

Bento Gonçalves, RS / Novembro, 2024

Uso eficiente da pulverização tratorizada para a melhoria da aplicação de calda em vinhedos

Fabio Rossi Cavalcanti

Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

Introdução

O controle de doenças na vitivinicultura tem importância fundamental para a garantia da sanidade das videiras, a qualidade das uvas e, consequentemente, a produção de vinhos superiores. Existem diversas doenças das videiras que são controladas por pulverização, principalmente as causadas por fungos (Reynolds, 2021). A pulverização previne perdas significativas na produção de uvas, impedindo quebras de safras que afetem a produtividade e a rentabilidade dos viticultores. O controle de doenças preserva características dos produtos, como cor, sabor e aroma, e contribui para a segurança alimentar e sustentabilidade ambiental na vitivinicultura, principalmente em consórcio com o manejo integrado de pragas e doenças (MIPD) (Cavalcanti et al., 2020; Jackson, 2020).

A calibração adequada do pulverizador é essencial para garantir a precisão e a eficácia no controle de doenças em vinhedos. Um pulverizador bem calibrado garante que a quantidade correta de produto químico seja aplicada às plantas, evitando o desperdício de recursos e garantindo que as pragas e doenças sejam efetivamente controladas (Landers, 2016). A escolha das pontas do pulverizador e a

velocidade do trator também são componentes importantes na calibração, já que ambos influenciam a distribuição e a quantidade de produto aplicado. Diferentes bicos e pontas produzem diferentes tamanhos e padrões de gotas, que podem afetar a eficácia do controle de doenças. A correta seleção para o tipo de produto químico utilizado e para as condições específicas do vinhedo pode aumentar a precisão da aplicação e reduzir o potencial de deriva e de contaminação ambiental (Nuyttens, 2007). Velocidades muito altas do trator podem levar à aplicação irregular dos produtos químicos, enquanto velocidades muito baixas podem resultar em uma sobreaplicação (Landers, 2016). A velocidade ideal do trator depende do tamanho e do tipo de vinhedo, das condições climáticas e do equipamento de pulverização utilizado.

A etapa de calibração e validação de pulverização de fungicidas na agricultura visa assegurar a eficiência na entrega desses compostos químicos no alvo. Uma técnica confiável para aferir a uniformidade e exatidão da aplicação de fungicidas consiste no uso de cartões hidrossensíveis, os quais são concebidos para alterar sua cor em contato com

soluções aquosas (Matthews et al., 2014). Esses cartões são dispostos na área alvo e possibilitam obter informações qualitativas e quantitativas sobre a deposição da pulverização, auxiliando agricultores a aprimorar suas práticas de pulverização e diminuir a probabilidade de resistência aos fungicidas destinados a pragas específicas (Nansen et al., 2015; Brandoli et al., 2021). No trabalho de Nansen et al. (2015), os cientistas utilizaram cartões hidrossensíveis em lavouras experimentais e analisaram diferentes tipos de bicos de pulverização, pressões de trabalho e volumes aplicados. Os achados revelaram uma variação expressiva na deposição e cobertura das pulverizações, ressaltando a relevância de escolher e calibrar criteriosamente os dispositivos de pulverização para garantir eficiência e eficácia.

Paralelamente à validação de uma pulverização, a manutenção e inspeção regulares do equipamento de pulverização são essenciais para garantir a precisão e a eficácia no controle de doenças em vinhedos. Problemas com o equipamento, como vazamentos, entupimentos e desgaste das peças, podem afetar a distribuição dos produtos químicos e reduzir a eficácia do controle de doenças (Nuytens, 2007). Os agricultores devem realizar inspeções e manutenção regular do equipamento para garantir que ele esteja funcionando corretamente e seja calibrado de acordo com as recomendações do fabricante.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar ganho de qualidade na aplicação de defensivos em dois modos de pulverização tratorizada: (a) avanço do trator em 1ª simples (1S) com ponta para ângulo de spray de 60 graus (°) e uma vazão de 0,76 L min⁻¹ a uma pressão de 40 libras (lb) por polegada quadrada (PSI) (ponta A, PA), e (ii) avanço do trator em 2ª simples (2S) com ponta para ângulo de *spray* de 40° e uma vazão de 0,95 L min⁻¹ a 40 PSI (ponta B, PB). O cumprimento do objetivo foi realizado por meio de testes de campo em vinhedos com sistemas de condução em espaldeira e latada.

Testes com dois tipos de pulverização terrestre

Para os experimentos, dois vinhedos foram utilizados. O primeiro foi um vinhedo de 'Isabel' (*Vitis labrusca*) conduzido pelo sistema espaldeira e espaçamento de 3 m entre as fileiras e 2 m entre as plantas. As linhas desse vinhedo tinham disposição norte/sul, com inclinação entre 20 a 30° norte (GPS: -29.162108, -51.528658). O segundo vinhedo usado

nos ensaios foi de Niágara rosada (*Vitis labrusca*), em sistema de condução latada (GPS: -29.163615, -51.528286). Ambos os vinhedos estavam posicionados dentro da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, apresentando o mesmo espaçamento entre linhas e plantas.

