito importante, pois demonstra que não basta que a melhor técnica seja utilizada, mas é necessário que essa técnica seja utilizada de maneira adequada e precisa. Nesse contexto, é fundamental o treinamento adequado de calibração para operadores e técnicos, para que se possa evitar erros que compromete a viabilidade da performance de aplicação.

Ao verificar o funcionamento da máquina, é importante inicialmente avaliar se existe eventuais vazamentos, assim como se estão funcionando de maneira satisfatória os componentes: regulador de pressão, bomba, filtros, conectores, etc. Além disso, também é importante verificar se foi realizada a limpeza dos filtros e outros reparos necessários para o bom funcionamento do pulverizador.

Na sequência da calibragem, outro fator que interfere na regulação do pulverizador e deve ser observado é o espaçamento entre as pontas, normalmente entre 40 ou 50 cm, que deve ser uniforme e com pontas do mesmo modelo. O próximo passo é avaliar a uniformidade de vazão entre as pontas, a qual pode ser realizada com uma pressão pré-definida, utilizando um kit manômetro direto na ponta, para facilitar a checagem da vazão esperada de todas as pontas, onde o ideal é obter um coeficiente de variação inferior a 10% entre a vazão máxima e mínima do conjunto, do contrário o conjunto de pontas deverá ser substituído. Posteriormente, ainda se faz necessário checar a altura ideal de trabalho da barra em relação ao alvo, sendo fundamental consultar a tabela do fabricante da ponta em uso, e verificar qual a relação ideal entre espaçamento e altura de trabalho.

Após realizada a checagem dos itens supracitados é possível então calcular a média dessas vazões, determinando o volume de pulverização aplicado nessas condições. A válvula e reguladora de pressão também pode ser ajustada para obtenção de um volume de aplicação o mais próximo possível daquele desejado. Nos equipamentos com computador de bordo, o volume pode ser ajustado no painel de controle.

A manutenção, regulação e calibração das máquinas agrícolas devem ter atenção especial nas rotinas de pulverização à campo. Há de ressaltar que a mão-de-obra envolvida no processo também é fator primordial para a qualidade das aplicações dos produtos fitossanitários. Não é raro constatar, que normalmente maior atenção tem sido dada às condições operacionais e ao contrário do grau de instrução e preparo dos trabalhadores responsáveis pela pulverização (Sichocki, 2013).

Misturas em tanque

A mistura em tanque nada mais é do que uso de dois ou mais produtos fitossanitários no mesmo pulverizador, imediatamente antes da aplicação. As misturas são realizadas com o objetivo de solucionar problemas fitossanitários que interferem na produtividade e na qualidade dos produtos agrícolas. Algumas marcas comerciais registradas no Brasil se referem a misturas prontas, envolvendo diferentes ingredientes ativos, formuladas com o objetivo de ampliar o espectro de ação dos produtos isolados. Porém, sabidamente não são suficientes para solucionar a diversidade de problemas em um país da extensão do Brasil.

De forma geral, é comum na maioria das culturas a ocorrência de plantas daninhas, doenças e insetos pragas, ao mesmo tempo e no mesmo talhão. Os pesticidas utilizados nos programas de manejo fitossanitário não têm espectro de ação capaz de controlar o conjunto de problemas, levando os agricultores a realizar o uso de diferentes moléculas, normalmente de uma só vez. Nesse contexto, as misturas em tanque de agrotóxicos tornaram-se uma prática comum no Brasil, e também polêmica. Em abril de 1985, por orientação do Ministério da Agricultura e Pecuária, todas as recomendações sobre mistura em tanque foram retiradas das instruções de uso dos rótulos e bulas. Assim nenhuma recomendação de associação de produtos no

momento da aplicação poderia ser realizada, pois qualquer produto somente seria recomendado se atendidas as informações constates dos rótulos e bulas. Entretanto, voltaram a ser permitidas no período de 1995 a 2000. A partir deste período as recomendações de misturas foram novamente proibidas, até que em 11 de outubro de 2018 foi publicada a Instrução Normativa nº 40, do Ministério da Agricultura e Pecuária, permitindo a emissão de receitas para as misturas em tanque, desde que assinadas por um engenheiro agrônomo (Brasil, 2018).

