



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FABIANO GRIESANG

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO EM VIDEIRAS COM
TURBOATOMIZADORES**

Londrina
2016

FABIANO GRIESANG

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO EM VIDEIRAS COM
TURBOATOMIZADORES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Griesang, Fabiano.

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO EM VIDEIRAS COM TURBOATOMIZADORES /
Fabiano Griesang. - Londrina, 2016.
62 f. : il.

Orientador: Otávio Jorge Grigoli Abi Saab.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Cobertura - Teses. 2. Deposição - Teses. 3. Assistência de ar - Teses. I. Jorge Grigoli Abi Saab, Otávio . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

FABIANO GRIESANG

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO EM VIDEIRAS COM
TURBOATOMIZADORES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Ricardo Ralish
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Hevandro Colanhese Delalibera
Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR

Londrina, 23 de março de 2016.

Dedico este trabalho a família, que sempre acreditou na minha capacidade para superar mais este desafio...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me iluminar e me guiar nesta importante etapa da minha vida.

À minha família, por nunca medirem esforços e acreditarem na possibilidade desta conquista.

Agradeço ao professor e orientador Otávio Jorge Grigoli Abi Saab, não só pelo constante auxílio neste trabalho, mas sobretudo, pela sua amizade desde o início desta experiência de Pós-Graduação e pelo apoio incondicional em todas as etapas deste ciclo de crescimento pessoal e profissional, tanto na Universidade quanto fora dela.

À Associação Norte Paranaense de Estudos em Fruticultura – ANPEF e a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, com o auxílio na forma de bolsa de estudo, possibilitando a execução deste trabalho.

Aos colegas, que neste período compartilharam comigo os mesmos espaços, momentos de dificuldades – enfrentadas por um verdadeiro time, momentos de descontração que tiveram grande importância na manutenção da mente saudável e produtiva.

Aos professores da Universidade Estadual de Londrina, em especial aos vinculados ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos partilhados neste rico período da Pós-graduação.

Ao Professor Dr. Ricardo Ralisch e ao pesquisador do IAPAR Dr. Hevandro Colonhese Delalibera, por acolherem o convite para compor a banca.

Aos colegas do grupo de pesquisa em Tecnologia de Aplicação, doutorandos e graduandos, pela colaboração no desenvolvimento desta pesquisa.

Aproveito também para registrar meus sinceros agradecimentos ao pesquisador na Epagri/Cepaf de Chapecó, Me. Leandro do Prado Wildner, bem como o professor e pesquisador do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Dr. Frederico Fonseca da Silva, por atuarem, de muito boa vontade, como facilitadores de meu ingresso no Mestrado na Universidade Estadual de Londrina.

Gostaria de agradecer também a algumas pessoas que não participaram diretamente na minha vida acadêmica, mas que contribuíram em me manter motivado na busca de meus ideais. As amigas construídas nas quadras de vôlei, amigos da Embrapa e amigos do Igapó: vocês tornaram minha jornada mais alegre e saudável!

GRIESANG, Fabiano. **Tecnologia de aplicação em videiras com turboatomizadores**. 2016. 62 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

A viticultura, semelhante a várias outras frutícolas, é uma atividade agrícola que apresenta grande potencial de crescimento na agricultura brasileira. A alta suscetibilidade às doenças fúngicas têm demandado pulverizações constantes e, para isso, recorre-se ao uso de pulverizadores com elevada capacidade operacional, incluindo o uso de turboatomizadores (pulverizadores de arrasto tratorizados de jato transportado). Os objetivos deste trabalho foram avaliar a influência do ângulo de inclinação da pulverização na cobertura dos cachos de uva, sobretudo na parte superior, possibilitando controle de pragas e doenças, avaliar a deposição de calda em folhas de videira sob diferentes condições de molhamento foliar e testar a influência do uso de gotas de diferentes tamanhos e a influência do uso da assistência de ar, na cobertura e deposição sobre folhas de videira. Para as determinações de cobertura e deposição, a calda foi constituída de uma mistura de cloreto de potássio, sulfato de magnésio e corante fluorescente. Durante o desenvolvimento vegetativo, a cobertura foi determinada com a utilização de alvos artificiais, utilizando papéis hidrossensíveis estrategicamente posicionados na estrutura da parreira, próximo aos alvos de aplicação (dossel foliar). Para análises de deposição, foram coletadas 100 folhas de cada tratamento. A deposição de calda nas folhas foi determinada pela comparação entre a condutividade elétrica obtida da solução de lavagem das folhas e as condutividades obtidas em laboratório a partir de uma curva padrão. Os resultados obtidos permitem concluir que a inclinação em aproximadamente 30° da direção do jato de pulverização em relação a vertical não altera a cobertura da parte superior dos cachos de uva. Para o mesmo volume de calda, independente da direção do jato de ar adotado, o uso de gotas menores (ponta de jato cônico) promove maior cobertura porcentual da aplicação em pulverização nos cachos de uva. Realizar aplicações fitossanitárias em videira com presença de água no limbo foliar causa perdas por escorrimento e reduz o depósito da pulverização. O uso de jato de ar previamente a aplicação é eficaz na remoção de água sobre o limbo foliar de videira e sua utilização permite aumentar a período hábil à aplicação de produtos fitossanitários prevenindo perdas por escorrimento e diluição do produto aplicado. Gotas menores não necessariamente promovem maiores coberturas nas folhas de videira. Nas aplicações sobre folhas, a deposição de calda é otimizada com a utilização de pontas de jato plano na presença de assistência de ar. A diminuição da distância entre a ponta de pulverização e o alvo a ser atingido não melhora significativamente os índices de cobertura e deposição de calda, porém, observaram-se melhorias na distribuição de calda na faixa de aplicação. Percebe-se a possibilidade de trabalhar com gotas um pouco maiores (pontas de jato plano), quando o alvo prioritário for o dossel foliar, enquanto que quando o alvo prioritário for os cachos, a opção adequada é a adoção de gotas menores (pontas de jato cônico).

Palavras-chave: *Vitis* sp.. Papel hidrossensível. Corante fluorescente.

ABSTRACT

Viticulture, like several other fruit growing is an agricultural activity that has great potential for growth in Brazilian agriculture. The high susceptibility to fungal diseases have demanded constant spraying and, therefore, increase to the use of sprays with high operational capacity, including the use of air blast sprayer. The objectives of this study were to evaluate the influence of the angle of the spray on the cover of grape clusters, especially at the top, allowing control of pests and diseases, evaluate the spray deposition in vine leaves under different leaf wetness and test the influence of the use of droplets of different sizes and the influence of the use of air assistance on the coverage and deposition on vine leaves. For measurements of coverage and deposition, the spray solution was composed of a mixture of potassium chloride, magnesium sulfate and fluorescent dye. During vegetative growth, coverage was determined with the use of artificial targets using water sensitive paper strategically placed in the vine structure, close to the application targets (leaf canopy). For the deposition analyzes were collected 100 sheets of every treatment. The spray deposition on the leaves was determined by comparing the electrical conductivity obtained of the washing solution of the sheets and the conductivity obtained in the laboratory from a standard curve. The results showed that the direction of the spray jet in relation to vertical does not alter the cover from the top of the grape clusters. For the same volume of water, regardless of the direction of the adopted air jet, the use of smaller droplets (hollow cone jet) promotes greater percentage coverage in the grape clusters. Perform pesticide applications on vine with the presence of water on the leaf blade causes losses by runoff and reduces the deposit of the spray. The use of air jet prior to application is effective in removing water on the leaf blade and its use can increase the reasonable period for the application of pesticides preventing losses by runoff and dilution of the product applied. Smaller drops do not necessarily promote greater coverage in vine leaves. In applications on leaves, the spray deposition is optimized with the use of flat spray tips in the presence of air assistance. The reduction in the distance between the spray tip and the target to be reached does not significantly improve the coverage ratios and spray deposition, however, improvement was observed in distribution in the spray application range. We see the possibility of working with drops slightly larger (flat fan nozzles) when the priority target is the leaf canopy, whereas when the primary targets are bunches, the appropriate option is the adoption of smaller droplets (hollow cone nozzles).