Um trator de 50 cv, modelo 1990, foi utilizado em conjunto com um pulverizador de capacidade de 500 L para realizar as pulverizações. Os tratamentos comparados foram: (i) avanço do trator em 1ª simples (1S) com ponta para ângulo de spray de 60° e uma vazão de 0,76 L min⁻¹ a uma pressão de 40 lb por polegada quadrada (PSI) (ponta A, PA), e (ii) avanço do trator em 2ª simples (2S) com ponta para ângulo de spray de 40° e uma vazão de 0,95 L min⁻¹ a 40 PSI (ponta B, PB). Dois testes de aplicação foram conduzidos em dias distintos em condições climáticas muito próximas, porém com volumes de água idênticos no tanque de pulverização, com a mesma viscosidade de caldas fungicidas, sem surfactante. Os testes ocorreram no final da safra 2022/2023, no dia 6/2/2023 com taxa de uso de calda de 500 L ha⁻¹ e no dia 27/2/2023 com taxa de aproximadamente 300 L ha⁻¹. Em ambos os dias, os vinhedos foram pulverizados com aplicação terrestre após às 13h30. Para detectar e marcar os padrões das gotas expelidas pelas tecnologias de aplicação avaliadas, foram utilizados cartões sensíveis à água (*water sensitive paper*, em inglês) de 26 x 76 mm, de duas marcas distintas, sem misturar as marcas em um mesmo ensaio. Os cartões foram posicionados no dossel vegetativo superior, após a colheita dos cachos na vindima da safra 2022/2023, em uma altura média em relação às copas e distância do caule, com um cartão exposto para cada direção da rosa dos ventos: norte, sul, leste e oeste.

A seleção dos dias para os ensaios foi baseada na recomendação de melhores condições climáticas para pulverização agrícola, considerando recomendações para segurança de aplicação (Landers, 2016). Os dados climáticos foram fornecidos por renomados centros de previsão meteorológica.

O delineamento para os ensaios experimentais seguiu o esquema fatorial, com bordaduras de 25 x 40 m (Figura 1). Os fatores considerados para construção dos tratamentos foram: a) duas tecnologias de aplicação (500 L ha⁻¹ e trator 300 L ha⁻¹); b) dois vinhedos (espaldeira e latada); c) quatro orientações (norte, sul, leste e oeste), totalizando 16 tratamentos por ensaio de pulverização terrestre. Não foi possível desdobrar a metodologia de aplicação das taxas, uma vez que as mesmas não poderiam ser replicadas por ajustes no pulverizador tratorizado. Em cada tratamento, foram adotadas seis

repetições (parcelas experimentais). A unidade experimental (parcela) consistiu em uma única planta com um cartão hidrossensível inserido e posicionado no dossel médio, para cada sentido da rosa dos ventos (norte, sul, leste e oeste), ou seja, quatro cartões por planta. Durante as passagens, duas fileiras de cada vinhedo com três plantas por fileira ($2 \times 3 = 6$ repetições) foram expostas à movimentação do trator para pulverização nas fileiras adjacentes (Figura 1). Logo, 24 cartões marcaram cada metodologia de passagem, seis cartões para cada orientação. Após a pulverização e a secagem das gotas, os cartões hidrossensíveis foram coletados, armazenados em papel alumínio e identificados.

Para a digitalização, imagens dos cartões foram captadas por câmera 8.165×6.124 pixels, com distância focal de 12 cm e enquadramento padronizado por suporte físico da câmera e dos cartões. O recorte das fotografias garantiu arquivos .png de trabalho com resolução fixa em 2.000×690 pixels. Os arquivos .png foram então submetidos a *software* de leitura de cartões (Chaim et al., 2006) onde as variáveis de estudo foram levantadas: a) número gotas, b) número diâmetros, c) dispersão, d) volume ($L\ ha^{-1}$), e) densidade (gotas/ cm^2), f) cobertura (%), g) D10% (μm), h) D50% (VMD, μm) e i) D90% (μm). Detalhando: a) representa o número total de gotas na superfície da amostra, crucial para a confiabilidade da análise dos tamanhos das gotas; b) representa a quantidade de classes de tamanhos de gotas na amostra, relacionada ao fator de dispersão e ao volume de calda depositado na amostra; c) representa a dispersão de tamanho de gotas como uma medida da variação nos tamanhos das gotas na amostra; d) o volume de calda na amostra estima o volume (em L) de calda que atingiram o alvo; e) a densidade de gotas indica quantas gotas atingiram um centímetro quadrado do cartão; f) a porcentagem de cobertura indica a % da área total da amostra que é coberta pelas manchas das gotas; g) D10, D50 (VMD, diâmetro mediano volumétrico) e D90 representam os diâmetros que compõem 10, 50 e 90% do volume total de líquido da amostra.

