

MÁQUINAS AGRÍCOLAS

AVALIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE COBERTURA PELAS GOTAS DE APLICAÇÕES FITOSSANITÁRIAS EM VIDEIRAS

Ulisses Rocha Antuniassi¹ e Otavio Jorge Grigoli Abi Saab²

RESUMO

Grande parte dos viticultores da região Norte do Paraná conduz a cultura da videira em caramanchão, o que dificulta as aplicações fitossanitárias. Muitos deles não têm condições econômicas para adquirir equipamentos tratorizados utilizando, assim, pulverizadores estacionários desenvolvidos pelos próprios viticultores. A aplicação é feita manualmente, de baixo para cima, sem auxílio de fluxo de ar, conferindo peculiaridades ao sistema. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características do sistema, através da análise da porcentagem de área coberta pelas gotas e foi desenvolvido utilizando-se 4 tratamentos e 4 repetições, em blocos casualizados, incluindo-se diferentes bicos, pressões, diâmetro de gotas e volumes totais de calda, aplicando-se uma mistura com fungicida e corante fluorescente. A análise da cobertura foi realizada através de estimativa visual da área coberta pelo corante nas faces superior e inferior das folhas, utilizando-se luz ultravioleta e escala de notas predeterminada. Os resultados mostraram que a adoção de gotas menores não propiciou maior porcentagem de cobertura das folhas, porém houve interação significativa entre tratamentos, posições de amostragem e faces das folhas, em média, a cobertura foi maior na parte de baixo da planta e na face inferior das folhas. Os resultados obtidos indicam, ainda, a inadequação do equipamento, sugerindo a necessidade do desenvolvimento de novas técnicas condizentes com as condições do sistema de produção, ou mesmo a modificação do sistema de condução da cultura. A metodologia utilizada nas avaliações mostrou-se adequada aos propósitos do trabalho.

Palavras-chave: pulverização, cobertura, videira

LEAF COVERAGE EVALUATION OF PESTICIDE APPLICATION ON GRAPEVINES

ABSTRACT

Vinegrowers in the north of Parana State grow grapevines in arbor, making pesticide application difficult. Many of them can not afford tractor mounted sprayers. They have chosen to develop stationary equipment home-made. The application is done from bottom to top, without air assistance. The aim of this study was to evaluate the features of this application system using spray coverage evaluation on the leaves. Four treatments and four randomized blocks were used, including different nozzles, pressures, droplet sizes and application rates, applying a mixture of fungicide and fluorescent tracer. The spray coverage was evaluated on the upper and lower surfaces of the leaves by using an ultraviolet light. The results showed that the use of smaller droplets has not offered higher spray coverage. There has been significant interaction among application conditions, position and leaf faces. The spray coverage was higher on the bottom of the arbor and on the lower faces of the leaves. The results

¹ Prof. Assistente-Doutor, Doutor em Agronomia, Departamento de Engenharia Rural, FCA-UNESP, CP 237, CEP 18603-970, Botucatu, SP, Brasil, fone (014)821-3883 e fax (014)821-3438. E-mail ulisses@fca.unesp.br

² Prof. Adjunto, Mestre em Agronomia, UEL-CCA-AGR, CP 6001 CEP 86051-990, Londrina, PR, Brasil, fone (043)371-4555 e fax 043-3714079. E-mail abisaab@uel.br

obtained showed that the equipment is not appropriate, which suggests the need of development of new techniques of spraying and plant growing. The applied methodology was proved to be appropriate to the aims of this work.

Key words: spraying, coverage, grapevine

INTRODUÇÃO

A cultura da videira é um bom exemplo da adaptação de espécies originárias de outras regiões. A uva é produzida, hoje, em praticamente todas as regiões do Brasil, com grande importância econômica no sul do país, e em todas as regiões de produção existem cultivares nobres de mesa e de vinhos considerados de boa qualidade. No Paraná, várias são as regiões produtoras, especialmente a região norte, no eixo Londrina-Maringá, onde nos últimos anos ocorreu um grande desenvolvimento, em especial das cultivares Itália e Rubi, de origem européia. Sobre a cultivar Piróvano 65 (Itália), Simão (1971) descreve: “Planta vigorosa, produtiva; cachos e bagas grandes, de cor branco-esverdeado, de forma ovóide, polpa trincante. Susceptível a doenças e exigente em tratos culturais. Esta cultivar está, hoje, sendo cultivada com sucesso na região de Presidente Prudente e Londrina.” Como toda cultura explorada economicamente, a videira está sujeita ao ataque de pragas e doenças.

São várias as doenças e pragas que atingem a videira. Com a introdução das espécies americanas e da prática de enxertia, muitas delas deixaram de ter importância; entretanto, as cultivares européias, consideradas nobres, estão sujeitas a várias doenças e sua produção só é possível com um programa intensivo de controle químico.

