

INSTITUTO DE SERVIÇOS EDUCACIONAIS VALE DO PARANAPANEMA

LTDA

FACULDADES INTEGRADAS DE TAGUAÍ

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE BICOS DE PULVERIZADOR AGRÍCOLA EM
DIFERENTES PRESSÕES E MARCHAS DE OPERAÇÃO DO TRATOR**

CARLOS GABRIEL MACARIO

TAGUAÍ- SP

2025

CARLOS GABRIEL MACARIO

**AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE BICOS DE PULVERIZADOR AGRÍCOLA EM
DIFERENTES PRESSÕES E MARCHAS DE OPERAÇÃO DO TRATOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
no curso de Engenharia Agrônômica das
Faculdades Integradas de Taguaí como
requisito para obtenção do grau de Bacharelado
em Engenharia Agrônômica.

Orientador (a): Prof. Esp. Leandro Simi Pereira de Souza

Professor Responsável pela disciplina: Profa. Dra. Viviane Maria Codognoto

TAGUAÍ- SP

2025

Nome do autor: Carlos Gabriel Macario

Título: AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE BICOS DE PULVERIZADOR AGRÍCOLA EM DIFERENTES PRESSÕES E MARCHAS DE OPERAÇÃO DO TRATOR

Prof. Esp. Leandro Simi Pereira De Souza

Professor da Faculdades Integradas de Taguaí – FIT, Taguaí/SP

Profa. Dra Viviane Maria Codognoto

Professora da Faculdades Integradas de Taguaí – FIT, Taguaí/SP

Prof. Dr. José Guilherme Lança Rodrigues

Professor da Faculdades Integradas de Taguaí – FIT, Taguaí/SP

Data da Defesa, 15 de dezembro de 2025.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que sempre acreditou em mim e me deu forças para seguir em frente.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, pelos conselhos e pelo exemplo de dedicação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui, deixo minha gratidão e meu reconhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar sabedoria, saúde e a oportunidade de concluir mais esta etapa da minha vida.

Aos meus pais e familiares, pelo incentivo, compreensão e apoio em todos os momentos, especialmente nos dias mais difíceis.

Agradeço aos professores do curso de Engenharia Agrônômica das Faculdades Integradas de Taguaí, que compartilharam seus conhecimentos e contribuíram para minha formação acadêmica e profissional.

Ao meu orientador, pela paciência, orientação e confiança ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de curso, pelas trocas de conhecimento, pelas conversas, pelas risadas e pela parceria durante toda a caminhada.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo meu sincero agradecimento.

AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE BICOS DE PULVERIZADOR AGRÍCOLA EM DIFERENTES PRESSÕES E MARCHAS DE OPERAÇÃO DO TRATOR

CARLOS GABRIEL MACARIO

RESUMO

A pulverização agrícola é essencial no manejo de culturas, utilizada para aplicações de defensivos de forma uniforme sobre as plantas, permitindo o maior controle sobre plantas daninhas, pragas e doenças. A regulagem é o processo de adequação do pulverizador à operação que irá realizar. Nesse momento deverão ser definidos a malha dos filtros, o tipo, direcionamento e espaçamento das pontas a serem empregadas, a velocidade de trabalho, a cobertura sobre o alvo químico selecionado, etc. Após a regulagem, é realizada a calibração, onde se determina o volume de calda aplicado e a quantidade de produto a ser colocado no tanque do pulverizador. O uso de pulverizadores agrícolas mal regulados, descalibrados, com pontas inadequadas ou desgastadas pode contribuir para a ineficiência das aplicações e contaminação ambiental. Pulverizações realizadas nessas condições, podem até controlar o alvo, porém, em muitos casos, de modo ineficiente, gerando altos níveis de perdas de produtos. O trabalho teve como objetivo avaliar a vazão dos bicos de um pulverizador de barras agrícola, testado em diferentes pressões e marchas de deslocamento. O experimento foi realizado na fazenda da instituição, utilizando um trator em primeira marcha simples e primeira marcha reduzida, com variação na pressão de 1 a 4 BAR utilizando um copo calibrador para pulverizador de barra. Para determinar a velocidade de deslocamento, foi registrado o tempo gasto pelo trator para percorrer um trecho de 50 metros. As avaliações foram realizadas com o pulverizador parado, coletando as vazões dos bicos em cada combinação de velocidade e pressão. Os resultados demonstram que com aumento da pressão ocasionou a maior vazão nos bicos, observou-se também que a variação de marcha influenciou diretamente o tempo de aplicação e seu rendimento, assim podendo afetar a eficiência da pulverização, a combinação de maior pressão (4 bar) e primeira marcha reduzida, gerou maior volume na vazão por bico, assim proporcionando maior tempo de contato do defensivo com a planta, enquanto a com menor pressão (1 bar) com a segunda marcha reduzida, ocasionou a menor vazão do bico, reduzindo o volume aplicado e o tempo de contato do defensivo. Conclui-se que a calibração do pulverizador é essencial para garantir uma aplicação uniforme, eficiente e econômica na aplicação de insumos agrícolas, contribuindo para o uso racional insumos e sustentabilidade da agricultura.