Keywords: Fluorescent dye. *Vitis* sp. Water sensitive paper.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Conjunto trator e pulverizador utilizado e parreira de uva Benitaka onde a pesquisa foi conduzida.....	27
Figura 2.	Pulverizador com a configuração do jato de ar e barra inclinados em 30° em relação a vertical. Pontas de jato cônico (a e b); e pontas de jato leque (c e d).	33
Figura 3.	Cacho de uva pulverizado com calda contendo corante fluorescente. Faces superior, frontal e posterior, iluminadas com luz clara, luz ultravioleta e imagens processadas pelo software SisCob, respectivamente.	34
Figura 4.	Correlação entre coberturas lidas pelo software SisCob e notas visuais.....	37
Figura 5.	Depósito de pulverização na cultura da videira (variedade Rubi) em função da quantidade de água presente no limbo foliar.....	43
Figura 6.	Localização de alvos artificiais afixados na superfície inferior da videira.....	48
Figura 7.	Acúmulo de depósitos em cada tratamento, em μ Siemens cm-1 cm-2.....	49
Figura 8.	Porcentagem de cobertura sobre papel hidrossensível proporcionada pelos diferentes tratamentos.....	51
Figura 9.	Variação da cobertura de alvos na faixa de aplicação.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Classes de tamanhos de gotas segundo normas ASAE S-572 e BCPC com características correspondentes (DMV e PRD).	22
Tabela 2.	Cobertura porcentual de cachos de uva pulverizados com calda contendo traçante fluorescente, avaliada pelo software SisCob e visual.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	A CULTURA DA VIDEIRA	13
2.1.1	Origens e Hábito de Crescimento	13
2.1.2	A Viticultura no Mundo	14
2.1.3	A Viticultura no Brasil	14
2.1.4	A Viticultura no Paraná	15
2.2	DOENÇAS DA VIDEIRA	16
2.3	CONTROLE FITOSSANITÁRIO	18
2.3.1	Aplicação de Produtos Fitossanitários na Videira	19
2.3.2	Tamanho de gotas de pulverização	21
2.3.3	Pulverizadores com Auxílio de Ar	23
2.3.4	Avaliação das Aplicações	23
3	HIPÓTESES	25
4	OBJETIVOS	26
5	MATERIAL E MÉTODOS	27
6	ARTIGO A: COBERTURA DE CACHOS DE UVA RELACIONADA A INCLINAÇÃO VERTICAL DO JATO DE PULVERIZAÇÃO	30
6.1	INTRODUÇÃO	31
6.2	MATERIAL E MÉTODOS	32
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.4	CONCLUSÕES	37

7	ARTIGO B: DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM VIDEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE MOLHAMENTO FOLIAR	39
7.1	INTRODUÇÃO	40
7.2	MATERIAL E MÉTODOS	41
7.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
7.4	CONCLUSÕES	44
8	ARTIGO C: TIPO DE PONTA E ASSISTÊNCIA DE AR NA COBERTURA E DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM VIDEIRA	45
8.1	INTRODUÇÃO	46
8.2	MATERIAL E MÉTODOS	47
8.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
8.4	CONCLUSÕES	53
9	CONCLUSÕES GERAIS	54
10	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de frutíferas, em especial a videira, gera rendimentos econômicos superiores a diversas outras atividades agrícolas, porém, demanda elevado contingente de mão de obra. Esta característica da atividade justifica a sua adoção por pequenos e médios produtores, especialmente na agricultura familiar. Algumas etapas do processo produtivo de uvas demanda trabalhos onerosos, como a aplicação de produtos fitossanitários durante o ciclo da cultura, sendo os produtores frequentemente expostos aos efeitos nocivos de produtos fitossanitários quando estes não atentam ao uso correto de equipamentos de proteção individual.

A mecanização tem sido adotada no intuito de aumentar a eficiência da mão de obra disponível nas unidades produtivas, de modo a possibilitar o cultivo agrícola em regiões onde é escassa. Dentre as práticas de manejo passíveis de mecanização no cultivo da videira, especialmente àquela conduzida sob o sistema latada, está a aplicação de produtos fitossanitários. Turboatomizadores vem sendo amplamente utilizados pelos viticultores para a aplicação de produtos fitossanitários, substituindo a aplicação por pulverizadores costais e equipamentos estacionários, anteriormente predominantes. Apesar de sua utilização massiva, sua eficácia nem sempre é observada.

A forma de condução da videira em latada dificulta que a aplicação de produtos fitossanitários em pulverização aplicada por meio de turboatomizadores atinja a parte superior e interior dos cachos. Isto se deve, principalmente, ao fato de a aplicação ser realizada de baixo para cima, aliado ao formato do cacho, semelhante a um cone invertido, que dificulta a penetração da calda aplicada. Como a aplicação não contempla satisfatoriamente a face superior dos cachos, este local não é adequadamente coberto pelo produto, o que predispõe à ocorrência de ataques de pragas e doenças, como lagartas, cochonilhas e, principalmente, o oídio.

É frequente a ocorrência de doenças fúngicas que infestam e se disseminam na presença de água livre na superfície das folhas da videira. Este molhamento foliar pode ser observado após chuvas ou após a formação de orvalho em dias de elevada umidade relativa do ar. O momento ideal para a aplicação dos fungicidas é o mais próximo possível da condição em que ocorre a condição para a infecção, ou seja, na presença de molhamento foliar. O inconveniente está na grande diluição a que estes produtos fitossanitários sofrem no momento em que chegam à superfície foliar, geralmente seguido de escorrimento do produto.

Tratando-se do cultivo de uvas sob o sistema de condução latada, perdas de produtos fitossanitários são frequentes, muito relacionadas ao pequeno volume de dossel da cultura e a distância entre as pontas de pulverização e aos diversos pontos a serem atingidos na faixa de aplicação. O volume reduzido do dossel de folhas não é capaz de interceptar todo o produto que é lançado pelo turboatomizador, visto que a velocidade com que as gotas são projetadas do pulverizador em direção ao dossel da cultura faz com que grande parte das gotas atravesse a camada de folhas e acabe se perdendo na atmosfera, sendo possíveis fontes de contaminação do ar, solo, mananciais de água e cultura adjacentes.

É comum atribuir ao produto à falha no controle, quando o problema pode ser causado por erros na aplicação. Inovações no posicionamento dos bicos e da barra de pulverização, assim como o direcionamento do ar na voluta do turboatomizador, podem melhorar a deposição e cobertura dos produtos fitossanitários, favorecendo o controle de pragas e doenças que se desenvolvem em locais de difícil alcance da calda pulverizada, como a face superior e interior do cacho. A eliminação da água livre presente na superfície das folhas, previamente à aplicação, possibilita a antecipação dos tratamentos fitossanitários.

Desta forma, os objetivos deste trabalho foram determinar a inclinação do jato de ar de um pulverizador turboatomizador ideal para a melhor cobertura dos cachos de uva, sobretudo na parte superior, possibilitando controle de pragas e doenças; avaliar a deposição de calda em folhas de videira sob diferentes condições de molhamento foliar e testar a eficiência de um método de ventilação artificial para eliminação da água na superfície foliar; e avaliar a deposição e a cobertura de calda aplicada em folhas de videira, utilizando pontas de pulverização de jato plano e jato cônico vazio, aliados a presença e ausência de assistência de ar, com diferentes distâncias entre as pontas de pulverização e o alvo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA Videira

2.1.1 Origens e Hábito de Crescimento

A uva, uma das mais antigas frutas consumidas pela humanidade, é considerada também uma das primeiras frutas a serem cultivadas pelo homem (SIMÃO, 1998). A origem paleontológica da videira mais aceita é a Groelândia, onde foram encontrados fósseis mais antigos de seus ancestrais (GENTA, 2000). São reconhecidos três centros de origem: a Eurásia, que compreende a região do Cáucaso, entre a Armênia e a Pérsia, de onde surgira a espécie *Vitis vinifera*, principal espécie cultivada no mundo; a América, com uma grande diversidade de espécies, úteis tanto para a produção como para fornecer genes para o melhoramento genético, de onde surgiu a espécie mais cultivada no Rio Grande do Sul, a *Vitis labrusca*; e Ásia Ocidental, com ocorrência de 15 espécies, porém pouco conhecidas e cultivadas (DALL'AGNOL, 2014; SIMÃO, 1998).

Pertencente à família Vitaceae, a videira apresenta grande diversidade genética, sendo classificada em 11 gêneros e aproximadamente 450 espécies. O gênero mais importante é o *Vitis*, com cerca de 50 espécies conhecidas. A espécie *Vitis vinifera* é a única originária da região ocidental da Ásia e Europa. Existem outras espécies que apresentam valor econômico, como as americanas *Vitis rupestris*, *V. riparia*, *V. berlandieri*, *V. labrusca*, *V. licencumii*, *V. aestivalis* e *V. bourquina*; e a asiática *V. amurensis*, cuja característica principal é a resistência ao frio (CHAUVET; REYNER, 1978; GENTA, 2000; SIMÃO, 1998).