Dentre as doenças mais importantes que atacam a videira está o míldio (ou mufa) causada pelo fungo *Plasmopara viticola* (B); trata-se de uma doença criptogâmica (impede a formação das flores) que ataca a planta por ocasião do seu desenvolvimento vegetativo. Existem vários produtos químicos recomendados para a prevenção e eliminação do míldio. Braga (1988) cita os fungicidas Captan, Zineb, Ziram, Maneb, Orthocide 50 e Acti-dione como preventivos, e o Metalaxil como curativo, recomendados para a prevenção ou eliminação da doença. Nota-se, entretanto, que os produtores utilizam ainda, em larga escala, a calda bordalesa (mistura de sulfato de cobre e cal, diluídos em água) como produto químico de prevenção à doença, sendo que a cultivar Itália necessita de 40 a 50 aplicações anuais (Murayama, 1980).

Segundo Simão (1971) a videira, como planta sarmentosa, tem necessidade de tutores para sua exploração, sendo dois os tipos principais de apoio: caramanchão (latada ou pérgola) e espaldeira (casca). A condução da cultura em espaldeira é mais recomendável, de maneira a facilitar os tratos culturais; entretanto, observa-se a campo maior utilização da condução na forma de caramanchão, dificultando muito a aplicação de defensivos na parte aérea da planta, o que é de suma importância para a sobrevivência econômica desta atividade.

Na região de Londrina, Paraná, a maior parte dos viticultores não tem condições econômicas para adquirir equipamentos tratorizados (turboatomizadores); em seu lugar, são utilizados sistemas estacionários desenvolvidos pelos próprios viticultores, compostos de reservatório, bomba de pistões, mangueiras e lança com bicos; a aplicação é feita manualmente, de baixo para cima,

e sem auxílio de fluxo de ar, fato que confere peculiaridade ao sistema. Por se tratar de um sistema de aplicação de defensivos desenvolvido pelos próprios viticultores, não existem estudos sobre as suas características. Tompkins et al. (1983) observaram que são necessários estudos sobre os parâmetros de aplicação para se obter melhor nível de controle da doença.

Uma das formas usuais de avaliação da qualidade de uma pulverização é a quantificação da cobertura da folha pela calda pulverizada. São exemplos da utilização deste conceito os trabalhos de Tompkins et al. (1983), Val et al. (1988), Babcock et al. (1990), Irla (1990), Maithia (1991) e Evans et al. (1994). Himel (1969), Tompkins et al. (1983), Irla (1990) e Evans et al. (1994) utilizaram traçante fluorescente na calda aplicada e realizaram avaliações da cobertura das partes das plantas, iluminando as amostras com luz ultravioleta. Derksen & Breth (1994), utilizaram uma escala de 10 valores para observarem a cobertura proporcionada pela aplicação de fósforo inorgânico misturado à água e pulverizado em macieiras. As folhas amostradas foram observadas, também neste caso, sob iluminação de lâmpada ultravioleta. A automação da análise de imagens de alvos pulverizados com traçante fluorescente, através de equipamentos eletrônicos, foi utilizada com sucesso por Irla (1990), Steden (1992) e Evans et al. (1994); entretanto, Salyani et al. (1987) apresentam limitações ao uso desta técnica ressaltando que é necessário um grande contraste da imagem para que a avaliação seja acurada.