Estatísticas descritivas e análises não paramétricas (Kruskal-Wallis, teste de Wilcoxon) foram conduzidas mediante métodos escritos em R com os pacotes *tidyverse*, *multcompView*, *rstatix*, *ggplot2* (*egg* e *ggpubr*) e *fmsb* para o radar. Foram realizadas análises paramétricas (Anova, testes de Tukey etc.) em variáveis cujos dados ajustaram bem em distribuição normal (por Shapiro-Wilk), mas, como a maioria dos dados nas variáveis estudadas foram não normais, e como as inferências por testes de desvio mínimo significativo não diferiram das

inferências dadas pelos testes não paramétricos, foi adotada em última instância a abordagem não paramétrica.

As condições climáticas de pulverização terrestre nos dias de ensaios (6/2/2023 e 27/2/2023) foram obedecidas rigorosamente dentro dos parâmetros recomendados para a aplicação de defensivos, com temperatura de 16 a 28 °C, umidade relativa de 43 a 84% e velocidade do vento de 2 a 10 $km\ h^{-1}$.

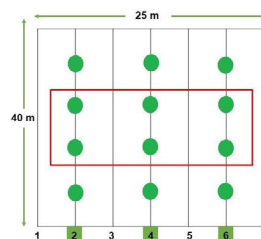


Figura 1. Croquis das linhas e parcelas experimentais na área experimental tanto em linha quanto em latada.

Aplicação mais rápida e com menor taxa de volume de calda para ganho de qualidade

O presente trabalho comparou aplicações feitas por avanço do trator em 1ª simples (1S) com ponta para ângulo de spray de 60° e uma vazão de $0,76\ L\ min^{-1}$ a uma pressão de 40 lb por polegada quadrada (PSI) (PA), e avanço do trator em 2ª simples (2S) com ponta para ângulo de spray de 40° e uma vazão de $0,95\ L\ min^{-1}$ a 40 PSI (PB). Essas passagens foram feitas em dois sistemas de condução. Após o levantamento dos dados, foi verificado que os desempenhos foram diferentes tanto entre as passagens testadas, quanto entre os sistemas de condução escolhidos para avaliação. Os indicadores dessas diferenças foram demonstrados por respostas em variáveis de medição extraídas de leituras de cartões hidrossensíveis. As variáveis bem como inferências de testes não paramétricos estão apresentadas na Figura 2. Exceto pelas respostas em “Número de diâmetro de gotas” (Ndiametros) (Figura 2b) e “Volume de calda na amostra” ($L\ ha^{-1}$), todas as aplicações envolvendo as passagens em 2S com a ponta PB regulado para depositar $300\ L\ ha^{-1}$ apresentaram um marcante achatamento das amplitudes interquartis (nos boxplots) em variáveis cruciais para medição da qualidade da pulverização, como “Dispersão” (Figura 2C), “Densidade” (Figura 2D), “Cobertura %” (Figura 2E) e diâmetro mediano

volumétrico 'VMD' (D50%) (Figura 2F), sendo as duas últimas essencialmente no sistema de condução em linha (espaldeira).

Vale lembrar que o valor de dispersão das gotas é expresso pelo coeficiente de variação (CV) do diâmetro das gotas ($d_1, d_2, d_3, \dots d_n$) lidas a partir do cartão hidrossensível. A densidade de gotas é calculada contando o número total de gotas em uma área definida do cartão e dividindo pela área total. Se N é o número total de gotas e A é a área do cartão (em cm^2), então a densidade (gotas cm^{-2}) é definida como $d = N / A$. Em "cobertura %", a digitalização da imagem pode fornecer o número de *pixels* cobertos (P_c) pelas gotas para dividir pelo número total de *pixels* do cartão (P_t). Logo, a porcentagem de cobertura é definida por:

$$C\% = (P_c / P_t) \times 100$$

em que C é o valor da cobertura (%), P_c é o número de *pixels* referentes à área coberta pela marcação da gota; e P_t é o número de *pixels* referentes à área total da superfície para marcação.

O "VMD" é o diâmetro no qual 50% do volume total é contido em gotas com diâmetros menores e 50% em gotas maiores, dada uma aproximação de volume de gota a partir dos diâmetros lidos, presumindo-se gotas esféricas:

$$[V = 4 / 3 \pi (D / 2)^3]$$

em que V é o volume; π é a constante $\pi 3,14$; e D o diâmetro.

O achatamento das amplitudes interquartis nos boxplots para 2S (PB) sobre os dados das variáveis acima verificadas indica uma menor variabilidade nos dados desse tratamento em comparação com 1S (PA). Em termos de qualidade na aplicação, isso pode ter várias implicações: (1) Consistência da aplicação, menor variabilidade (em menores distâncias interquartis) sugere que a aplicação do tratamento foi mais consistente. Isso pode indicar um controle mais preciso na aplicação, resultando em uma distribuição mais uniforme das gotas, de acordo com as variáveis estudadas; (2) Uniformidade de cobertura: considerando as respostas vistas para "Dispersão", "Densidade" e "Cobertura %", uma menor variabilidade pode significar uma cobertura mais uniforme da pulverização. Isso é particularmente importante para a eficácia da aplicação de produtos como pesticidas ou herbicidas, onde a cobertura uniforme pode resultar em melhor controle de pragas ou doenças (Chaim, 2009); (3) Um menor impacto ambiental pode ser obtido, por redução da deriva e uso mais eficiente dos insumos, o que pode

ter implicações positivas em termos de redução de custos para aplicação.