Como planta sarmentosa e trepadeira, a videira necessita de um sistema de condução para o crescimento e produção satisfatórios (SIMÃO, 1998). O cultivo da videira está baseado em três sistemas de apoio: caramanchão (latada ou pérgola), espaldeira (cerca) e manjedoura. De um modo geral, as plantas conduzidas em caramanchão apresentam melhor cobertura da superfície do terreno, portanto, apresentam maior eficiência na interceptação solar e, por isso, são mais produtivas (MURAYAMA, 1980). Entretanto, com o crescimento do dossel vegetativo e cobertura total da superfície da área de cultivo, propicia a formação de microclima propício ao desenvolvimento de doenças fúngicas, que comprometem a qualidade dos frutos. O sistema espaldeira tem como vantagens proporcionar a colheita e poda mecânica, apresenta boa aeração e menor custo de implantação. Como desvantagens, o

sistema apresenta tendência ao sombreamento e superfície do dossel pequena, o que resulta em menor produtividade do vinhedo (MIELE; MANDELLI, 2014). O sistema em manjedoura, por sua vez, tem a peculiaridade de oferecer uma maior proteção dos cachos à queimadura do sol (MURAYAMA, 1980) sendo ocasionalmente empregado na viticultura brasileira (MARTINS, 1996).

2.1.2 A Viticultura no Mundo

Segundo dados da OIV (2015), foram cultivados no mundo mais de 7,573 milhões de ha de videira, com produção total próxima a 73,7 bilhões de quilos no ano de 2014. Deste total, aproximadamente a metade da área de cultivo mundial se encontra na Europa, abrangendo predominantemente os países da Espanha, França e Itália. O continente Asiático possui a segunda maior área de cultivo de videira, sendo que a China, devido à alta produtividade ($13,87 \text{ Mg ha}^{-1}$) aliada a grande área de cultivo (800 mil ha), alcança o status de maior produtor mundial, com 11,1 milhões de Megagramas do fruto. Ainda em 2014, o continente americano destinou ao cultivo de uvas em torno de 973 mil ha, alcançando a produção de 15,2 milhões de Megagramas. Deste total, os países Estados Unidos, Chile, Argentina e Brasil responderam por 390, 204, 220 e 82 mil ha e 6,66, 3,2, 2,8 e 1,5 milhão de Megagramas, respectivamente.

2.1.3 A Viticultura no Brasil

A videira foi introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses em 1532, na Capitania de São Vicente (São Paulo). Desde então, a viticultura expandiu-se para outras regiões do país, vindas de Portugal e da Espanha (PROTAS et al., 2014). As cultivares americanas chegaram ao país a partir de 1830, motivadas pela resistência a doenças apresentadas pelos materiais aliada a elevadas produtividades (GENTA, 2000). Mais tarde, a partir da década de 1960, a viticultura rumou para regiões tropicais, com o plantio de vinhedos comerciais de uva de mesa no Vale do Submédio do São Francisco, nordeste semiárido brasileiro. O cultivo de uvas de mesa também atingiu outras regiões do país, onde surgiram importantes polos produtivos: Em 1970, no Norte do Estado do Paraná e na década de 80, as regiões do Noroeste do Estado de São Paulo e no Norte de Minas Gerais (PROTAS et al., 2014).

O cultivo de vinhedos no Brasil vem se consolidando em duas condições de cultivo distintas: apresenta grande importância na sustentabilidade da pequena propriedade e por outro lado tem despertado o interesse de grandes empreendimentos, que tem alavancado o desenvolvimento econômico de algumas regiões, atuando nos segmentos de uvas de mesa e uvas para processamento (MELLO, 2013). A área de cultivo brasileira ocupada pela viticultura em 2014 foi de aproximadamente 77,9 mil hectares, com produção anual estimada em 1,37 milhão de Megagramas (IBGE, 2014). Deste total produzido, em torno de 57% foi destinado à comercialização como uvas de mesa e o restante destinado ao processamento na forma de vinhos, sucos e outros derivados.

A atividade está baseada em ampla diversidade de material genético. São mais de 120 cultivares de *V. vinifera* e mais de 40 cultivares de uvas americanas, com grande participação da casta *V. labrusca* e de híbridas interespecíficas (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

No Brasil, a produção de uvas está amplamente distribuída no território, possibilitando o cultivo em zonas de produção distintas. As regiões de clima temperado são responsáveis pelo maior volume da produção, representado pela tradicional região Sul e regiões de altitude do Sudeste do Brasil e Minas Gerais. Estas regiões caracterizam-se pela presença de um período com baixas temperaturas no inverno que induz as plantas à dormência. A viticultura em região subtropical, representada pelos estados do Paraná e São Paulo, apresenta invernos amenos e curtos, possibilitando o cultivo da videira de forma natural com um ciclo por ano, ou ainda, a obtenção de dois ciclos por ano com o uso de sistemas de manejo especiais. Regiões tropicais, por sua vez, representadas pelo Vale do Submédio do São Francisco, noroeste Paulista e norte Mineiro, apresentam temperaturas suficientemente elevadas a ponto de não induzir a videira à dormência. A videira cresce continuamente e, com o uso de tecnologia apropriada, é possível a obtenção de duas ou mais colheitas por ano, no mesmo vinhedo. Nos últimos anos, a viticultura tropical expandiu-se por vários outros Estados, como Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Rondônia, Ceará e Piauí (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

2.1.4 A Viticultura no Paraná

A viticultura paranaense assume grande importância no cenário nacional, principalmente na produção de uvas finas de mesa. Corresponde a pouco mais de 7,35% do total da área cultivada de uva no país e 5,73% da produção (IBGE, 2014). No ano de 2000, a

região Norte do Estado foi responsável por aproximadamente 20% do total da área cultivada com uvas finas de mesa no Brasil e o município de Marialva representava mais de 10% desse total (GENTA, 2000).

A introdução da cultura da videira no Norte do Estado do Paraná ocorreu durante o processo de colonização, nas décadas de 30 e 40. Com a imigração japonesa em 1960 e introdução da variedade Itália, a cultura ganhou maior importância econômica (GENTA, 2000). Mutações somáticas na variedade Itália verificadas em 1972, 1984 e 1991, em propriedades localizadas no Norte do Estado do Paraná, originaram as variedades de uva Rubi, Benitaka e Brasil, cuja coloração da cutícula foi alterada para vermelha clara, vermelha escura e preta, respectivamente (NACHTIGAL; CAMARGO, 2005).

2.2 DOENÇAS DA VIDEIRA

Muitas doenças podem se desenvolver na videira e são tidas como o principal entrave na produção da cultura, por comprometer a quantidade e a qualidade da produção. Maior importância é dada às de origem fúngica, que trazem grandes prejuízos à cultura se não tratadas adequadamente. Seu aparecimento e desenvolvimento estão associados à susceptibilidade da cultivar e, intimamente, às condições climáticas. A presença de água livre na superfície dos órgãos da planta e a temperaturas elevadas são ideais para diversos fungos (SÔNEGO; GARRIDO; GRIGOLETI JR, 2005).

A grande diversidade de condições climáticas que ocorrem no Brasil, devido a sua imensa extensão territorial, proporciona o favorecimento de uma grande diversidade de doenças, específicas a cada região de cultivo (GOULART, 2009). Para Gomes et al. (2007), no polo de produção do Vale Submédio do São Francisco ocorrem baixas precipitações pluviométricas, e com isso, baixo molhamento foliar da cultura. Nestas condições, a ocorrência de epidemias de oídio, importante doença da cultura, é favorecida. Já nas regiões Sul e Sudeste, onde a presença de água livre sobre os tecidos é muito frequente, doenças como o míldio e podridão do cacho trazem enormes prejuízos se não tratadas adequadamente (LULU, 2008).

As doenças que acometem a videira podem atacar diversos órgãos da planta. As principais doenças fúngicas da parte aérea são o míldio (*Plasmopara viticola*), a antracnose (*Elsinoe ampelina*), a podridão cinzenta (*Botryotinia fuckeliana*), o oídio (*Uncinula necator*), as podridões do cacho causadas por *Glomerella cingulata* e a ferrugem (*Phakopsora euvitis*) (SÔNEGO; GARRIDO; GRIGOLETI JR, 2005).