Gazziero (2015) publicou um trabalho conduzido com o objetivo de verificar a qualidade da tecnologia de aplicação nas práticas adotadas em propriedades agrícolas brasileiras e em relação ao uso de misturas em tanque. O levantamento mostrou que 97% dos entrevistados adotam essa prática. Nessa pesquisa foi registrado que 56,8% das aplicações estavam sendo realizadas com dois a três produtos, enquanto em 95% das vezes até cinco produtos em uma única aplicação. Além disso, também foi registrado informações sobre o uso de mais de sete produtos por pulverização. O estudo concluiu ainda que os agrotóxicos utilizados no manejo fitossanitário envolvem combinações de inseticidas, fungicidas, herbicidas, adubo foliar e outras classes de produtos que normalmente são misturados diretamente no tanque e algumas vezes pré-misturados. A adoção da prática de mistura em tanque pode propiciar vantagens como economia de tempo, mão de obra, água, óleo diesel, agilidade nas operações, facilidade de manejo da cultura e diminuição da compactação do solo. De forma contrária, as desvantagens envolvem problemas como a dificuldade de dissolver os produtos misturados, aumento da fitotoxicidade, excesso de formação de espuma, entupimento de bicos e decantação (precipitação) de produtos no tanque, incompatibilidades física e química, floculação, decantação e formação de grânulos ou pastas, aderência de produtos nas paredes, filtros e mangueiras do pulverizador.

As misturas podem resultar em efeitos sinérgicos, potencializando os resultados, aditivos, no qual não haverá nenhuma interferência na atividade dos produtos ou antagônicos, quando um produto interfere

negativamente sobre outro. A incompatibilidade nas misturas pode ser física, quando aparecem fases distintas, formação de flocos e grumos, ou mesmo incompatibilidade química, quando as associações que alteram negativamente a eficácia dos produtos, reduzindo seus efeitos, quando comparada aos produtos aplicados isoladamente. Entre outros cuidados para se evitar problemas de incompatibilidade nas misturas em tanque destacam-se como fundamental conhecer sobre a qualidade da água, principalmente aspectos relacionados a dureza, condições de temperatura no momento do preparo calda e manutenção da agitação constante no tanque dos pulverizadores. Volumes de calda acima 100 L ha^{-1} são adequados na maioria dos procedimentos de misturas, especialmente quando se utilizar três ou mais produtos. Além disso, armazenar a mistura por muitas horas pode comprometer a estabilidade da calda e a eficácia dos ingredientes ativos uma vez que estão sujeitas à degradação por meio do processo de hidrólise, onde o pH exerce grande influência (Raetano; Chechetto, 2019; Gazziero et al., 2021; Oliveira et al., 2021).

Incompatibilidades das misturas em tanque também podem estarem relacionadas a ordem como os produtos são acrescentados na mistura. De forma geral, são sugeridos os seguintes passos para reduzir os problemas: • Passo 1: Encha o tanque com água em até 2/3 do volume a ser aplicado; • Passo 2: Inicie o processo de agitação e o mantenha até o final; • Passo 3: Adicione os condicionadores de água (agentes sequestrantes, acidificantes e tamponantes), agentes redutores de deriva, agentes antiespumante e de compatibilidade (caso a adição seja necessária); • Passo 4: Adicione os pós molháveis (WP); • Passo 5: Adicione os produtos granulados, granulados dispersíveis em água (WG) e granulados solúveis em água (SG). É sempre recomendável a realização da pré-mistura indicada nas bulas; • Passo 6: Adicione as suspensões concentradas (SC); • Passo 7: Adicione as concentradas solúveis (SL); • Passo 8: Adicione os concentrados emulsionáveis (EC); • Passo 9: Adicione os demais adjuvantes (caso a adição seja necessária); • Passo 10: Adicione fertilizantes foliares (caso a adição seja necessária); • Passo 11: Adicione o restante da água necessária. Quanto aos adjuvantes e

fertilizantes foliares, existem inúmeras opções oferecidas, pouca informação da composição, doses, desconhecimento de suas formulações e do risco de incompatibilidade (Gazziero et al., 2021; Oliveira et al., 2021).