Tais respostas demonstram um ganho claro na qualidade de pulverização (precisão e exatidão), principalmente por redução do excesso de aplicação de calda dada pela passagem em marcha 1S (PA) que extrapolou, em todas variáveis, uma meta eficaz de controle de doença por fungicidas (Figura 3) (Mangado et al., 2013). No entanto, passagens em 2S (PB) no vinhedo 'Isabel' em linha, na taxa de 300 L ha^{-1} , produziram uma marcante aproximação com os parâmetros de eficiência de pulverização (Figura 4, linha verde) considerando as leituras dos cartões hidrossensíveis nas orientações norte, sul, leste e oeste, nas variáveis estudadas (Figura 2), além de produzirem cartões típicos não lavados, um dos eventos mais reprováveis em tecnologia de aplicação (Figura 3) (Chaim, 2009).

Por outro lado, a diferença nas taxas de entrega de calda entre as aplicações em 2S (PB) e 1S (PA) não alteraram (ou produziram alterações pequenas mesmo considerando algumas diferenças em $P < 0.05$ pelo teste de Wilcoxon) em variáveis diretamente associadas à taxa de aplicação, como "Ngotas" (Figura 2A), "Ndiâmetros" (Figura 2B) e "Volume (L ha^{-1})" (Figura 3). As duas passagens testadas, mesmo com redução considerável da taxa de aplicação em 2S (PB), também não diferiram em 'VMD' (D50%), isso apenas em sistema de condução latada (Niágara rosada) (Figura 2F). Por outro lado, passagens 2S (PB) em diferentes sistemas de condução, linha e latada, produziram padrões distintos entre si de qualidade de pulverização, sendo que, como acima comentado, em linha foi verificada uma eficiência próxima de recomendação de meta de qualidade (Mangado et al., 2013) (Figura 4, linhas verde e vermelha).

Esses testes também foram importantes para a clara demonstração de que, em volumes menores, um mesmo regime de pulverização pode ser trabalhado especificamente em função do sistema de condução adotado. Isso porque, ao contrário das passagens reguladas para 500 L ha^{-1} (1S, PA), as passagens em 2S (PB) mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$) em todas as variáveis estudadas entre respostas vistas em passagens nos vinhedos Isabel (espaldeira), em comparação com Niágara rosada (latada). Diferentemente, em passagens 1S (PA), exceto em "Ngotas" (Figura 2A) e "Densidade" (Figura 2D), não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes tipos de condução avaliados. Ou seja, houve uma espécie de saturação ou perda de sensibilidade/qualidade em passagens com o trator mais devagar e taxa de