Palavras-chave: Pulverização agrícola, Vazão dos bicos, Calibração do pulverizador, eficiência de aplicação.

EVALUATION OF THE FLOW RATE OF AGRICULTURAL SPRAYER NOZZLES UNDER DIFFERENT PRESSURES AND TRACTOR OPERATING GEARS

CARLOS GABRIEL MACARIO

ABSTRACT

Agricultural spraying is essential in crop management, used for the uniform application of pesticides to plants, allowing for greater control over weeds, pests, and diseases. Adjustment is the process of adapting the sprayer to the operation it will perform. At this stage, the filter mesh, the type, direction, and spacing of the nozzles to be used, the working speed, the coverage of the selected chemical target, etc., must be defined. After adjustment, calibration is performed, where the volume of spray solution applied and the amount of product to be placed in the sprayer tank are determined. The use of poorly adjusted, uncalibrated agricultural sprayers with inadequate or worn nozzles can contribute to inefficient applications and environmental contamination. Spraying carried out under these conditions may control the target, but in many cases, inefficiently, generating high levels of product loss. This work aimed to evaluate the flow rate of the nozzles of an agricultural boom sprayer, tested at different pressures and travel speeds. The experiment was conducted on the institution's farm, using a tractor in first gear (simple) and first gear (low range), with pressure varying from 1 to 4 BAR using a calibrated cup for a boom sprayer. To determine the travel speed, the time taken by the tractor to travel a 50-meter stretch was recorded. Evaluations were performed with the sprayer stationary, collecting the nozzle flow rates for each speed and pressure combination. The results demonstrate that increased pressure resulted in a higher nozzle flow rate. It was also observed that the gear variation directly influenced the application time and its yield, thus affecting spraying efficiency. The combination of higher pressure (4 bar) and first gear (low range) generated a higher volume of flow per nozzle, thus providing a longer contact time between the pesticide and the plant, while the combination with lower pressure (1 bar) and second gear (low range) resulted in the lowest nozzle flow rate, reducing the applied volume and the pesticide contact time. It is concluded that sprayer calibration is essential to ensure a uniform, efficient, and economical application of agricultural inputs, contributing to the rational use of inputs and the sustainability of agriculture.

Keywords: Agricultural spraying, nozzle flow rate, sprayer calibration, application efficiency.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4. CONCLUSÃO.....	10
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas desempenha um papel central na agricultura ao proporcionar técnicas e ferramentas para melhorar a eficiência no manejo das lavouras. Esse conceito vai além da simples proteção contra pragas e doenças, e abrange também aspectos econômicos e ambientais que impactam diretamente a sustentabilidade do setor. A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas contribui diretamente para a eficiência no controle de pragas e doenças nas lavouras. Com técnicas e processos adequados, ela garante que o defensivo atinja o alvo de maneira precisa, minimizando desperdícios e perdas. Esse controle permite o uso otimizado dos insumos, reduzindo custos operacionais e melhorando os resultados na produção agrícola. Além disso, a tecnologia de aplicação reduz os riscos de contaminação ambiental, que tem potencial para gerar impactos financeiros ao produtor, como multas e custos com recuperação ambiental (ALTA DEFENSIVOS,2025)

O grande surto de desenvolvimento dos equipamentos de aplicação de agrotóxicos surgiu entre 1867 e 1900, tanto em razão do interesse dos agricultores em aumentar a produção e a qualidade dos produtos quanto do grande êxodo rural consequente da Revolução Industrial. Toda vez que se pretende iniciar uma lavoura, logo se pensa nos cuidados necessários para que ela seja de boa qualidade. (CHAIM,2009)