Com relação ao tamanho das gotas pulverizadas, Courshee, citado por Matuo (1990) apresenta uma equação que define a porcentagem de cobertura de um alvo em função de diversos fatores, diretamente proporcional ao volume de aplicação, à taxa de recuperação e ao quadrado do fator de espalhamento das gotas, e inversamente proporcional à superfície foliar e ao diâmetro das gotas. Analisando-se a relação entre os fatores que compõem a equação, nota-se que uma cobertura maior pode ser obtida, teoricamente, através de aumento no volume de calda aplicada ou na diminuição do tamanho da gota, entre outras possibilidades. Neste sentido, pode ser citado o trabalho de Steden (1992), onde o autor argumenta que a importância do tamanho das gotas aumenta em função do aumento da dificuldade de alcance do alvo. Para a condição citada, gotas menores proporcionaram melhores resultados. No mesmo trabalho, o autor faz outras considerações importantes, ressaltando que no caso da face inferior das folhas, o volume de calda e o tamanho das gotas podem ceder lugar, em importância, a outros fatores como, por exemplo, ao fluxo de ar; um exemplo disto está no trabalho de Salyani (1988) que utilizou, em folhas de citrus, um sistema gerador de gotas com orifício vibratório, auxiliado por fluxo de ar, para estudar o efeito do tamanho da gota na eficiência de deposição, chegando à conclusão de que as gotas menores apresentavam eficiência de cobertura menor. Tompkins et al. (1983) e Maithia (1991) relatam melhores coberturas em função de maiores volumes de calda aplicada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o sistema de aplicação de defensivos utilizado pelos viticultores na região de Londrina, PR, com diferentes bicos, pressões, tamanho de gota e volume total de calda.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Londrina, PR, com latitude 23°23'S, longitude 51°11'W e altitude 566m. A classificação climática, segundo W. Köppen, é Cfa. A videira da cultivar Itália, com aproximadamente 20 anos, está plantada em espaçamento de 6 x 4m, a forma de condução utilizada é em caramanchão, com altura aproximada de 2m e o equipamento utilizado foi construído pelo próprio viticultor, com uma bomba de 2 pistões acionada por motor elétrico, manômetro, reservatório em alvenaria, mangueiras, registros e lança com 3 bicos; para a realização das pulverizações nas parcelas foi utilizado um reservatório de fibrocimento, e os bicos utilizados foram D5 Yamaho (jato plano) e TXVK4 Spraying Systems (jato cônico vazio). Os seguintes materiais e equipamentos foram utilizados: corante fluorescente derivado de uréia/formaldeído, fungicida Maneb (Manzate), manômetro-padrão, manômetro de serviço, sacos de papel, trena, régua plásticas, barbante, termohigrômetro, calculadoras, balanças e lâmpada ultravioleta. A calda foi preparada com a mistura do fungicida e corante fluorescente em água, nas seguintes proporções: 70ℓ de água, 140g de fungicida (produto comercial) e 500g de corante; o fungicida foi utilizado com o objetivo de possibilitar a mistura do corante com a água (Antuniassi et al., 1996) e, como o corante não é solúvel em água, havia dificuldade para sua utilização com a finalidade proposta neste trabalho, enquanto a utilização de espalhantes poderia alterar as características da pulverização. Desta forma, o corante foi misturado, inicialmente, ao fungicida e, posteriormente, à água, obtendo-se assim uma calda apropriada à pulverização.

Caracterização da pulverização realizada pelos viticultores

Determinaram-se as condições normais de trabalho do viticultor, através da medição da vazão dos bicos, do volume total de calda, e da pressão e do DMV proporcionados pelo equipamento de pulverização, utilizando-se as metodologias descritas a seguir. Os parâmetros determinados, vazão de 0,5ℓ.min⁻¹ em cada bico de jato plano Yamaho D5, volume de calda de 1035ℓ.ha⁻¹, pressão de 626kPa (89lb.pol⁻²) e DMV de aproximadamente 120μm, serviram de base para a definição dos tratamentos utilizados neste trabalho.

Determinação do diâmetro mediano volumétrico (DMV) e do diâmetro mediano numérico (DMN)

Por se considerar necessário conhecer o tamanho da gota gerada pelos bicos utilizados neste trabalho, realizou-se a aferição do tamanho de gotas, de acordo com a metodologia utilizada pela Divisão de Engenharia Agrícola do Instituto Agrônomo - DEA/IAC - Jundiaí, SP (Ramos, 1995) cuja descrição resumida é apresentada a seguir.

Utilizando-se os bicos e as pressões de trabalho estudadas, aplicou-se uma solução a 0,1% do corante Rodamina B500, em água, sobre tiras de papel Kromekote, em local protegido de vento e radiação solar direta, com altura aproximada de 1m dos alvos; para cada aplicação foram realizadas 2 repetições de 3 tiras de papel. Em microscópio ótico, de ocular equipado com escala classificaram-se, pelo diâmetro observado, 50 gotas de cada amostra; os dados obtidos foram digitados em uma planilha eletrônica onde se obteve a distribuição das gotas por classe de tamanho e seus respectivos percentuais dos diâmetros e números médios, após serem efetuadas as correções devidas à aferição

do microscópio e ao fator de espalhamento; esses percentuais foram, então, aplicados a um programa de computador para ajuste à equação de melhor representação da distribuição; a seguir, obteve-se o DMV e o DMN, através de simulação pelo modelo ajustado.

Esta aferição foi considerada necessária para, partindo-se do DMV das gotas normalmente aplicadas, definir as alternativas a serem utilizadas. Vale ressaltar que tais informações não existem em literatura para o bico Yamaho D5, nem mesmo nos manuais do fabricante. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de DMV, DMN e DMV/DMN, em função de diferentes pressões e vazões, para os bicos de jato plano Yamaho D5 e de jato cone vazio Spraying Systems TXVK4

| Tipo de bico | Pressão (kPa) | Vazão (ℓ.min ⁻¹) | DMV fabricante (μm) | DMV obtido (μm) | DMN obtido (μm) | DMV/DMN |
|--------------|---------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------|
| D5 | 410 | 0,352 | nd. | 159 | 87 | 1,83 |
| TXVK4 | 620 | 0,350 | 107 | 138 | 66 | 2,09 |
| D5 | 630 | 0,502 | nd. | 120 | 61 | 1,97 |
| TXVK4 | 1370 | 0,530 | 95 | 100 | 79 | 1,27 |

nd.: Não disponível, DMV (diâmetro mediano volumétrico), DMN (diâmetro mediano numérico)