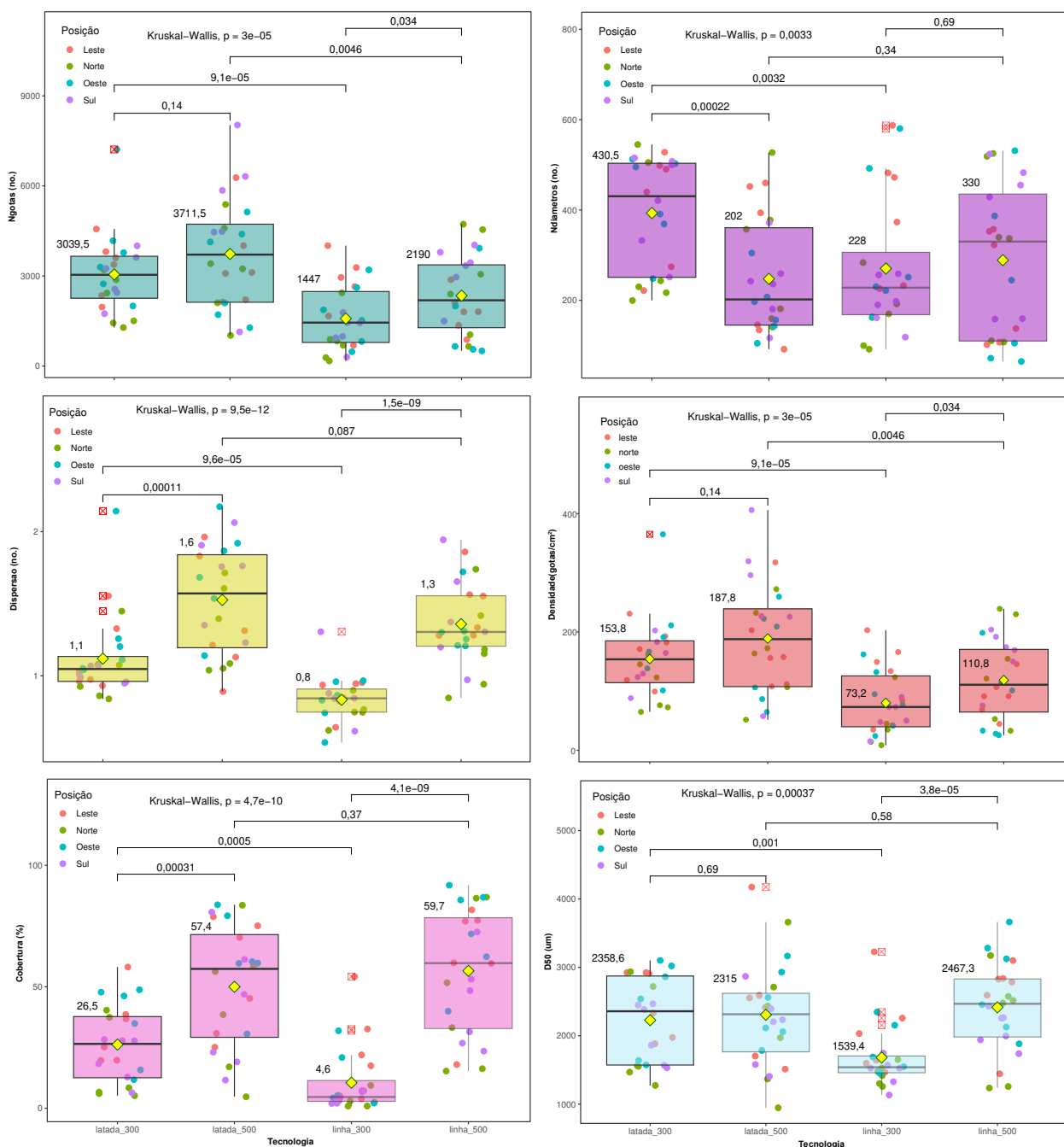


Figura 2. Boxplots com valores das medianas por tratamento. Os testes foram conduzidos nos dias 6/2/2023 com ponta PA e 1ª marcha simples (1S) (taxa de 500 L ha⁻¹); e 27/2/2023 com ponta PB e marcha 2ª simples (2S) (taxa de 300 L ha⁻¹), em vinhedos 'latada' (latada_300 e latada_500) e 'espaldeira' (linha_300 e linha_500). Variáveis: (A) Número de gotas – Ngotas (valor); (B) Diâmetros – Ndiâmetros (valor); (C) Dispersão de gotas – Dispersão (valor); (D) Densidade de gotas (gotas cm⁻²); (E) Cobertura (%); (F) D50 (µm) (VMD) (valor). Pontos nos boxplot em diferentes cores referem-se a uma orientação geográfica. Valores 'p' sobre os colchetes foram obtidos pelo teste de Wilcoxon comparando sistemas de condução e tecnologias. Valor 'p' de Kruskal-Wallis indicou diferença entre ao menos um tratamento. Losangos amarelos apontam valores de média.

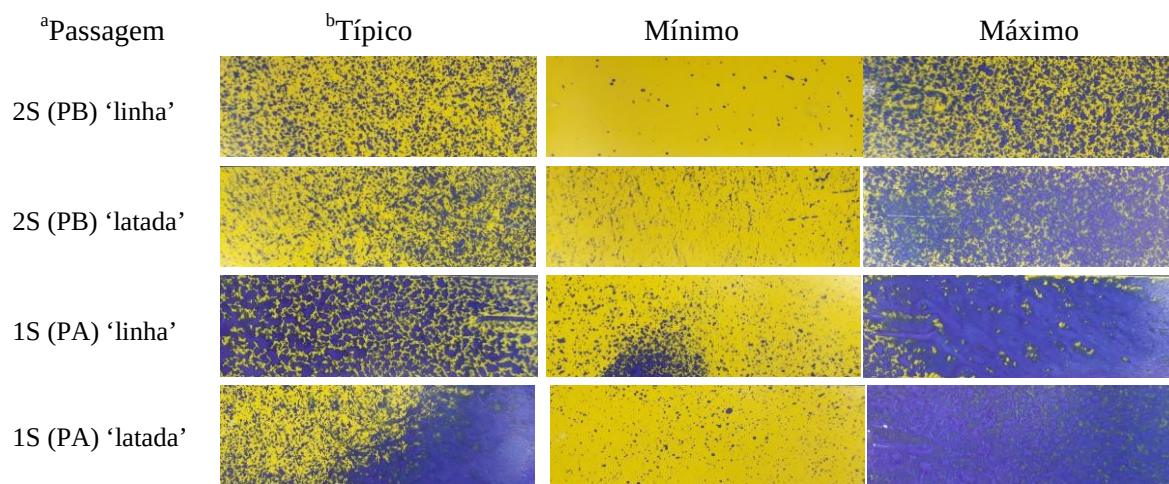


Figura 3. Aspecto visual dos estados típico, máximo e mínimo de exemplares de cartões hidrossensíveis usados em duas pulverizações terrestres com bico PB com trator em marcha 2A simples (2S) e com ponta PA com trator em 1A simples (1S). (A) Marcha do trator e ponta do pulverizador. Dentro do fator “tecnologia” estudado foram amostrados os cartões coletados de ambos os sistemas de condução/variedade; (B) Foram considerados “típicos” os cartões contabilizados dentro da classe de maior frequência que reproduzisse valores acima de 50% considerando as variáveis estudadas.