O míldio, popularmente conhecido por peronospora e mofo, é uma doença endêmica, que causa prejuízos em todos os países viticultores do mundo. Este fungo pode infectar todas as partes verdes da planta, causando maiores danos quando afeta as flores e os frutos. A penetração do fungo está vinculada à presença de umidade para que o esporo do fungo se movimente e penetre na folha via estômato (GENTA, 2000). Segundo Sônego, Garrido e Grigoletti Jr. (2005), os principais sintomas da doença são observados nas folhas, flores e frutos. Nas folhas, os primeiros sintomas visíveis são manchas de coloração verde-claro de aspecto oleoso na face superior, conhecidas como “manchas de óleo”. Em condições de alta umidade, na face inferior da folha, surge uma eflorescência branca (mofo branco), que sai através dos estômatos. As manchas tornam-se necrosadas e de coloração castanho-avermelhada. Frequentemente as folhas atingidas caem prematuramente, comprometendo a nutrição da planta. Na inflorescência, a doença causa deformação, deixando-a com aspecto de gancho, que posteriormente seca e cai. Nas bagas novas, o patógeno pode penetrar diretamente pelos estômatos ou pelo pedicelo. Com o desenvolvimento da doença, em condições de alta umidade, ocorre a formação de uma estrutura branca na superfície das bagas afetadas, constituída pela frutificação do pseudofungo. Nas bagas mais desenvolvidas, o pseudofungo penetra pelo pedicelo e se desenvolve no seu interior, as tornando escuras e endurecidas, com depressões na superfície, e destacando-se facilmente do cacho.

Para Garrido e Sônego (2003), a antracnose é uma doença que afeta todos os órgãos verdes da planta, podendo causar sérios danos tanto à produção do ano como às produções futuras. Embora a temperatura considerada excelente para o progresso a doença seja entre 24 °C e 26 °C (NAVES; GARRIDO, 2014), o fungo se desenvolve em ampla faixa de temperatura e em umidade relativa acima de 90%.

A podridão cinzenta é favorecida com a presença de água livre ou umidade relativa acima de 90% e temperatura próxima a 25°C. O patógeno pode infectar folhas, flores, ramos, pedúnculo e ráquis. Os botões florais secam e caem. Se durante a floração ocorrer infecção do estilete floral, o fungo permanecerá em estado latente e o sintoma só aparecerá no início da maturação da uva, quando ocorre o aumento do teor de açúcar e redução do teor de ácidos (NAVES et al., 2005).

O oídio é uma doença de grande importância em locais com temperaturas entre 20°C e 27°C e baixa umidade relativa do ar. As cultivares europeias (*V. vinifera*) geralmente são suscetíveis. O fungo infecta todos os tecidos tenros da videira. Nas folhas, em ambas as faces, ocorrem formações de massa acinzentada, constituída de micélio e estruturas reprodutivas do fungo. Nas bagas é comum o rachamento, com exposição das sementes, o que permite a

entrada de organismos que causam podridões. Nos ramos em desenvolvimento, formam-se manchas irregulares de cor marrom. O controle químico do oídio deve ser realizado, em condições ambientais favoráveis, do início da brotação até a compactação dos cachos (GARRIDO; SÔNEGO, 2003).

A podridão da uva madura, causada por *Glomerella cingulata*, provoca perdas tanto na qualidade como na quantidade da uva produzida. Embora os sintomas tornem-se visíveis apenas na uva madura, ela pode penetrar em todos os estádios de desenvolvimento do fruto, permanecendo latente até a fase de maturação. A podridão ácida é causada por um complexo de micro-organismos que inclui fungos, bactérias e leveduras presentes na superfície das plantas e sobre o material em decomposição, exalando um odor de vinagre, proveniente do ácido acético produzido pelas bactérias (NAVES et al., 2005).

Causada pelo fungo *Phakopsora euvitis*, a ferrugem foi inicialmente detectada na Ásia e na América do Norte, sendo constatada pela primeira vez no Brasil no ano de 2001, em municípios da região norte do Estado do Paraná. Atualmente, devido ao elevado potencial de disseminação, a ocorrência do patógeno se estendeu aos parreirais de outras regiões vitícolas do país. Os sintomas da ferrugem na videira são lesões amareladas a castanhas, de várias formas e tamanhos nas folhas. Massas amarelo-alaranjadas de uredosporos são produzidas na face inferior das folhas, com manchas escuras necróticas na face superior. Ataques severos do fungo causam senescência e queda prematura de folhas, prejudicando a maturação dos frutos e reduzindo o vigor das plantas no ciclo seguinte. Para o controle, normalmente não são necessárias pulverizações específicas, visto que os produtos fitossanitários aplicados para outras doenças também controlam a ferrugem (NAVES et al., 2005).

Uma ferramenta muito importante para o controle de doenças baseia-se na resistência varietal (SÔNEGO, GARRIDO; GRIGOLETTI, 2005). Porém, esta indução a plantas resistentes nem sempre é possível/viável, sendo então necessária a intervenção com o uso de produtos fitossanitários.

2.3 CONTROLE FITOSSANITÁRIO

Para conter o avanço de fitopatógenos sobre plantas cultivadas e conservar sua produtividade e qualidade, torna-se indispensável a utilização de produtos químicos. Estes produtos fitossanitários devem apresentar elevada eficiência no controle dos patógenos além de serem seguros para o aplicador, para o consumidor e para o ambiente. É imprescindível a utilização de técnicas de aplicação adequadas (BALAN; ABI SAAB; SASAKI, 2006).

Portanto, o produto deve garantir condições sanitárias à planta e manter seu potencial produtivo (TEIXEIRA et al., 2010).

Diversos métodos podem ser adotados para a aplicação de produtos fitossanitários, baseados em aplicações por via sólida, líquida e gasosa. Para o controle de fitopatógenos em plantas cultivadas, a via líquida é a mais utilizada, por ser de fácil utilização e possibilitar a distribuição dos produtos fitossanitários de forma homogênea em toda a superfície do alvo, utilizando a água como veículo (TEIXEIRA, 1997). Com esta via de aplicação, é possível a pulverização, a rega e a nebulização (RAMOS; PIO, 2008).

A pulverização é a forma de aplicação via líquida mais empregada na agricultura. Consiste em um processo mecânico de geração de um grande número de pequenas gotas de uma calda. O produto químico pulverizado é depositado sobre o alvo com a aplicação (CHRISTOFOLETTI, 1999). Um problema observado na agricultura atual, no que se refere ao controle químico de fitopatógenos, está na atribuição de elevada importância ao produto e pouca atenção à técnica de aplicação. A consequência é a perda de eficácia, quando não o fracasso total do tratamento, que levam a perda de rentabilidade e danos ao ambiente (CUNHA; RUAS, 2006).

2.3.1 Aplicação de Produtos Fitossanitários na Videira

Para Naves et al. (2005), a videira, semelhante a outras culturas agrícolas, pode ser atacada por uma infinidade de fitopatógenos no decorrer dos diversos estádios de seu desenvolvimento, desde o plantio até a colheita, que podem comprometer total ou parcialmente a produção. Por essa razão deve-se levar em consideração um conjunto integrado de fatores que vão desde o preparo do solo, escolha e formação das mudas, plantio, até a condução das plantas e podas.

Com a introdução das espécies americanas, reconhecidamente rústicas e resistentes a vários fitopatógenos, aliado ao advento da enxertia, várias doenças e pragas deixaram de ter importância, porém, ainda são muitas as que atingem a videira (ABI SAAB, 2000). As cultivares europeias são suscetíveis a várias doenças e seu cultivo só é possível com um programa intensivo de controle de pragas e doenças (BALAN; ABI SAAB; SASAKI, 2006).

A videira, quando cultivada em condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de fungos, está sujeita a várias doenças, as quais poderão acarretar graves prejuízos se não forem devidamente controladas. Segundo Tarsitano et al. (2013), o controle fitossanitário das videiras da região Noroeste de São Paulo envolve cerca de setenta pulverizações anuais em

cultivares de uvas finas de mesa (*Vitis vinifera* L.), e de trinta e cinco pulverizações em cultivares de uvas rústicas, como a Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L.), o que representa em torno de 20% dos custos operacionais totais da cultura (NAVES; GARRIDO; SÔNEGO, 2006).