Definição dos tratamentos

O experimento foi desenvolvido utilizando-se blocos casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições, em parcelas de 5 x 2 m (10m²); a análise estatística foi realizada em parcelas subdivididas e subsubdivididas, em função das posições de amostragem e das faces das folhas, respectivamente. A denominação dessas divisões foi realizada da seguinte maneira: posições “Cima” e “Baixo”, para as folhas coletadas na parte de cima e na parte de baixo da massa de folhas das videiras, e faces “superior” e “inferior”, para as avaliações nas faces superior e inferior das folhas coletadas.

Partindo-se da condição de aplicação normalmente utilizada pelo viticultor (bico de jato plano Yamaho D5 com pressão de 626kPa, proporcionando 1035ℓ.ha⁻¹ e DMV de 120μm), definiram-se as condições alternativas, visando alterar o volume de calda aplicado e/ou o tamanho das gotas; convencionou-se, assim, chamar de tratamento 1 o bico Yamaho D5 com volume de calda mais baixo (700ℓ.ha⁻¹) proporcionando DMV de 159μm; tratamento 2, bico e volume de calda usuais (120μm e 1035ℓ.ha⁻¹ e); tratamento 3, bico de jato cone Spraying Systems TXVK4, com menor volume de aplicação (700ℓ.ha⁻¹) e DMV de 138μm e tratamento 4, bico TXVK4, com volume usual de aplicação (1035ℓ.ha⁻¹) e DMV de 100μm. O volume de calda previsto em cada tratamento foi dimensionado em função da vazão de cada bico, considerando-se a manutenção das condições normais de aplicação, as quais estão relacionadas ao deslocamento longitudinal do viticultor na parcela, manejando a lança de pulverização de um lado para o outro, transversalmente, de maneira a atingir a totalidade das plantas na parcela; entretanto, durante a aplicação dos tratamentos 3 e 4, o viticultor modificou a condição de aplicação por iniciativa própria (reduziu a velocidade de caminhar na parcela) baseando-se em sua percepção da qualidade da aplicação; deste modo, os valores médios de volume de calda aplicada, calculados em função da vazão e do tempo de aplicação em cada parcela e extrapolados para ℓ.ha⁻¹, ficaram como descrito na Tabela 2, resultando em condições com características diferentes das planejadas inicialmente.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos em função do tipo de bico e dos valores médios de pressão de trabalho, DMV, vazão, tempo de aplicação nas parcelas e volume total de calda

| Tratamento | Bico | Pressão (kPa) | DMV (µm) | Vazão* (ℓ.min ⁻¹) | Tempo para 10 m ² (s) | Volume de calda (ℓ.ha ⁻¹) |
|------------|-------|---------------|----------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | D5 | 408 | 159 | 1.055 | 40 | 703 |
| 2 | D5 | 626 | 120 | 1.505 | 41 | 1035 |
| 3 | TXVK4 | 619 | 138 | 1.050 | 59 | 1033 |
| 4 | TXVK4 | 1371 | 100 | 1.590 | 46 | 1219 |

* Vazão total da lança com 3 bicos

Aplicação

Para evitar a deriva durante as aplicações, cada parcela foi protegida por uma cortina plástica e os frutos foram envolvidos em sacos plásticos para evitar a marcação pelo corante. Para os tratamentos avaliados, foram realizadas 4 repetições, executadas pelo próprio viticultor, objetivando manter as características normais de trabalho; os bicos foram mantidos a uma distância média de 50cm da parte de baixo da massa de folhas do caramanchão e em cada parcela foram coletados os dados relativos à temperatura e umidade relativa do ar (29°C e 45%, em média). O vento foi considerado nulo nas parcelas, em função da presença da cortina plástica no momento da aplicação.