Para validar as informações disponíveis e buscar maior segurança, sugere-se a o teste da jarra que nada mais é do que a realização da mistura em menor escala. Ou seja, utilizando um volume pequeno dos produtos, permitindo que as incompatibilidades sejam identificadas previamente à mistura no tanque. Para realizar o teste da jarra, siga os passos: • Passo 1: Escolha um recipiente transparente e com tampa que tenha volume suficiente para o preparo de 1 litro de calda e adicione 2/3 do volume de água. É recomendável que a fonte de água utilizada no teste da jarra seja a mesma que será utilizada na preparação da calda. • Passo 2: Adicione os condicionadores de água (agentes sequestrantes, acidificantes e tamponantes), o agente redutor de deriva, antiespumante e de compatibilidade. • Passo 3: Adicione as formulações no recipiente seguindo a ordem descrita em “ordem de mistura”, respeitando as concentrações dos produtos (Gazziero et al., 2021; Oliveira et al., 2021).

As informações aqui apresentadas referem-se as misturas em tanque de produtos fitossanitários, principalmente relacionados aos herbicidas, fungicidas e inseticidas. As misturas envolvendo produtos biológicos só deverão ser realizadas se houver estudos específicos que comprovem a possibilidade.

Considerações finais

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários interfere em vários processos que ocorrem antes, durante e após a aplicação, os quais podem influenciar na eficiência e segurança da produção de alimentos. As decisões tomadas com base em critérios técnicos de boas práticas agrícolas relativas ao equipamento, momento da aplicação, condição climática, alvo e produtos irão impactar principalmente no processo de geração da gota e sua trajetória até o alvo. Portanto, quanto melhor a qualidade da aplicação, maior a eficácia biológica dos produtos fitossanitários, e a segurança ao meio ambiente.

Referências

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. c2003. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 19 set. 2025.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **Standard S-572.1**: Spray nozzle classification by droplet spectra. St. Joseph, Michigan, 2009. Disponível em: <https://www.asabe.org>. Acesso em: 25 jan. 2024.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **Standard S-572.3**: Spray nozzle classification by droplet spectra. St. Joseph, Michigan, 2020. Disponível em: <https://www.asabe.org>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para a cultura do algodão. In: BELOT, J. L.; VILELA, P. M. C. A. (ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. Cuiabá: IMAmt; Ampa, 2020. p.194-203.

ANTUNIASI, U. R.; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p.173-212.

ANTUNIASI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. **Entendendo a tecnologia de aplicação**. Botucatu: FEPAF, 2017. 52 p.

ANTUNIASI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. Proteção química da lavoura. **Informe Agropecuário**, v. 42, n. 315, p. 83-94, 2021.

ARMSTRONG-CHO, C.; CHONGO, G.; WOLF, T.; HOGG, T.; JOHNSON, E.; BANNIZA, S. The effect of spray quality on Ascochyta blight control in chickpea. **Crop Protection**, v. 27, n. 5, p. 700-709, 2008.

BOLLER, W.; RAETANO, C. G. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: ANTUNIASI, U. R.; BOLLER, W. (ed.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p.51-82.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1, n. 198, p. 3, 15 out. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45173700/do1-2018-10-15-instrucao-normativa-n-40-de-11-de-outubro-de-2018-45173522. Acesso em: 19 set. 2025.

COMBELLACK, J.H. The problems involved in improving spraying efficiency. **Australian Weeds**, v. 1, n. 2, p. 13-17, 1981.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. 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.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D. C. (ed). **Fungicide: an advanced treatise**. New York, Academic Press, 1967. p. 239-286.

CUNHA, J. P. A. R.; PEREIRA, J. N. P.; BARBOSA, L. A.; SILVA, C. R. Pesticide application windows in the region of Uberlândia-MG. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 2, p. 403-411, 2016.

CUNHA, J. P. A. R.; SILVA, L. L. D.; BOLLER, W.; RODRIGUES, J. F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010.