Para Sônego, Garrido e Grigoleti Jr. (2005), a interação de alguns fatores relacionados à aplicação com as condições ambientais interferem diretamente na eficácia do controle. A obtenção de resultado positivo na aplicação de fungicidas só é possível se os fatores intrínsecos à aplicação forem corretamente dimensionados: O produto fitossanitário deve ser o mais adequado para o alvo biológico a ser controlado; o momento ideal para a aplicação é quando o patógeno está mais sensível ao produto; e o equipamento deve distribuir o produto de maneira uniforme na área a ser protegida.

Os fungicidas podem ter ação de contato, de profundidade e sistêmica (GARRIDO; SÔNEGO, 2003). Para Reis e Bresolin (2007), os produtos de contato atuam somente no local de aplicação, devendo a calda ser homogeneamente aplicada sobre a superfície de interesse para alcançar boa eficácia. Estes produtos não possuem a capacidade de agir sobre fungos no interior dos tecidos. Como não penetram na planta, possuem pouca persistência, sendo facilmente destruídos pelas altas temperaturas, radiação solar e lavados pela chuva.

Os fungicidas com ação de profundidade diferem dos produtos de contato por possuírem a capacidade de agirem em profundidade nos tecidos. Este grupo de fungicidas também necessita de uma boa cobertura do alvo, pois não se deslocam no interior da planta. Possuem grande eficácia no controle do míldio quando aplicados preventivamente (GARRIDO; SÔNEGO, 2003).

Os produtos sistêmicos apresentam como diferencial às demais formas de ação a propriedade de se deslocarem no interior da planta. Devido a esta característica, não demandam de cobertura uniforme da superfície do alvo, podendo agir em locais da planta que não receberam as gotas pulverizadas com o produto (GARRIDO; SÔNEGO, 2003). Apesar de sua eficiência superior, não é recomendado o seu uso indiscriminado na cultura, não devendo exceder três aplicações em todo ciclo da videira, pois há riscos do aparecimento de raças resistentes de fungos a estes fungicidas (NAVES et al., 2005).

No decorrer dos estádios vegetativo e reprodutivo da videira, é necessária a aplicação de produtos fitossanitários no intuito de inibir ou atenuar a ação de fitopatógenos. Cada fitopatógeno possui uma condição ambiental ideal para sua disseminação, infecção e reprodução, geralmente limitada por condições de temperatura e umidade. Cabe ao

responsável pelo controle fitossanitário do vinhedo detectar essas condições propícias ao desenvolvimento de moléstias e intervir com o produto e com as tecnologias adequadas.

A melhoria na segurança e na efetividade dos métodos de aplicação de produtos fitossanitários em videiras merecem atenção por sua importância técnica e econômica. A seleção correta da tecnologia para a aplicação de fitossanitários em videiras é de suma importância para o resultado final nas aplicações de produtos fitossanitários, pois o objetivo desta pulverização não é uma superfície, mas sim um volume de vegetação (GIL et al., 1998).

Melhorias na uniformidade da distribuição da calda pulverizada são muito importantes, e um maior controle da aplicação é necessário para permitir uma melhor distribuição do produto sobre o alvo. Esses fatores são particularmente importantes nos cultivos de frutíferas onde a heterogeneidade do alvo dificulta a aplicação uniforme nas diferentes partes das plantas (GIL et al., 1996).

Dependendo do sistema de condução da videira, a aplicação de produtos fitossanitários pode ser facilitada ou dificultada. Na Região Norte do Paraná, o sistema de condução mais difundido é a latada, que além de contribuir para a expressão do potencial produtivo do vinhedo, facilita os tratos culturais, a utilização de sombrite, os tratamentos fitossanitários e a colheita (GENTA, 2000).

Este sistema de condução aumenta a superfície foliar da cultura exposta à radiação solar, sendo que a face superior do dossel é responsável por interceptá-la em maior quantidade, enquanto na face inferior encontra-se a grande superfície para a aplicação dos produtos fitossanitários. Diferente de outros alvos de aplicação comuns para culturas agrícolas, na viticultura sob o sistema de condução latada, a aplicação se dá de baixo para cima. Dentre os principais problemas fitossanitários que acometem a cultura, os de origem fúngica são os mais frequentes. Para seu controle, faz-se o uso de fungicidas que na grande maioria dos casos não apresenta sistematicidade na planta, também denominados de produtos protetivos. Assim sendo, é necessária boa cobertura sobre os alvos, que é alcançada fazendo-se uso de maiores taxas de aplicação ou gotas de pulverização de pequeno tamanho.

2.3.2 Tamanho de gotas de pulverização

O tamanho das gotas de pulverização tem grande importância em aplicações de produtos fitossanitários devido à grande influência que pode acarretar sobre a eficiência das aplicações. É este fator que define o potencial de risco de deriva (PRD), que significa a percentagem do volume pulverizado que pode ser perdido pela deriva e consequente

evaporação destas gotas derivadas (CHRISTOFOLETTI, 1999). A nuvem de partículas de pulverização é constituída por gotas de diferentes diâmetros, denominadas de espectro de gotas. O tamanho de gota do espectro que divide o volume em duas partes iguais (metade do volume é formado por gotas de tamanho inferior e a outra metade por gotas de tamanho superior) é definido como diâmetro mediano volumétrico (DMV) e, a partir desta característica, as gotas são classificadas em diversas classes conforme norma da Sociedade Americana de Engenharia Agrícola e Biologia (ASABE) (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de tamanhos de gotas segundo normas ASAE S-572 e BCPC com características correspondentes (DMV e PRD).

Classe de pulverização	Símbolo	Cor	DMV aproximado (Norma ASAE)	DMV (Norma BCPC)	PRD (Norma BCPC)
Muito fina	MF	vermelho	< 100 μm	< 119 μm	> 57 %
Fina	F	laranja	100 - 175 μm	119 - 216 μm	20 - 57 %
Média	M	amarelo	175 - 250 μm	217 - 352 μm	5,7 - 20 %
Grossa	G	azul	250 - 375 μm	354 - 464 μm	2,5 - 5,7 %
Muito grossa	MG	verde	375 - 400 μm	> 464 μm	< 2,9 %
Extremamente grossa	EG	branco	> 450 μm	-	-

Se, por um lado, gotas classificadas como muito finas são altamente suscetíveis à deriva, por outro lado, possibilitam elevado potencial para a cobertura dos alvos. Esta característica é de suma importância para aplicações de produtos fitossanitários protetivos como a grande maioria de fungicidas aplicados na cultura da videira. Estes apresentam pobre ou nenhuma translocação nos tecidos da planta alvo, e são requeridos em toda a superfície sensível às pragas e doenças. Isto é possível por aumentar-se significativamente a área superficial do líquido pulverizado (MATTHEWS, 2000). Para uma gota de determinado volume, é possível gerar oito gotas simplesmente reduzindo o seu diâmetro pela metade.

Gotas muito finas tem pequena energia cinética, devido a sua ínfima massa. Para possibilitar que o líquido alcance o alvo antes que ocorra a evaporação do veículo (caso este seja água), são demandadas tecnologias específicas (VEREECKE et al., 2000). Neste sentido, o emprego do jato transportado nas aplicações as quais se faz o uso de gotas muito finas vem ganhando espaço. Na fruticultura de modo geral, utiliza-se o equipamento pulverizador de arrasto tratorizado de jato transportado, popularmente conhecido como turboatomizador.

2.3.3 Pulverizadores com Auxílio de Ar

Quando a aplicação é feita neste sentido, de baixo para cima, demanda de tecnologia diferenciada para sobressair ao efeito da força gravitacional que direciona as gotas da pulverização para baixo. De modo a suprir esta demanda, passou-se a fazer uso de pulverizadores munidos de assistência de ar. Para suprir esta necessidade, cresce a utilização dos turboatomizadores, que são equipamentos que projetam as gotas em direção ao alvo, por meio de uma corrente de ar gerada por uma turbina, acionada pela tomada de força do trator. Esse equipamento substitui os pulverizadores com pistola ou lança, com maior rapidez e com a mesma eficiência. No mercado, encontram-se equipamentos com sistema para acoplamento no terceiro ponto do trator com tanques de 200 a 1000 litros, sendo que os de tanque menores são os acoplados ao trator e os maiores de arrasto (SOUZA; PALLADIN, 2005).

Os pulverizadores com jato transportado não são caros, são fáceis de operar e efetivos em controle de pragas e doenças, por isso, são os mais comumente utilizados em frutíferas, porém possuem baixa eficiência, visto que uma significativa parte do produto não é depositado no alvo, mas sim perdida no ar e no chão, implicando em perdas econômicas e contaminação ambiental (HOLOWNICKI et al., 2002).