Avaliação da cobertura das folhas pela calda de pulverização

Após aproximadamente 15 minutos da aplicação de cada tratamento, tempo suficiente para a secagem da calda, foram coletadas 50 folhas de cada parcela (25 folhas na parte de cima e 25 na parte de baixo da massa de folhas das plantas) sendo que cada uma foi colocada num saco de papel identificado, com o objetivo de se estimar a porcentagem de área coberta nas faces inferior e superior das folhas pela calda de pulverização. Em função da utilização do corante fluorescente, essas avaliações foram realizadas em sala escura, contando-se somente com a iluminação através de lâmpada ultravioleta. Para facilitar e proporcionar maior precisão a esta estimativa, elaborou-se uma escala de notas, utilizando-se os seguintes critérios: adotou-se um padrão de cobertura considerado satisfatório (100%) correspondendo a uma situação com a superfície da folha totalmente iluminada pela luz ultravioleta; seguindo-se este parâmetro de avaliação da área da folha iluminada pela luz ultravioleta, separaram-se folhas com avaliações correspondentes a uma escala de notas variando de 0 a 100% de cobertura (variando de 10 em 10%). A avaliação de cada folha amostrada nas parcelas foi feita através de sua comparação com os padrões estabelecidos na escala de notas, incluindo a possibilidade de uma nota intermediária para cada avaliação; assim, foi possível a adoção de notas de 0 a 100% de cobertura, com valores variando de 5 em 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações da porcentagem de área coberta nas folhas pela calda de pulverização são apresentados na Tabela 3. Observa-se que os tratamentos com bicos D5 (tratamentos 1 e 2) apresentam melhores resultados que aqueles com bicos TXVK4 (tratamentos 3 e 4); entretanto, não se verificou diferença significativa entre os tratamentos 1, 2 e 4.

Comparando-se os tratamentos 1 e 3, observa-se que a adoção do bico que proporciona gotas com menor DMV não resultou em melhor cobertura, nem mesmo com o aumento do volume de calda aplicada, comprovando a hipótese do viticultor de que a pulverização não estava adequada (daí a modificação da condição de aplicação, com o conseqüente aumento do volume de calda). Constatou-se, efetivamente que a pulverização com gotas maiores proporcionou melhor cobertura, com diferença significativa; isto pode ser explicado pela quantidade de movimento adquirido pelas gotas (momento linear), função da velocidade e da massa da gota, que leva uma gota de massa

Tabela 3. Valores médios de cobertura (% de área coberta) com diferentes pulverizações sobre as faces superior e inferior das folhas, localizadas na parte de cima e de baixo da massa de folhas de videiras

| Tratamento | Posição ¹ | Face ² | Médias ³ |
|----------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | C | s | 53,65 |
| | | i | 40,85 |
| | B | s | 47,15 |
| | | i | 67,25 |
| 2 | C | s | 44,41 |
| | | i | 44,36 |
| | B | s | 36,65 |
| | | i | 69,21 |
| 3 | C | s | 23,56 |
| | | i | 29,87 |
| | B | s | 36,70 |
| | | i | 65,35 |
| 4 | C | s | 28,65 |
| | | i | 48,85 |
| | B | s | 40,96 |
| | | i | 60,97 |
| Médias para tratamentos | | | |
| 1 | | 52,23 a | |
| 2 | | 48,66 a | |
| 3 | | 38,86 b | |
| 4 | | 44,86 ab | |
| Médias para posições | | | |
| C | | 39,23 b | |
| B | | 53,03 a | |
| Médias para faces | | | |
| s | | 38,97 b | |
| i | | 53,34 a | |
| F Tratamentos | | | 7,56 ** |
| F Posições | | | 72,52 ** |
| F Faces | | | 63,15 ** |
| F Tratamentos x Posições | | | 4,96 * |
| F Tratamentos x Faces | | | 4,12 * |
| F Posições x Faces | | | 36,71 ** |
| F Tratamentos x Posições x Faces | | | 4,61 * |
| C.V. (%) | | | 15,67 |

¹ C e B: parte de cima e de baixo da massa de folhas do caramanchão, respectivamente

² s e i: faces superior e inferior das folhas, respectivamente

³ As médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

* e ** indicam significância a nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

maior a uma distância também maior, quando arremessada de baixo para cima (como é o caso da forma de pulverização em questão). Esta massa maior faz com que a gota sofra menor influência de outras forças como, por exemplo, a resistência do ar e a turbulência causada pelo movimento do ar devido ao deslocamento das gotas do jato de pulverização; além disso, as gotas menores apresentariam menor tempo de duração, em função da evaporação. Na comparação dos tratamentos 2 e 4, observou-se a mesma tendência de comportamento, porém a diferença na cobertura não foi significativa, possivelmente em função das maiores vazões utilizadas. Estas observações confirmam as considerações de Steden (1992) e Salyani (1988) de que, não necessariamente, uma gota menor propicia melhor cobertura.

A avaliação da cobertura das folhas pelo corante mostrou que nas folhas coletadas na parte de baixo da planta houve maior cobertura, com diferença significativa em relação à parte de cima; o mesmo pode ser observado quando se comparam as faces inferior e superior das folhas. Os resultados relativos à cobertura das folhas, em função das posições de amostragem e face das folhas, estão ligados diretamente à própria forma de aplicação (de baixo para cima); então, as folhas da parte de baixo da planta atuam como barreira à passagem da calda, fazendo com que a cobertura seja maior na parte de baixo da planta.