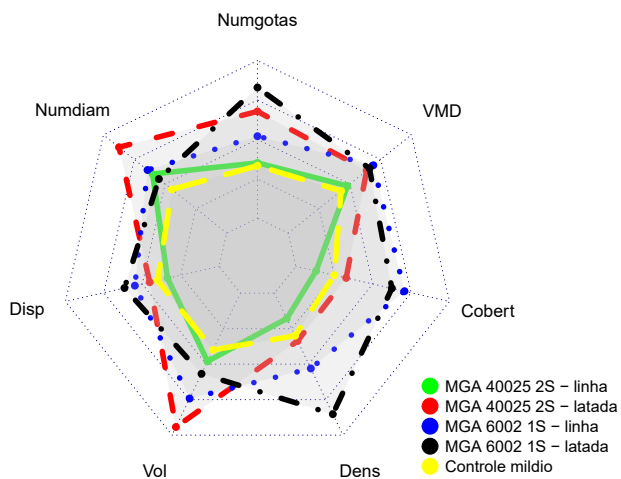


Figura 4. Perfis de variáveis descritoras da qualidade em pulverizações. Os testes foram conduzidos nos dias 6/2/2023 com ponta PA (radar vermelho) e 1ª marcha simples (1S) (taxa de 500L ha⁻¹); e 27/2/2023 com ponta PB (radar verde) e marcha 2ª simples (2S) (taxa de 300L ha⁻¹), com dados compostos a partir de vinhedos latada e espaldeira. Traço amarelo indica referência aproximada de qualidade na pulverização para o controle de doença.

Fonte: Mangado et al. (2013).

aplicação mais alta. Isso concorda com uma ocorrência considerável de cartões encharcados pela água de aplicação nos testes com Trator 1S (PA), tanto em latada quanto em linha (Figura 3).

De fato, um estudo realizado por Michael et al. (2021) comparou a distribuição de pulverização em três variedades, e dois sistemas de condução de vinhedos: Goblet e um sistema chamado de Trellis, similar à espaldeira. O estudo avaliou a eficácia das pulverizações com metodologia compatível com a usada no presente trabalho, utilizando cartões hidrossensíveis. Os resultados mostraram que o Goblet apresentou alta sensibilidade de captação de gotas em altos volumes do que os outros sistemas de condução a um ponto de saturação próximo a 100% de cobertura, enquanto os dois vinhedos em espaldeira testados apresentaram coberturas equivalentes a Goblet em volumes mais baixos. A pesquisa também destacou a importância de ajustar a orientação dos bicos de pulverização para otimizar a distribuição das gotas para diferentes sistemas de condução, consideração em alinhamento às observações comparativas feitas aqui para 300 L ha⁻¹. Os achados desses pesquisadores foram confirmatórios a outro trabalho (Michael et al., 2020).

Realmente, outros fatores além da velocidade do conjunto de pulverização e escolha de pontas podem influenciar na qualidade. Pergher e Petris (2007) estudaram modos para calibrar pulverização em três sistemas de condução: Casarsa e espaldeira com cordão esporonado alto e baixo. Os resultados desse trabalho também revelam que ajustar a dose de pesticida proporcionalmente à altura da copa pode diminuir a variabilidade de depósito em diferentes sistemas de condução e estádios de crescimento das videiras. Isso pode ser obtido fechando pontas fora do alvo ou alterando a concentração e/ou saída. Contudo, é preciso definir um fator de correção para copas densas. Além disso, seguindo as evidências do presente trabalho, diferentes estruturas de dossel afetaram a eficiência de deposição dos pulverizadores. Segundo os autores, uma copa ideal deve ser simétrica e uniforme, evitar grandes clareiras na folhagem e ter baixo número de camadas foliares na zona da uva. O cordão esporonado baixo possui características de copa ideal, mas aumenta o risco de perdas por deriva devido ao baixo número de camadas foliares (Pergher; Petris, 2007).

Assim, fica claro que a quantidade de deriva da pulverização também depende da técnica de poda, do sistema de condução e da geometria de cultivo (arquitetura) (Duga et al., 2015; Pascuzzi, 2016). Além disso, algumas evidências sugerem que a estrutura do dossel da cultura desempenha um papel