Para Kaul et al. (2002), é indispensável o uso de assistência de ar para que se vença a distância entre o pulverizador e o alvo pretendido, e o volume deste deve ser ajustado para as circunstâncias específicas de aplicação, visando reduzir perdas. O uso apropriado de assistência de ar é exigido para melhorar a distribuição dos produtos fitossanitários aplicados nas diversas partes da planta (MATTHEWS, 2000). É importante que se alcance a intensidade de vento ideal para que ocorra um equilíbrio entre a cobertura das superfícies superiores e inferiores das folhas (VIRET et al., 2003).

A velocidade de ar gerada pelas turbinas dos pulverizadores é um fator importante que influencia na distribuição do líquido aplicado. Com volume e velocidade do ar baixo, o produto aplicado não alcançará o alvo em quantidade suficiente, enquanto em velocidades muito altas o produto é soprado através e acima do alvo, sendo perdido na forma de deriva (VERECKE et al., 2000).

2.3.4 Avaliação das Aplicações

Segundo o Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários (ANDEF/COGAP, 2010), uma vez determinado o alvo biológico e o produto a ser aplicado, o

sistema de pulverização deverá ser capaz de produzir a cobertura adequada do alvo. Esta cobertura se refere à porcentagem de área coberta obtida com a pulverização. Pode ser alcançada através de alterações nas taxas de aplicação e no tamanho das gotas ou pela adição de adjuvantes com propriedades específicas à calda de aplicação. Existem várias formas de mensurar a cobertura proporcionada pela pulverização, seja pela adição de corantes à calda, a utilização de papéis hidrossensíveis ou traçadores fluorescentes.

De acordo com o manual, o emprego de corantes geralmente está aliado à utilização de amostras de papel padronizado, como o papel fotográfico, para que as condições sejam constantes entre as observações. Estes alvos artificiais devem ser colocados em pontos estratégicos da área a ser pulverizada, de modo a aproximar a condição de um alvo natural a que se deseja atingir com a aplicação. Quanto ao corante, recomenda-se utilizar quantidades relativamente altas para provocar manchas bem nítidas sobre o papel.

O papel hidrossensível refere-se a um papel tratado quimicamente que, em contato com gotas de água ou umidade ambiente, desenvolve nítidas manchas azuis. É uma técnica bastante empregada atualmente, devido à sua praticidade. Este possibilita visualizar e constatar distribuição, densidade e dimensionamento das gotas, sendo usado tanto para pulverizações aéreas quanto terrestres (ANDEF/COGAP, 2010).

Segundo Palladini, Raetano e Velini (2005), o uso de traçadores fluorescentes é bastante utilizado em pesquisas, uma vez que o coletor das amostras não consegue identificar as áreas pulverizadas a olho nu, reduzindo os erros de amostragem. Trata-se da utilização de pigmentos fluorescentes diluídos na calda e pulverizados sobre a planta. Partes da planta (folhas, ramos etc.) podem ser destacadas e levadas a uma câmara escura provida de luz ultravioleta (luz negra). O pigmento brilhará intensamente e mostrará exatamente os locais onde as gotas se depositaram. Na cultura da videira, esta técnica vem sendo empregada para mensurar a cobertura proporcionada nos cachos de uva, confrontando os valores entre as superfícies externa e interna dos cachos (CORNELIUS, 2008; WISE et al., 2010).

Já para a quantificação de depósito dos produtos que alcançaram o alvo, a determinação da condutividade elétrica de soluções pode ser um excelente parâmetro de avaliação, tanto em alvos artificiais quanto em folhas. Esta metodologia foi utilizada por Antuniassi, Velini e Martins (1996), Fox et al. (1998), Nogueira (1996) e Velini e Antuniassi (1992). A quantificação é obtida em função da condutividade elétrica da solução de lavagem de alvos (VELINI et al., 1995).

A combinação dos métodos de avaliação quantitativos (de deposição, utilizando a determinação da condutividade elétrica das soluções de lavagem de alvos) e qualitativos (de cobertura utilizando traçante fluorescente) na determinação da eficácia da aplicação foi utilizada com sucesso nos trabalhos de Abi Saab (1996; 2000) e Antuniassi, Velini e Martins (1996).

3 HIPÓTESES

A alteração da direção do fluxo de ar em relação a vertical melhora a cobertura dos cachos de uva;

A água livre sobre o dossel foliar influencia negativamente a eficácia da aplicação de produtos fitossanitários;

A aplicação sem assistência de ar, utilizando-se gotas não tão finas, reduz a perda de produtos para o ar, decorrente das gotas que atravessam o dossel da cultura, melhorando a deposição de produtos na cultura;

Barra de pulverização mais próxima ao dossel da cultura reduz as perdas de produtos fitossanitários e melhora a cobertura do alvo.

4 OBJETIVOS

Avaliar a influência da inclinação do jato de ar de um pulverizador turboatomizador na cobertura dos cachos de uva, sobretudo na parte superior;

Avaliar a deposição de calda em folhas de videira sob diferentes condições de molhamento foliar;

Avaliar o efeito da assistência de ar e da distância das pontas do alvo na deposição e a cobertura de calda aplicada em folhas de videira, utilizando gotas finas e muito finas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em pomar comercial situado em Marialva, Paraná (23°26'10"S e 51°48'29"W), com altitude aproximada de 600 m e clima Cfa, segundo a classificação de Koppen, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. Foram utilizadas parreiras das variedades Rubi e Benitaka, com aproximadamente cinco anos de idade, implantadas em espaçamento de 3 x 4 metros (Rubi) e 3 x 6 metros (Benitaka), entre plantas desencontradas, com altura média de 1,90 metro, conduzidas por estruturas permanentes do tipo latada.

As pulverizações foram realizadas por um trator Valmet adaptado ao espaçamento e altura do pomar e um pulverizador tipo turboatomizador (marca CIAMAG, modelo MAFU 300L), composto por barra seccionada de 10 bicos, sendo três em cada seção lateral (direita e esquerda) e quatro na seção central (direcionada para cima). A Figura 1 mostra o equipamento utilizado e a parreira onde foi desenvolvido o experimento.

Figura 1. Conjunto trator e pulverizador utilizado e parreira de uva Benitaka onde a pesquisa foi conduzida.



Nesta pesquisa foram realizados três experimentos: o experimento **A** avaliou a cobertura em cachos de uva alcançada após alterações no direcionamento da assistência de ar e projeção da pulverização; o experimento **B** avaliou a influência da água livre sobre a superfície foliar na deposição de calda; e o experimento **C** avaliou a cobertura e deposição alcançada a partir de dois tipos de pontas de pulverização, presença e ausência de assistência de ar e aproximação da barra de pulverização à parreira.

Para a avaliação da deposição, foi utilizado o método empregado por Abi Saab (1996; 2000), que determina a condutividade elétrica das soluções obtidas após a lavagem das folhas de videira (alvos). Para tanto, a calda aplicada foi constituída de uma mistura de água potável acrescida de dois marcadores salinos: cloreto de potássio (25 g L^{-1}) e sulfato de magnésio (25 g L^{-1}).

Quinze minutos após as aplicações, tempo suficiente para a secagem da calda, foram coletadas 10 folhas por parcela e acondicionadas em embalagens plásticas identificadas (grupos de dez folhas). Posteriormente, foram lavadas por agitação (30s), alternando entre movimentos horizontais e verticais, em 300 ml de água destilada e deionizada. A solução salina da lavagem foi submetida à medição de condutividade elétrica. Mediu-se a área de cada folha da amostra e em seguida foi calculada a concentração de marcador por área foliar. Para a determinação da área foliar da videira foi utilizada a eq. 1, proposta por Abi Saab (1996):

$$Af = 0,920897 Cf Lf (r^2 = 0,97) \quad (1)$$

em que:

Af – área estimada da folha (cm^2);

Cf – comprimento da folha, medido desde a inserção do pecíolo até a extremidade do limbo foliar, cm, e

Lf – largura máxima da folha, medida entre as extremidades laterais do limbo foliar, cm.

Os valores de área foliar e condutividade elétrica obtidos foram inseridos na eq. 2, de modo a obter valores de depósitos mensurados em condutividade elétrica por unidade de área ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ cm}^{-2}$).

$$D = Cs / Af \quad (2)$$

em que:

D – Depósito ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ cm}^{-2}$);

Cs – condutividade elétrica da solução de lavagem da folha ($\mu\text{S cm}^{-1}$), e

Af – área foliar (cm^2).