As análises dos contrastes entre as médias obtidas para porcentagem de área coberta das folhas nas interações entre tratamentos, posições de amostragem e faces das folhas, são apresentadas nas Tabelas 4 a 9.

Tabela 4. Análise dos contrastes entre as médias¹ de área de cobertura das folhas (%) para a combinação Tratamentos x Posições

| Tratamentos combinados com posição cima | | Tratamentos combinados com posição baixo | |
|---|---------|--|---------|
| 1 | 47,25 a | 1 | 57,20 a |
| 2 | 44,38 a | 2 | 52,93 a |
| 3 | 26,72 b | 3 | 51,02 a |
| 4 | 38,75 a | 4 | 50,96 a |
| Posições combinadas com tratamento 1 | | Posições combinadas com tratamento 2 | |
| Cima | 47,25 b | Cima | 44,38 b |
| Baixo | 57,20 a | Baixo | 52,93 a |
| Posições combinadas com tratamento 3 | | Posições combinadas com tratamento 4 | |
| Cima | 26,72 b | Cima | 38,75 b |
| Baixo | 51,02 a | Baixo | 50,96 a |

¹ As médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

Observa-se, na Tabela 4, que não houve diferença entre os tratamentos para as folhas amostradas na parte de baixo da massa de folhas da planta, enquanto na parte de cima houve menor cobertura no tratamento 3, fato este que reforça as observações feitas anteriormente, relativas à forma de aplicação. Como a aplicação é feita com os bicos muito próximo das folhas na parte de baixo da planta, ocorre uniformização do resultado entre os tratamentos, enquanto as diferenças aparecem somente quando a nuvem de gotas ultrapassa a massa de folhas. O mesmo raciocínio pode ser aplicado na análise das diferenças entre os tratamentos, quando avaliadas nas faces inferior e superior das folhas, conforme observado na Tabela 5.

Tabela 5. Análise dos contrastes entre as médias¹ de área de cobertura das folhas (%) para a combinação Tratamentos x Faces

| Tratamentos combinados com face superior | | Tratamentos combinados com face inferior | |
|--|---------|--|--------|
| 1 | 50,40a | 1 | 54,05a |
| 2 | 40,53ab | 2 | 56,78a |
| 3 | 30,13b | 3 | 47,61a |
| 4 | 34,80b | 4 | 54,91a |
| Faces combinadas com tratamento 1 | | Faces combinadas com tratamento 2 | |
| Superior | 50,40a | Superior | 40,53b |
| Inferior | 54,05a | Inferior | 56,78a |
| Faces combinadas com tratamento 3 | | Faces combinadas com tratamento 4 | |
| Superior | 30,13b | Superior | 34,80b |
| Inferior | 47,61a | Inferior | 54,91a |

¹ As médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

Com relação à interação entre as coberturas avaliadas nas posições de amostragem e faces das folhas, observa-se que há uma cobertura significativamente maior na face inferior das folhas que se localizam na parte de baixo da massa de folhas das plantas, sendo que os demais resultados não diferem de forma significativa, conforme observado na Tabela 6, comprovando a atuação das folhas de baixo como barreira à passagem da calda.

Tabela 6. Análise dos contrastes entre as médias¹ de área de cobertura das folhas (%) para a combinação Posições x Faces

| Posições combinadas com face superior | | Posições combinadas com face inferior | |
|---------------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|
| Cima | 37,57 a | Cima | 40,98 b |
| Baixo | 40,36 a | Baixo | 65,70 a |
| Faces combinadas com posição Cima | | Faces combinadas com posição Baixo | |
| Superior | 37,57 a | Superior | 40,36 b |
| Inferior | 40,98 a | Inferior | 65,70 a |

¹ As médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

Analisando-se o contraste entre as médias dos tratamentos, e se considerando a interação tratamentos x posições x faces (Tabela 7 e Figura 1) observa-se que na parte de baixo da massa de folhas

Tabela 7. Análise dos contrastes entre as médias dos tratamentos na análise de área de cobertura das folhas (%) considerando-se a combinação Tratamentos x Posições x Faces

| Tratamentos combinados com posição Cima e face superior | | Tratamentos combinados com posição Cima e face inferior | |
|--|---------|--|----------|
| 1 | 53,65 a | 1 | 40,85 ab |
| 2 | 44,41 a | 2 | 44,36 a |
| 3 | 23,56 b | 3 | 29,87 b |
| 4 | 28,65 b | 4 | 48,85 a |
| Tratamentos combinados com posição Baixo e face superior | | Tratamentos combinados com posição Baixo e face inferior | |
| 1 | 47,15 a | 1 | 67,25 a |
| 2 | 36,67 a | 2 | 69,21 a |
| 3 | 36,70 a | 3 | 65,35 a |
| 4 | 40,96 a | 4 | 60,97 a |