na geração de deriva. Na verdade, é sempre recomendável que se façam experimentos *ad hoc* para determinar os efeitos do tipo de cultura, sistema de condução e estágio de crescimento da influência do dossel no processo de deriva da pulverização (Grella et al., 2017). De modo análogo, a copa da macieira se caracteriza por uma forma própria, dependente da formação da árvore, com consequente porosidade própria. Essas características afetam o destino das gotículas de pesticidas dentro do microambiente da planta, o que determina diretamente a eficácia do tratamento e, indiretamente, também determina as perdas por dispersão do alvo (deriva) (Duga et al., 2015). A arquitetura, então, varia com os sistemas de condução afetando tanto a deposição quanto as perdas por deriva (Duga et al., 2015). Em Grella et al. (2017), o provável efeito da estrutura do dossel é confirmado pela forma do perfil da deriva aérea observada a 5 e 10 m da área pulverizada. De fato, independentemente da configuração do pulverizador testada, o menor valor de deposição de deriva aérea situou-se a 1,5 m acima do solo, que corresponde à faixa contínua de copas (folhas e uvas). A mais de 1,5 m acima do solo, a deposição de deriva aumentou em todas as alturas amostradas, independentemente da configuração testada. Os coletores verticais abaixo de 1,5 m mostraram quantidades aumentadas de deriva de pulverização aérea, provavelmente ligada à ausência de dossel (zona de tronco) (Grella et al., 2017). Esses achados de Grella et al. (2017) também foram observados no presente trabalho e em Cavalcanti e Miller (2023).

Outros fatores, como recomendações de dosagens, diferem muito entre países e regiões (Ruegg et al., 2001; Cavalcanti, 2023) e a necessidade de certo nível de padronização do setor de proteção de cultivos é importante (Wohlhauser, 2009).

Conforme destacado por Siegfried et al. (2007), a aplicação de depósitos de pulverização desempenha um papel crítico no controle eficaz de pragas e doenças. A água serve apenas como meio para a entrega de pesticidas à superfície da folha. Assim, é essencial realizar um cálculo preciso do ingrediente ativo com base na área de superfície da folha. Em resposta a essas necessidades, um exemplo de atendimento ao setor produtivo é uma das recomendações do workshop EPPO (*European and Mediterranean Plant Protection Organisation*) sobre expressão de dosagem uniforme para a avaliação zonal de pesticidas em culturas altas, com glossários de termos e um guia para medir os parâmetros da cultura (Toews et al., 2016). Principalmente em uma época em que a agricultura de precisão parece ser um caminho sem volta.

Os resultados observados no presente estudo indicam que a taxa de aplicação e a velocidade de avanço do trator são fatores-chave que influenciam a qualidade da pulverização em diferentes sistemas de condução de vinhas. Além disso, a estrutura do dossel da cultura desempenha um papel importante na geração de deriva da pulverização, e é essencial ajustar a orientação dos bicos de pulverização e a dose de pesticida proporcionalmente à altura da copa para otimizar a distribuição das gotas e minimizar a variabilidade de depósito. Por fim, há uma necessidade urgente de uma estratégia padronizada do setor de proteção de cultivos para a aplicação de pesticidas em videiras, a fim de garantir o controle eficaz de pragas e doenças em diferentes sistemas de condução e estádios de crescimento das videiras.

Consideração final

Tomadas todas as precauções de segurança da composição homem/trator/pulverizador em termos de relevo e espaço físico para aplicação sem qualquer risco de acidentes, considera-se que a aplicação em velocidades de tração muito baixas concorre para redução da qualidade na aplicação de calda para proteção de vinhedos contra doenças, considerando os sistemas de condução espaldeira e latada.

Referências

- BRANDOLI, B.; SPADON, G.; ESAU, T.; HENNESSY, P.; CARVALHO, A. C. P. L.; AMER-YAHIA, S.; RODRIGUES-JR, J. F. DropLeaf: a precision farming smartphone tool for real-time quantification of pesticide application coverage. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 180, p. 105906, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105906>.
- CAVALCANTI, F. R.; CASSUBA, K. F.; FIORAVANÇO, J. C. **Avaliação de produtos biológicos e um indutor de resistência no controle do míldio da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2020. 24 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 149). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124483>. Acesso em: 4 dez. 2023.
- CAVALCANTI, F. R. **Aproximações em Análise Multivariada para discriminar esquemas de controle de doenças entre vinhedos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2023. 19 p. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1157819>. Acesso em: 4 dez. 2023.
- CAVALCANTI, F. R.; MILLER, L. S. **Caracterização da pulverização por drone classe III com ponta 110-015 em dois sistemas de condução de videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2023. 11 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 165). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1156770>. Acesso em: 4 dez. 2023.
- CHAIM, A.; CAMARGO NETO, J.; PESSOA, M. C. P. Y. **Uso do programa computacional Gotas para avaliação da deposição de pulverização aérea sob diferentes condições climáticas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 18p. – (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/15921>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- CHAIM, A. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 78 p.
- DUGA, A. T.; RUYSEN, K.; DEKEYSER, D.; NUYTTENS, D.; BYLEMANS, D.; NICOLAI, B. M.; VERBOVEN, P. Spray deposition profiles in pome fruit trees: effects of sprayer design, training system and tree canopy characteristics. **Crop Protection**, v. 67, p. 200–213, 2015. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.10.016.
- GRELLA, M.; GALLARD, M.; MARUCCO, P.; BALSARI, P.; GIL, E. Ground deposition and airborne spray drift assessment in vineyard and orchard: the influence of environmental variables and sprayer settings. **Sustainability**, v. 9, n. 5, p. 728, 2017. DOI: 10.3390/su9050728.
- JACKSON, R. S. **Wine Science: Principles and Applications**, 5th ed. Academic Press, 2020. 1030 p.
- LANDERS, A. J. **Effective Vineyard Spraying: A Practical Guide for Growers**. 2th ed. Conway, MA: OESCO, 2016.
- MATTHEWS, G.; BATEMAN, R.; MILLER, P. **Pesticide Application Methods**. 4th ed. Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2014. 517 p.
- MANGADO, J.; ARAZURI, S.; ARNAL, P.; JARÉN, C.; LÓPEZ, A. Measuring the accuracy of a pesticide treatment by an image analyzer. **Procedia Technology**, v. 8, p. 498–502, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.066>.
- MICHAEL, C.; GIL, E.; GALLART, M.; KANETIS, L.; STAVRINIDES, M. C. Evaluating the effectiveness of low volume spray application using air-assisted knapsack sprayers in wine vineyards. **International Journal of Pest Management**, v. 68, n. 2, p. 148–157, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1807652>.
- MICHAEL, C.; GIL, E.; GALLART, M.; STAVRINIDES, M. C. Evaluation of the effects of spray technology and