É preciso plantar com consciência para colher bons resultados, produzir alimentos saudáveis e de forma econômica. Os produtos fitossanitários são produtos importantes para proteger as plantas do ataque de pragas, doenças e plantas daninhas, mas podem ser perigosos se forem usados de forma errada (ANDEF,2017)

Um produto fitossanitário necessita ser aplicado em "alvos". Esses "alvos" podem ser áreas ocupadas por um inseto, doença ou erva daninha. (CHAIM,1989)

Com o crescente aumento do custo dos defensivos, da mão de obra e dos combustíveis, além da preocupação cada vez mais crescente em relação à poluição ambiental, ressalta-se a necessidade de uma tecnologia mais precisa na colocação do defensivo no local correto. Para que o defensivo agrícola possa exercer sua ação sobre um determinado organismo que se deseja controlar, ele deve atingir esse organismo. Dessa forma, o alvo biológico a ser atingido (de forma direta ou indireta) é esse organismo, que pode ser uma planta daninha, um inseto, um fungo, uma bactéria ou a própria planta. Portanto qualquer quantidade de defensivo que não atinja o referido alvo não terá qualquer eficácia e estará representando uma forma de perda (CONTIERO; BIFFE; CATAPAN, 2018).

O monitoramento das condições climáticas e o ajuste adequado da deposição das gotas antes, durante ou após as pulverizações dos defensivos agrícolas são essenciais para obter os resultados esperados do produto. Temperaturas médias e alta umidade relativa do ar e do solo são condições adequadas a uma boa aplicação e absorção do produto pelas plantas. Evitar a aplicação do produto quando as plantas apresentam as folhas muito molhadas, após uma chuva ou devido ao orvalho, neste caso excetuam-se as aplicações a baixo volume com aeronaves agrícolas. Pulverizações efetuadas com temperatura ambiente entre 15° C e 30° C e umidade relativa do ar acima de 55% apresentam melhores resultados do que as efetuadas com temperaturas muito baixas e baixo índice de umidade relativa do ar. A velocidade e direção do vento são outros fatores muito importantes para um bom resultado do produto e para evitar danos às culturas sensíveis ou áreas vizinhas próximas. Aplicações do produto com ventos acima de 10 km/hora deverão ser evitadas. (SANTOS, 2005).

Assim, a aplicação de defensivos visa colocar a quantidade certa de princípio ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência sem afetar o meio ambiente e da maneira mais econômica possível. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes pressões de operação e marchas de deslocamento do trator sobre a vazão dos bicos e sobre o volume de aplicação (L/ha) de um pulverizador de barras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Luiz Lourenço Lança, *campus* 2 das Faculdades Integradas de Taguaí (FIT), situado na rodovia SP-249, cujas coordenadas geográficas são: latitude 23°27'14"S 49°23'09"W e altitude 593 metros.



Figura 1: Mapa de localização da área experimental localizada na Fazenda Experimental Luiz Lourenço Lança, Taguaí, São Paulo, Brasil. Fonte: Google Earth.

Foi utilizado um trator Massey Ferguson, modelo 4410, com 105 cv de potência. Para a aplicação, utilizou-se um pulverizador de barras da marca INCOMAGRI, modelo ATTACK, com capacidade para 600 litros e barras de 12 metros de largura. O equipamento estava equipado com 24 bicos do tipo leque, marca Jacto, modelo JSF 11003, espaçados a 50 cm entre si.

Para determinar a distância para percorrer 50m, posicionou o trator alguns metros antes da marcação ao solo, dessa forma sendo possível medir o tempo gasto para percorrer essa distância garantindo uma velocidade constante. O estudo avaliou a vazão dos bicos em duas condições de deslocamento do trator: 1ºmarcha reduzida velocidade média:3,03 KM/H, tempo para percorrer 50 m: 59,35 segundos, 2º marcha reduzida velocidade média: 4,39 KM/H, tempo para percorrer 50 m: 40,90 segundos.

As pressões para trabalho no pulverizador foram de (1,2,3 e 4 bar). Para cada teste se realizou 4 repetições, utilizando-se um copo calibrador (multitec), escolhendo 4 bicos de forma aleatória.

Tabela 1: Vazão média (L/Ha) para o bico em 1º e 2º marcha reduzida nas diferentes pressões. (Os valores representam a média e o desvio padrão de quatro repetições realizadas com copo calibrador).