FERREIRA, M. da C.; MATUO, T. **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários: fundamentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2024. 275 p.

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

GAZZIERO, D. L. P.; MACIEL, C. D. G.; SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PRETE, C. E. C.; OLIVEIRA NETO, W. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2006.

GAZZIERO, D. L. P.; OLIVEIRA, R. B. de; OVEJERO, R. F. L.; BARBOSA, H. N.; PRECIPITO, L. M. B. **Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 23 p. (Embrapa Soja. Documentos, 437).

HELVIG, E. O. **Períodos de interferência de plantas daninhas, seletividade de misturas em tanque de herbicidas e tecnologia de aplicação na cultura do milho**. 2018. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 25358:2018**: Crop protection equipment - droplet-size spectra from atomizers - Measurement and classification. Geneva, 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/66412.html>. Acesso em: 25 jan. 2024.

MACIEL, C. D. G.; COSTA, A. G. F.; SOFIATTI, V. Tecnologia de aplicação de herbicidas e sua dissipação no ambiente. In: MENDES, K. F.; INOUE, M. H.; TORNISIELO, V. L. (ed.). **Herbicidas no ambiente: comportamento e destino**. Viçosa: UFV, 2022. p. 266-282.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 3rd ed. London: Willey-Blackwell, 2000. 448 p.

MONTEIRO, M. V. Fatores de sucesso no sistema BVO® - baixo volume oleoso. In: BORGES, L. D. (ed.) **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas II**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p. 129-137.

OLIVEIRA, R. B. de; GAZZIERO, D. L. P.; TAVARES, A. A. C.; OLIVEIRA, J. V. de; BRESSAN, M.; BARROSO, A. A. M. Formulações e misturas de herbicidas em tanque. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (org.). **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. [Jaboticabal: Fábrica da palavra, 2021]. p. 205-252.

PRINCE, J. M.; SHAW, D. R.; GIVENS, W. A.; OWEN, M.; WELLER, S. C.; YOUNG, B. G.; WILSON, R. G.; JORDAN, D. Benenchmark study: IV. Survey of grower practices for managing glyphosate-resistant weed populations. **Weed Technology**, v. 26, n. 3, p. 543-548, 2012.

RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASI, U. R.; BOLLER, W. (ed.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p.15-26.

RAETANO, C. G.; BOLLER, W. Regulagem e calibração de pulverizadores. In: ANTUNIASI, U. R.; BOLLER, W. (ed.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 91-103.

RAETANO, C. G.; CHECHETTO, R. G. Misturas em tanque. In: ANTUNIASI, U. R.; BOLLER, W. (ed.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p 49-65.

SCHRÖDER, E. P. Aplicação aérea de defensivos agrícolas com ênfase em qualidade. In: BORGES, L. D. (ed.). **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas II**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p. 105-115.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 30 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 78).

SICHOCKI, D. **Metodologia de inspeção de pulverizadores hidráulicos e hidropneumáticos na Região do Alto Paranaíba - MG**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba.

SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PALLADINI, L. A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 195-202, 2007.

TEEJET TECHNOLOGIES. **Catalog 52**. Wheaton: Spraying Systems Co., 2023. 204 p. Disponível em: <https://www.teejet.com/pt-br/-/media/dam/agricultural/usa/sales-material/catalog/cat52-us.pdf>. Acesso em: 19 set. 2025.

TEEJET TECHNOLOGIES. **Catálogo 51A-PT**. Wheaton: Spraying Systems Co., 2014. 160 p. Disponível em: https://www.teejet.com/CMSImages/TEEJET_PT/documents/catalogs/cat51a-pt.pdf. Acesso em: 19 set. 2025.

VELINI, E. D.; TROPALDI, L.; BRITO, I. P. F. S.; MARCHESI, B. B.; MORAES, C. P.; CARBONARI, C. A. Inovações no manejo de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar. In: BALDIN, E. L. L.; KRONKA, A. Z.; FUIHARA, R. T. (ed.). **Proteção vegetal**. Botucatu: Fepaf, 2015. p. 51-70.