Já para a determinação da cobertura, foram utilizados alvos distintos para cada fase do ciclo da cultura: alvos artificiais (papel hidrossensível) nos experimentos realizados na fase vegetativa e marcador fluorescente adicionado à calda para determinação da cobertura em cachos de uva. Após aproximadamente 5 minutos de cada aplicação, tempo suficiente para a secagem da calda nos alvos artificiais, os mesmos foram retirados e imediatamente embalados, em filme de PVC, para se evitar contaminação por umidade ambiental. Enquanto na fase reprodutiva, cujos alvos de aplicação eram os cachos de uva, utilizou-se como marcador fluorescente o corante amarelo Luxcor AML 100, na concentração de 1% (massa/volume), em água. Os alvos naturais (cachos de uva) foram coletados após aproximadamente 15 minutos das aplicações. Cada cacho foi embalado individualmente em sacos de papel. Os cachos foram conduzidos ao laboratório para a análise de cobertura.

As estimativas da cobertura nos alvos artificiais foram obtidas por meio dos softwares Conta Gotas (CANTERI et al., 2001) e Siarcs 3.0 (EMBRAPA), enquanto alvos naturais foram avaliados pelo programa SisCob (JORGE; SILVA, 2009) e submetidos à avaliação visual por escala de notas (duplo cego) (VIEIRA; HOFFMANN, 1989). Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste Tukey em nível de significância de 5%.

6 ARTIGO A: COBERTURA DE CACHOS DE UVA RELACIONADA A INCLINAÇÃO VERTICAL DO JATO DE PULVERIZAÇÃO

Coverage of grape clusters due to the spray jet inclination

RESUMO. A videira, especialmente a variedade Itália e suas mutações somáticas, são bastante suscetíveis às doenças fúngicas. A condução das videiras finas de mesa na forma latada dificulta com que a aplicação de produtos fitossanitários em pulverização atinja a parte superior dos cachos. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a inclinação em relação a vertical do jato de ar e pontas de pulverização de um pulverizador turboatomizador melhora a cobertura dos cachos de uva, sobretudo na parte superior, possibilitando controle de pragas e doenças. Para tal, utilizou-se com a calda um corante fluorescente diluído em água, mensurando-se, com auxílio de luz ultravioleta, a cobertura luz ultravioleta e analisando as imagens através do software SisCob e também visualmente. Os resultados obtidos demonstraram que o sistema tradicional apresenta baixa cobertura na parte superior dos cachos de uva. No entanto, a inclinação em aproximadamente 30° da direção do jato de pulverização não alterou a cobertura da parte superior dos cachos de uva; a adoção de gotas maiores não melhorou a cobertura oriunda da aplicação em pulverização nos cachos de uva; e é imprescindível que o sentido das passadas dos pulverizadores nas entrelinhas da videira seja alternado, para que haja melhor cobertura da aplicação em pulverização nos cachos de uva, independente do sistema adotado.

Palavras chave: assistência de ar, condutividade elétrica, corante fluorescente, tecnologia de aplicação, *Vitis vinifera*.

ABSTRACT. The vine, especially the variety Italy and their somatic mutations, are very susceptible to fungal diseases. The prevalent form of conduct the table grape production (pergola or arbor) hinders that the application of plant protection spray products reaches the top of the bunches. The aim of this study was to evaluate if the air jet inclination of an air-assisted sprayer improves the coverage of grape clusters, especially at the top, enabling control of pests and diseases. It was used a fluorescent spray, evaluating the coverage through illumination with ultraviolet light and analyzing the images through SisCob software and also visually. The results showed that the traditional system presents low coverage on top of grape

clusters. However, the inclination of approximately 30 degrees from the direction of the spray jet does not alter the cover the top of the grape clusters; the adoption of larger drops did not improve coming application coverage in spraying on grape clusters; and it is imperative that the sense of past sprays in vine lines are alternated, so that there is better application coverage in spraying the grape clusters, regardless of the adopted system.

Key words: air assistance, application technology, fluorescent spray, *Vitis vinifera*.

6.1 INTRODUÇÃO

A videira, especialmente a variedade Itália e suas mutações somáticas, são bastante suscetíveis às doenças fúngicas. Esse fato, associado ao cultivo onde o clima é bastante favorável ao desenvolvimento dos agentes causais, torna o tratamento fitossanitário com aplicação de produtos químicos a forma mais eficiente de controle dessas doenças. A forma de condução da videira predominante para a produção de uva de mesa é a latada, a qual dificulta que a aplicação de produtos fitossanitários, em pulverização, atinja a parte superior dos cachos. Isto acontece principalmente porque a aplicação é feita na direção vertical, no sentido ascendente. Assim, as bagas da porção inferior do cacho recebem a maior quantidade de calda e se tornam barreiras para que o produto atinja as bagas da parte superior. Também o formato deste, semelhante a um cone, dificulta que a calda aplicada atinja toda a sua superfície. Na literatura, os poucos trabalhos avaliando a aplicação nos cachos de uva baseiam-se em comparações entre as superfícies externa e interna dos cachos (CORNELIUS, 2008; WISE et al., 2010).

Mesmo com a utilização de auxílio de ar (turboatomizadores), a face superior dos cachos não é adequadamente coberta pelo produto. É justamente nesta face do cacho (superior) que ocorrem os maiores problemas com ataques da doença oídio. Nas bagas é comum o rachamento, com exposição das sementes, o que permite a entrada de organismos que causam podridões e comprometem a comercialização dos frutos (NAVES et al., 2005).

O interior do cacho, também na parte superior, é a região mais propensa ao desenvolvimento das pragas como lagartas dos cachos, cochonilhas, coleópteros e mosca das frutas. Muitos dos equipamentos utilizados para a aplicação na videira foram adaptados de outras culturas frutícolas, como citros, maçãs e pêssegos. O volume de dossel varia muito entre as várias espécies de frutíferas cultivadas, portanto, diferentes também deveriam ser as configurações dos pulverizadores (PEZZI; RONDELLI, 2000).

É comum atribuir ao produto à falha no controle, quando o problema pode estar realmente ocorrendo na aplicação. Como a concentração de produto se torna extremamente variável na superfície das bagas, subdosagens podem acelerar a seleção de pragas e doenças resistentes. Para contornar este problema, tem-se a alternativa da aplicação manual de produtos. No entanto, com a escassez de mão de obra e os riscos de contaminação do aplicador, esta prática tem sido descartada pelos produtores. Inovações no posicionamento dos bicos e da barra de pulverização, assim como o direcionamento do ar na voluta do turboatomizador e volume adequado de ar, podem melhorar significativamente a deposição e cobertura dos produtos fitossanitários na face superior dos cachos de uva e no seu interior, melhorando o controle de pragas e doenças nestes locais.

Pezzi e Rondelli (2000), testando diferentes velocidades de vento e inclinação do jato de ar, conseguiram melhores coberturas e penetração com maiores velocidades e inclinação do jato de ar, mas a avaliação foi feita em papéis hidrossensíveis. Panneton e Lacasse (2004) encontraram melhores resultados para cobertura de alvos caracterizados também por papéis hidrossensíveis em velocidades de operação de até 4,4 km h⁻¹ e ângulo de aplicação de 45°. Pergher et al. (1997) obtiveram menor variação da deposição foliar com a inclinação do jato de ar, no entanto, sem haver acréscimo significativo.

A hipótese testada nesse trabalho é que, durante a aplicação de produtos fitossanitários em videira conduzida em latada (caramanchão), ao inclinar-se o jato de ar de um pulverizador a cobertura da parte superior dos cachos de uva seja aumentada, possibilitando melhor controle de pragas e doenças.

Confirmando-se a hipótese, novos equipamentos poderão ser desenvolvidos, ou ainda adaptações podem ser aplicadas aos equipamentos existentes. Os produtores poderão desfrutar de maior controle de pragas e doenças nos cachos de uva, melhorando a produtividade e qualidade do produto, aumentando a sua rentabilidade e competitividade da atividade.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para este experimento foi utilizada uma parreira da variedade Benitaka, com aproximadamente cinco anos de idade, implantada em espaçamento de 3 metros entre linhas e 4 metros entre plantas desencontradas, com altura média de 1,90 metro, produzindo através de estruturas condutoras permanentes do tipo latada.