1º reduzida	
Pressão	Vazão em L/Ha
1 bar	175 ± 3,68
2 bar	257 ± 2,88
3 bar	310 ± 7,07
4 bar	351 ± 8,53
2º reduzida	
Pressão	Vazão em L/Ha
1 bar	125 ± 4,08
2 bar	170 ± 5,77
3 bar	203 ± 9,46
4 bar	238 ± 2,5

A análise estatística foi conduzida no ambiente R (R Core Team, 2024). Para avaliar o efeito da Pressão do bico (BAR) e da Marcha do trator sobre o Volume de calda (L/ha), um modelo de regressão linear com termo de interação foi ajustado utilizando a função `lm()`. O modelo foi especificado da seguinte forma:

$$\text{Volume} = \beta_0 + \beta_1(\text{Pressão}) + \beta_2(\text{Marcha}) + \beta_3(\text{Pressão} \times \text{Marcha}) + \varepsilon$$

A Marcha foi tratada como uma variável categórica de dois níveis enquanto a pressão do bico foi tratada como contínua. A significância de cada termo foi avaliada por meio de uma Análise de Variância (ANOVA). Adicionalmente, para visualizar e interpretar a interação, um gráfico de efeitos preditos foi gerado com a função `plot_model()` do pacote `sjPlot` (Lüdecke, 2024), plotando o volume previsto em função da pressão para cada nível de marcha. Adotou-se um nível de significância de $\alpha = 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A anova do modelo revelou que a pressão do bico ($F(1;28) = 928,67$; $P < 0.001$), a marcha ($F(1;28) = 646,38$; $P < 0,001$) e a interação desses dois fatores ($F(1;28) = 42,96$; $P < 0.001$) influenciaram significativamente a vazão observada.

A Figura 2 apresenta o efeito da pressão do bico e da marcha de deslocamento sobre o volume pulverizado (L/ha). Observa-se que o volume aplicado aumentou de forma linear com o incremento da pressão do bico, variando de 1 a 4 BAR (Estimativa = $58,05 \pm 2,22$; $t = 26,18$; $P < 0.001$). A marcha de deslocamento também influenciou significativamente o volume pulverizado, sendo que a 1ª marcha reduzida resultou em maiores volumes aplicados em comparação à 2ª marcha reduzida, em todas as pressões avaliadas (Estimativa = $- 37,75 \pm 8,59$; $t = - 4,40$; $P < 0.001$). A interação entre pressão e marcha foi significativa, indicando que o aumento da pressão exerceu efeito mais pronunciado nas menores marchas (Estimativa = $- 20,55 \pm 3,13$; $t = - 6,55$; $P < 0.001$). Esses resultados evidenciam que a combinação de maior pressão de trabalho e menor velocidade de deslocamento favorece o aumento do volume de calda aplicado, condição desejável para operações que demandam maior cobertura do alvo biológico.

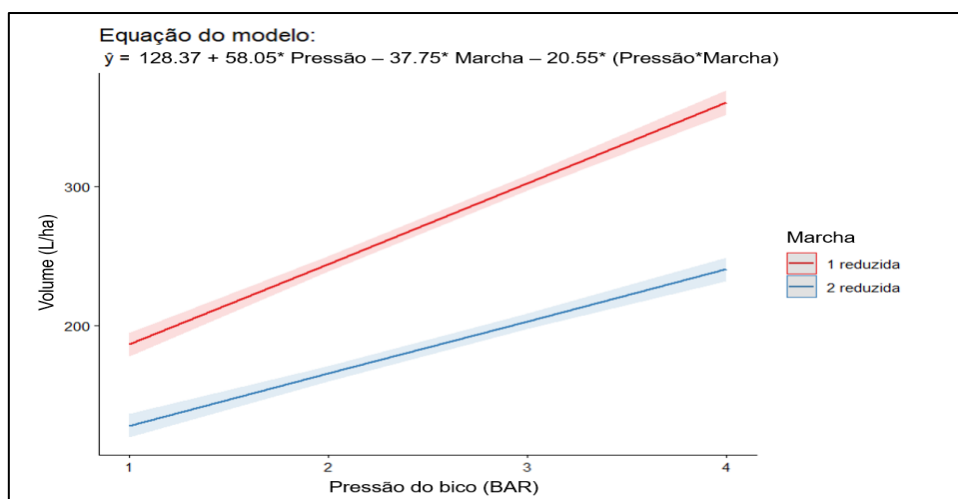


Figura 2: Relação entre o volume pulverizado (L/ha) e a pressão do bico (BAR) para diferentes marchas de operação (1 e 2 reduzida). A equação para estimação da vazão é apresentada na figura, onde $\text{Marcha} = 0$, se Marcha 1 reduzida. $\text{Marcha} = 1$, se marcha 2 reduzida.