da planta, tanto na face superior quanto na inferior das folhas, não houve diferença entre os tratamentos; já na parte de cima, os tratamentos 3 e 4 (bico TXVK4) apresentaram redução significativa em relação aos tratamentos 1 e 2 (bico D5) quando a cobertura é analisada na face superior das folhas; por outro lado, na face inferior somente o tratamento 3 apresentou redução significativa sem, entretanto, apresentar diferença em relação ao tratamento 1. Analisando-se o conjunto de resultados dos contrastes, observa-se que a nuvem de gotas proporcionada pelos tratamentos que se utilizaram do bico TXVK4 teve maior dificuldade de atravessar a massa de folhas.

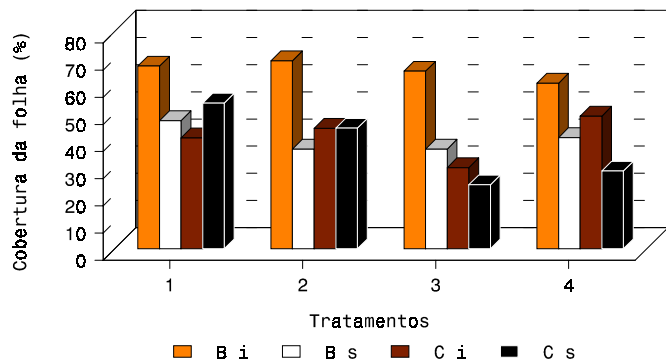


Figura 1. Porcentagem de cobertura das folhas em função dos tratamentos, posição de amostragem e face das folhas. B = Parte de baixo da massa de folhas; C = Parte de cima da massa de folhas; i = Face inferior das folhas; s = Face superior das folhas

Ainda na interação entre tratamentos, posições e faces (Tabelas 8 e 9), se na parte de baixo da massa de folhas da planta a face inferior das folhas sempre recebe maior cobertura em comparação à face superior, na parte de cima da planta isto nem sempre ocorre, sendo que, neste caso, o tratamento 1 (gotas maiores) é o único em que a cobertura é maior na face superior, com diferença significativa. Nos tratamentos 2 e 3 (gotas de tamanho intermediário) não há diferença entre as coberturas nas faces inferior e superior; já no tratamento 4 (gotas menores) a cobertura é significativamente menor na face superior, o que indica que o tamanho da gota influencia a sua capacidade de vencer a barreira

Tabela 8. Análise dos contrastes¹ entre as médias das posições de amostragem para a análise de área de cobertura das folhas (%) considerando-se a combinação Tratamentos x Posições x Faces

| Posições combinadas com tratamento 1 e face superior | | Posições combinadas com tratamento 1 e face inferior | |
|--|--------|--|--------|
| Cima | 53,65a | Cima | 40,85b |
| Baixo | 47,15a | Baixo | 67,25a |
| Posições combinadas com tratamento 2 e face superior | | Posições combinadas com tratamento 2 e face inferior | |
| Cima | 44,41a | Cima | 44,36b |
| Baixo | 36,67a | Baixo | 69,21a |
| Posições combinadas com tratamento 3 e face superior | | Posições combinadas com tratamento 3 e face inferior | |
| Cima | 23,56a | Cima | 29,87b |
| Baixo | 36,70a | Baixo | 65,35a |
| Posições combinadas com tratamento 4 e face superior | | Posições combinadas com tratamento 4 e face inferior | |
| Cima | 28,65b | Cima | 48,85b |
| Baixo | 40,96a | Baixo | 60,97a |

Tabela 9. Análise dos contrastes¹ entre as médias das faces para a análise de área de cobertura das folhas (%), considerando-se a combinação Tratamentos x Posições x Faces

| Fases combinadas com tratamento 1 e posição Cima | | Fases combinadas com tratamento 1 e posição Baixo | |
|--|--------|---|--------|
| Superior | 53,65a | Superior | 47,15b |
| Inferior | 40,85b | Inferior | 67,25a |
| Fases combinadas com tratamento 2 e posição Cima | | Fases combinadas com tratamento 2 e posição Baixo | |
| Superior | 44,41a | Superior | 36,67b |
| Inferior | 44,36a | Inferior | 69,21a |
| Fases combinadas com tratamento 3 e posição Cima | | Fases combinadas com tratamento 3 e posição Baixo | |
| Superior | 23,56a | Superior | 36,70b |
| Inferior | 29,87a | Inferior | 65,35a |
| Fases combinadas com tratamento 4 e posição Cima | | Fases combinadas com tratamento 4 e posição Baixo | |
| Superior | 28,65b | Superior | 40,96b |
| Inferior | 48,85a | Inferior | 60,97a |

¹ As médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, o nível de 5% de probabilidade

da massa de folhas, fazendo com que as gotas maiores tenham maior facilidade de alcançar altura maior, levando-se em consideração, sempre, o fato de que a aplicação é feita lançando-se as gotas de baixo para cima, conforme discutido anteriormente.