volume rate on the control of grape berry moth in mountain viticulture. **Agriculture**, v. 11, n. 2, p. 178, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11020178>.

NANSEN, C.; FERGUSON, J. C.; MOORE, J.; GROVES, L.; EMERY, R.; GAREL, N.; HEWITT, A. Optimizing pesticide spray coverage using a novel web and smartphone tool, SnapCard. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 1075-1085, 2015. DOI: [10.1007/s13593-015-0309-y](https://doi.org/10.1007/s13593-015-0309-y).

NUYTENS, D. **Drift from field crop sprayers**: the influence of spray application technology determined using indirect and direct drift assessment means. 2007. 267 p. These (Dokortitel in Bio-ingenieurswetenschappen) - Katholieke Universiteit Leuven.

PASCUZZI, S. Outcomes on the spray profiles produced by the feasible adjustments of commonly used sprayers in "Tendone" vineyards of Apulia (Southern Italy). **Sustainability**, v. 8, n. 12, p. 1307, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8121307>.

PERGHER, G.; PETRIS, R. Canopy structure and deposition efficiency of vineyard sprayers. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 38, n. 2, p. 31-38, 2007. DOI: [10.4081/jae.2007.2.31](https://doi.org/10.4081/jae.2007.2.31).

REYNOLDS, A. **Managing Wine Quality**. Viticulture and wine quality. 2nd ed. Elsevier, 2021. 1280 p. Vol. 1.

RUEGG, J.; SIEGFRIED, W.; RAISIGL, U.; VIRET, O.; STEFFEK, R.; REISENZEIN, H.; PERSEN, U. Registration

of plant protection products in EPPO countries: Current status and possible approaches to harmonization.

EPPO Bulletin, v. 31, p. 143-152, 2001. DOI: [10.1111/j.1365-2338.2001.tb00983.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2001.tb00983.x).

SIEGFRIED, W.; VIRET, O.; HUBER, B.; WOHLHAUSER, R. Dosage of plant protection products adapted to leaf area index in viticulture. **Crop Protection**, v. 26, n. 2, p. 73-82, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.04.002>.

TOEWS, R. B.; HUBY, J. P.; POLLMANN, B.; TEICHMANN, M.; SCHLOTTER, P.; MEIER-RUNGE, F. Dose rate expression in vertical growing crops - need for harmonization from the perspective of the plant protection product industry. WORKSHOP ON HARMONIZED DOSE EXPRESSION FOR THE ZONAL EVALUATION OF PLANT PROTECTION PRODUCTS IN HIGH GROWING CROPS, 2016, Vienna, Austria. **Anais [...]** Vienna: EPPO Workshop, 2016. Disponível em: https://www.eppo.int/MEETINGS/2016_meetings/wk_dose_expression. Acesso em: 13 abril 2023.

WOHLHAUSER, R. Dose rate expression in tree fruits—the need for harmonization approach from a chemical producer industry perspective. In: TREE FRUITS DOSE ADJUSTMENT DISCUSSION GROUP MEETING, 2009, Amsterdam, The Netherlands. **Proceedings [...]** Amsterdam: TFDADGM, 2009.

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, nº 515
Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS
www.embrapa.br/uva-e-vinho
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Henrique Pessoa dos Santos*

Secretária-executiva: *Renata Gava*

Membros: *Edgardo Aquiles Prado Perez, Fernando José Hawerth, Joelsio José Lazzarotto, Jorge Tonietto, Mauro Celso Zanus, Rochelle Martins Alvorcem e Thor Vinícius Martins Fajardo*

Circular Técnica 167

ISSN 1516-5914 / e-ISSN 1808-6810
Novembro, 2024

Revisão de texto: *Renata Gava*

Normalização bibliográfica: *Rochelle Martins Alvorcem* (CRB-10/1810)

Publicação digital: PDF



Ministério da
Agricultura e Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.