Conforme discutido por ALTA DEFENSIVOS a aplicação bem executada gera impacto econômico positivo gerado por uma aplicação bem executada. A uniformidade na proteção das plantas elimina a necessidade de reaplicações e melhora o retorno financeiro do produtor. Com menos desperdício e maior eficiência. Por fim, ela colabora para a segurança alimentar e a valorização da produção. Aplicações adequadas evitam o acúmulo de resíduos químicos nos alimentos, atendendo às normas de mercados nacionais e internacionais. Isso fortalece a reputação do agricultor e amplia as oportunidades de comercialização da produção.

De acordo com o Manual de Uso Correto e Seguro de Produtos Fitossanitários/Agrotóxicos (ANDEF, 2008), O sucesso do controle de pragas, doenças e plantas daninhas depende muito da qualidade da aplicação do produto fitossanitário. A maioria dos problemas de mau funcionamento dos produtos nas lavouras é devido a aplicação incorreta. Pressão excessiva na bomba causa deriva e perda da calda de pulverização.

Segundo Franzon & Corso (2013), no processo de pulverização é fundamental ajustar corretamente a pressão, a vazão e a escolha do bico para garantir a deposição eficiente da calda e reduzir riscos de deriva. Durante a aplicação observar a velocidade do pulverizador, altura da barra e espaçamento de bicos. Quanto maior a velocidade da máquina maior a possibilidade de perdas (deriva) e desuniformidade na pulverização,

Quanto maior a altura da barra maior a possibilidade de perdas (deriva) na pulverização, Quanto maior o espaçamento maior deverá ser a altura de barra utilizada. Uma das formas de se reduzir a deriva é o emprego correto da tecnologia de pontas de pulverização e seu espectro de gotas. Há uma série de pontas de baixa deriva que podem ser utilizadas para este propósito, como as pontas de indução de ar e as de pré-orifício. O uso de adjuvantes pode ser importante no processo de redução do risco de deriva assim como das condições do clima no momento da aplicação (umidade relativa, temperatura e velocidade do vento) e das condições operacionais utilizadas (velocidade do pulverizador, altura de barras, etc.).

Segundo Azevedo & Freire (2006), a “tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas” abrange desde a escolha adequada de bicos e métodos de pulverização até a calibragem correta do pulverizador, de modo a assegurar eficiência, segurança e menor impacto ambiental. A pulverização é um processo físico-mecânico de transformação de uma substância sólida ou líquida em partículas ou gotas as mais uniformes e homogêneas possíveis. Ela pode ser influenciada pelo tipo de bico, volume de aplicação e fatores climáticos, O bico é o conjunto completo composto de corpo, capa, filtro, ponta ou ponta e difusor, fixado ou em uso em qualquer que seja o equipamento de pulverização utilizado ou referenciado. Ele representa a parte mais importante do pulverizador. As pontas dos bicos devem produzir gotas as mais homogêneas possíveis apresentar, quando em operação, uma distribuição uniforme e precisa do volume escolhido ou desejado. O volume de pulverização influencia diretamente a eficiência dos defensivos agrícolas. Volumes excessivos produzem gotas grossas, provocam escorrimento, má distribuição e baixo controle do alvo. Já volumes muito baixos geram gotas finas, aumentando a deriva, a evaporação e reduzindo a eficácia da aplicação. O volume ideal é aquele que produz gotas adequadas, com boa deposição e penetração na cultura, garantindo maior eficiência, economia de produto, melhor desempenho do equipamento e menor necessidade de reaplicações. As gotas de pulverização, após serem geradas pelos bicos dos pulverizadores em processo de queda até o alvo biológico a ser atingido, são influenciadas por três fatores climáticos: Umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos e temperatura.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a pressão de operação dos bicos exerce influência direta sobre a vazão, enquanto a marcha de deslocamento interfere na taxa de

aplicação por área (L/ha). A maior vazão do bico foi registrada quando o equipamento operou a 4 BAR, independentemente da marcha, já que a vazão é definida exclusivamente pela pressão. Por outro lado, a 1ª marcha reduzida resultou em maior volume aplicado por hectare, devido ao maior tempo de permanência do pulverizador sobre a área.