Uma análise global dos resultados mostra que a cobertura das folhas pela calda de pulverização pode ser considerada, de maneira geral, inadequada, sugerindo a necessidade do desenvolvimento de novas técnicas condizentes com as condições do sistema de produção, ou mesmo a modificação do sistema de condução da cultura.

CONCLUSÕES

Para as condições específicas de realização deste trabalho, são válidas as seguintes conclusões:

1. A adoção de gotas de menor DMV não propiciou maior porcentagem de cobertura da área das folhas.
2. Os tratamentos 1 e 2, que utilizaram os bicos de jato plano Yamaha D5, apresentam maiores porcentagens de cobertura que os tratamentos 3 e 4, com bicos de jato cônico Spraying Systems TXVK4 não ocorrendo, entretanto, diferença significativa entre os tratamentos 2 e 4.
3. Houve interação significativa entre tratamentos, posições de amostragem e faces das folhas; em média, a cobertura foi maior na parte de baixo da massa de folhas da planta e na face inferior das folhas.
4. Somente no tratamento 1 a cobertura na face superior foi maior que na face inferior das folhas, na parte de cima da massa de folhas da planta.
5. A metodologia utilizada nas avaliações mostrou-se adequada aos propósitos do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U.R.; VELINI, E.D.; MARTINS, D. Spray deposition and drift evaluation of air carrier peach orchard sprayer. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, 1996, Madrid. **Anais...** Madri: Universidade Politécnica de Madrid, 1996. p.279-280.

- BABCOCK, J.M.; BROWN, J.J.; TANIGOSHI, L.K. Volume and coverage estimation of spray deposition using an amino nitrogen colorimetric reaction. **Journal Economic Entomology**, v.83, n.4, p.1633-5, 1990.
- BRAGA, F.G. **Cultura da uva niágara rosada**. São Paulo: Nobel, 1988. 66p.
- DERKSEN, R.C.; BRETH, D.I. Orchard air-carrier sprayer application accuracy and spray coverage evaluations. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.10, n.4, p.463-70, 1994.
- EVANS, M.D.; LAW, S.E.; COOPER, S.C. Fluorescent spray deposit measurement via light intensified machine vision. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.10, n.3, p.441-7, 1994.
- HIMEL, C.M. The fluorescent particle spray droplet tracer method. **Journal Economic Entomology**, v.62, n.4, p.912-6, 1969.
- IRLA, E. Essais comparatifs de pulvérisateurs pour la vigne, 1989. **Rapports FAT**, Tânikon, n.382, 15p. 1990.
- MAITHIA, A.S.K. Optimum volume of spray application for the control of coffee leaf rust. **Kenya Coffee**, v.56, n.662, p.1231-1238, 1991.
- MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal : Funep, 1990. 139p.
- MURAYAMA, S. **Fruticultura**. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1980. 385p.
- RAMOS, H.H. Comunicação verbal. DEA/IAC - Jundiaí/SP. 1995.
- SALYANI, M.; HEDDEN S.L., EDWARDS G.J. Deposition efficiency of different droplet sizes for citrus spraying. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.30, n.6, p.1595-9, 1987.
- SALYANI, M. Droplet size effect on spray deposition efficiency of citrus leaves. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.31, n.6, p.1680-4, 1988.
- STEDEN, C. **Untersuchungen zum einflub der tropfengröße auf die belagsbildung und die biologische wirksamkeit gegen *Oidium tuckeri* Berk. an reben**. Gieben: Justus-Liebig-Universität Gieben, 1992. 118p. Inaugural Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades - Justus-Liebig-Universität Gieben, 1992.
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo : Ceres, 1971. 530p.
- TOMPKINS, F.D.; CANARY, D.J.; MULLINS, C.A.; HILTY, J. W. Effect of volume, spray pressure, and nozzles arrangement on coverage of plant foliage and control of snap bean rust with chlorothalonil. **Plant disease**, Saint Paul. v.67, n.9, p.952-3, 1983.
- VAL, L.M.; PÉREZ, F.J.; CHULIÁ, I.F.; BELLÓN, O.V.; IBÁÑEZ, R. Penetracion e tamaño de gota en hoja de distintos sistemas de distribucion de productos fitosanitarios en cultivos de citricos. In.: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE MECANIZACION AGRARIA, 20, 1988, Zaragoza. **Proceedings...** Zaragoza: Asociacion Nacional de Ingenieros Agronomos, 1988. p.201-7.