A interação entre pressão e velocidade reforça a importância de uma regulação conjunta desses fatores, de modo a evitar desperdícios e assegurar uma aplicação uniforme e eficiente dos insumos. Conclui-se que a combinação de pressões mais elevadas com o uso da 1ª marcha reduzida proporciona as melhores condições para aumentar o volume de calda depositado por hectare, favorecendo uma cobertura mais uniforme do alvo. Em contraste, a 2ª marcha reduzida, embora proporcione maior rendimento operacional, resulta em menor volume aplicado por área, podendo reduzir a eficiência da pulverização.

Assim, recomenda-se que a calibração do pulverizador considere simultaneamente a pressão, a velocidade de deslocamento, as características da cultura, a densidade foliar e as condições ambientais, a fim de garantir aplicações mais precisas, eficientes e sustentáveis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS, JOSÉ MARIA FERNANDES DOS. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. São Paulo: Instituto Biológico — Centro de ,2001. Disponível em: <https://biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/files/rifib/IIIRifib/109-116.pdf>

FERREIRA, M. C.; VELINI, E. D.; SACHS, I. A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. Doc. Técnico 102. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/426350/1/Dc102.pdf>

ALVES, KARINA A.; FACCIN, BERNARDO; POSSAMAI, EDIVAN JOSÉ; CONTE, OSMAR. **Inspeção de pulverizadores de barra no Paraná – Safra 2019/2020**. Curitiba: Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER (IDR-Paraná), 1. ed., 2021. Série Informação Técnica, nº 01/2021. 36 p. Disponível em: https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/Anexos%20de%20noticias/Inspe%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pulverizadores_VERS%C3%83O%20FINAL.pdf

DORNELLES, MARÇAL ELIZANDRO; SCHLOSSER, JOSÉ FERNANDO; CASALI, ANDRÉ LUIS; BRONDANI, LEONARDO RUSSO. **Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas: histórico e importância**. Ciência Rural, v. 39, n. 5, p. 1600-1605, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/DGnY7VsvvDpwJ5RrWyFrBWv/?lang=pt>

FRANZON, JOHNNY FUSINATO; CORSO, NÉDER MACIEL. **Aplicação de agrotóxicos: tecnologia de aplicação**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem

Rural – SENAR-PR, 2013. (Coleção SENAR-PR, n. 291). Disponível em: https://www.sistemafeap.org.br/wp-content/uploads/2021/11/PR.0291-Agrotoxicos-Tecnologia-Aplicacao_web.pdf

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL (ANDEF). **Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários/agrotóxicos**. São Paulo: ANDEF, 2008. Disponível em: <https://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/201712/06133903-cartilla-andef-uso-de-agrotoxicos.pdf>

EMBRAPA. **Cuidados na aplicação de defensivos agrícolas**: Programa 29: Norte. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1015912>

ALTA DEFENSIVOS. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Curitiba: Alta Defensivos, 13 jan. 2025. Disponível em: <https://altadefensivos.com.br/noticia/tecnologia-aplicacao-de-defensivos-agricolas/>

CHAIM, A. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 73 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/663946>

CHAIM, A. **Processos de aplicação de produtos fitossanitários e contaminação ambiental**. Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1989. Circular Técnica, n. 3. 24 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/963127/1/CT03.pdf>

ONTIERO, ROBINSON LUIZ; BIFFE, DENIS FERNANDO; CATAPAN, VALDENIR. **Tecnologia de aplicação**. In: BRANDÃO FILHO, José Ubirajara Toledo et al. (org.). Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, 2018. p. 401-449. Disponível em: <https://backoffice.books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-15.pdf>

CHAIM, A.; Embrapa / CNPMA. **Tecnologia de aplicação de defensivos I**. [S.l.]: FAO / EMBRAPA / EMBRATER / CATI, 1980. 15 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/10707/1/1980AA001.pdf>

INSTITUTO BIOLÓGICO (SP). **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. In: IIRifib — 109-116. São Paulo: Instituto Biológico, s.d. Disponível em: <https://biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/files/rifib/IIRifib/109-116.pdf>