O pulverizador turboatomizador utilizado na aplicação foi equipado com defletores, que foram posicionados de forma que o jato de ar saísse com inclinação aproximada de 30°

em relação à vertical, voltada em sentido contrário ao deslocamento do equipamento. Inclinações maiores não foram avaliadas pois ao testá-las observou-se que parte da calda era sugada pelo ventilador, fato acentuado com a utilização das pontas de jato cônico. Devido a esse fato, optou-se por testar também pontas de jato leque que, apesar de produzir gotas de padrão significativamente maior, tornava o direcionamento destas menos disperso. Posicionadores da barra de pulverização também foram desenvolvidos para permitir que os bicos acompanhassem a inclinação do jato de ar (Figura 2).

Figura 2. Pulverizador com a configuração do jato de ar e barra inclinados em 30° em relação a vertical. Pontas de jato cônico (a e b); e pontas de jato leque (c e d).



As pontas de pulverização utilizadas foram: TX80067VK (Ponta Teejet: Jato cônico vazio, gerando gotas muito finas), na pressão aproximada de 900 kPa; e ponta XR110015 (Ponta Teejet: Jato plano de uso ampliado, gerando gotas finas) na pressão aproximada de 160 kPa; A velocidade de deslocamento foi de 3,14 km h⁻¹. A vazão de cada ponta, nas respectivas pressões, foi de 0,44 L min⁻¹, totalizando 4,4 L min⁻¹ na barra e taxa de aplicação de 280 L ha⁻¹. A pulverização teve início às 9:15 horas e terminou às 10:45 horas. Durante as aplicações a temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento variaram entre 21,5 a 23,8 °C, 60 a 69% e 2,1 a 4,6 km h⁻¹, respectivamente.

A calda foi constituída de uma mistura de corante fluorescente amarelo Luxcor AML 100 a 1% (massa/volume) em água. As aplicações foram realizadas nas entrelinhas da cultura, em uma única passada.

Constituíram-se então quatro tratamentos, como descritos a seguir:

C0°) jato de ar na direção vertical e pontas de jato cônico (condição utilizada pelo produtor);

C30°) jato de ar com inclinação de 30° e pontas de jato cônico;

L0°) jato de ar na direção vertical e pontas de jato leque;

L30°) jato de ar com inclinação de 30° e pontas de jato leque.

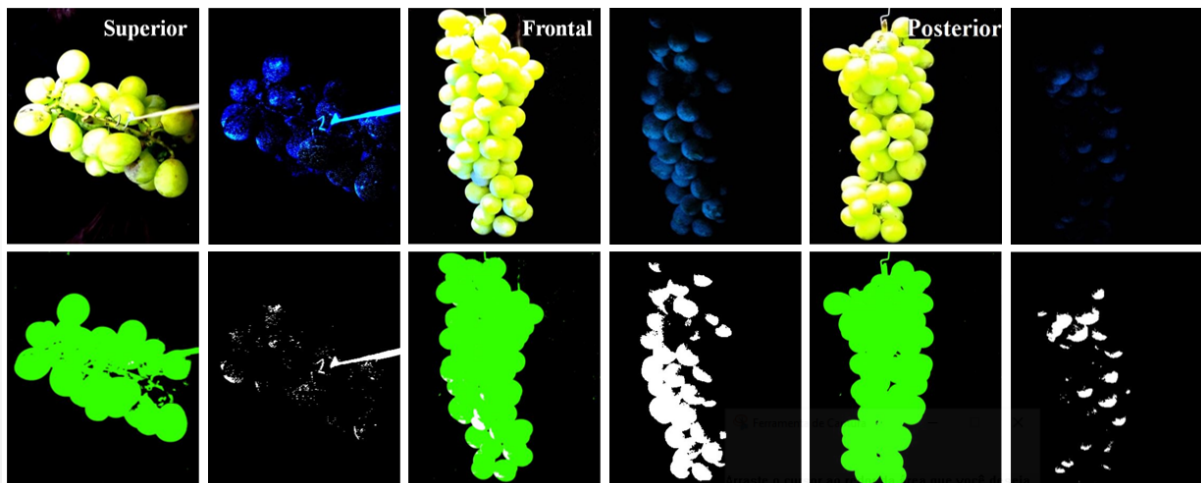
Cada tratamento foi composto por 10 repetições. Cada repetição constituiu-se de um cacho de uva coletado na área central da faixa aplicada.

Após aproximadamente 15 minutos da aplicação, com a secagem da calda aplicada, os cachos selecionados foram coletados e acondicionados em embalagens de papel previamente identificados. Para marcar a orientação dos cachos em relação à direção do deslocamento do pulverizador, a face frontal da haste foi marcada com caneta hidrográfica.

Em ambiente fechado, cada cacho foi fotografado de três diferentes ângulos (faces superior, frontal e posterior) sob luz clara, seguido de três fotografias das mesmas faces em ambiente escuro, na presença de luz ultravioleta.

A cobertura proporcionada pela pulverização foi determinada através do software SisCob (JORGE; SILVA, 2009). As áreas contrastantes identificadas pelo programa, tanto para a imagem obtida em ambiente claro quanto em ambiente escuro (iluminação ultravioleta), foram utilizadas para calcular a área de cobertura proporcionada pela aplicação (Figura 3).

Figura 3. Cacho de uva pulverizado com calda contendo corante fluorescente. Faces superior, frontal e posterior, iluminadas com luz clara, luz ultravioleta e imagens processadas pelo software SisCob, respectivamente.



No intuito de confirmar os resultados gerados pelo software SisCob, a cobertura dos alvos também foi estimada visualmente por comparação através de uma escala de notas. Visando atenuar a tendência, dois diferentes avaliadores atribuíram notas às imagens, sendo adotada a média das leituras, conforme técnica denominada duplo cego (VIEIRA; HOFFMANN, 1989).

O delineamento experimental foi considerado como inteiramente casualizado, sendo os cachos coletados aleatoriamente dentro da faixa central aplicada em cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste Tukey em nível de significância de 5%.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises estatísticas da cobertura porcentual para as faces superior, frontal e posterior dos cachos de uva, assim como a cobertura total, realizadas tanto com o software SisCob quanto por estimativa visual, estão apresentados na Tabela 2.

Diferentemente de Panneton e Lacasse (2004) e Pezzi e Rondelli (2000), que constataram coberturas superiores devido à inclinação do jato de ar (avaliadas através de papéis hidrossensíveis), nota-se que nos cachos de uva avaliados neste trabalho, tanto a inclinação do jato de ar quanto adoção de gotas maiores (pontas de jato leque), não melhoraram a cobertura da face superior.

Portanto, não se comprovou a hipótese de que o posicionamento inclinado do jato de ar, e/ou a adoção de gotas maiores (ponta de jato plano), poderiam promover melhor cobertura na parte superior dos cachos de uva. Pergher et al. (1997) também não obtiveram maiores coberturas com a inclinação do jato de pulverização. No entanto, a metodologia adotada permitiu observar que os valores de cobertura na parte superior dos cachos são bastante baixos, justificando a baixa eficiência dos produtos nesta parte dos cachos. Independente da inclinação do jato de ar, a cobertura obtida devido às gotas oriundas das pontas de jato cônico (muito finas) foi significativamente superior.

Também é possível notar que a face frontal do cacho de uva (aquela que recebe primeiro a aplicação) tem melhor cobertura quando o jato de ar não é inclinado, independentemente do tamanho da gota. A inclinação do jato de ar em sentido contrário ao deslocamento do conjunto trator e pulverizador faz com que, naturalmente, a face frontal dos cachos tenha maior dificuldade em ser atingida pelas gotas.

Já a face posterior dos cachos de uva, aquela que recebe a aplicação depois que o equipamento passa, é sim favorecida pela inclinação do jato de ar (30°).

É interessante notar que, com a inclinação do jato de ar, a cobertura porcentual aumenta na face posterior dos cachos, mas diminui na face frontal. Portanto, independentemente do sistema adotado, a alternância dos sentidos na pulverização é fundamental para uma boa cobertura. Esse pode ser considerado o resultado mais importante

observado neste trabalho, pois mostra a importância de que a aplicação seja feita em sentidos alternados da entrelinha da cultura em aplicações sucessivas.

Observando-se os valores de cobertura porcentual total (nesse caso obtida através da média das faces), nota-se que maiores coberturas são alcançadas quando se utilizam gotas menores, não diferindo quando o jato de ar é inclinado em relação à vertical.

Tabela 2. Cobertura porcentual de cachos de uva pulverizados com calda contendo traçante fluorescente, avaliada pelo software SisCob e visual.

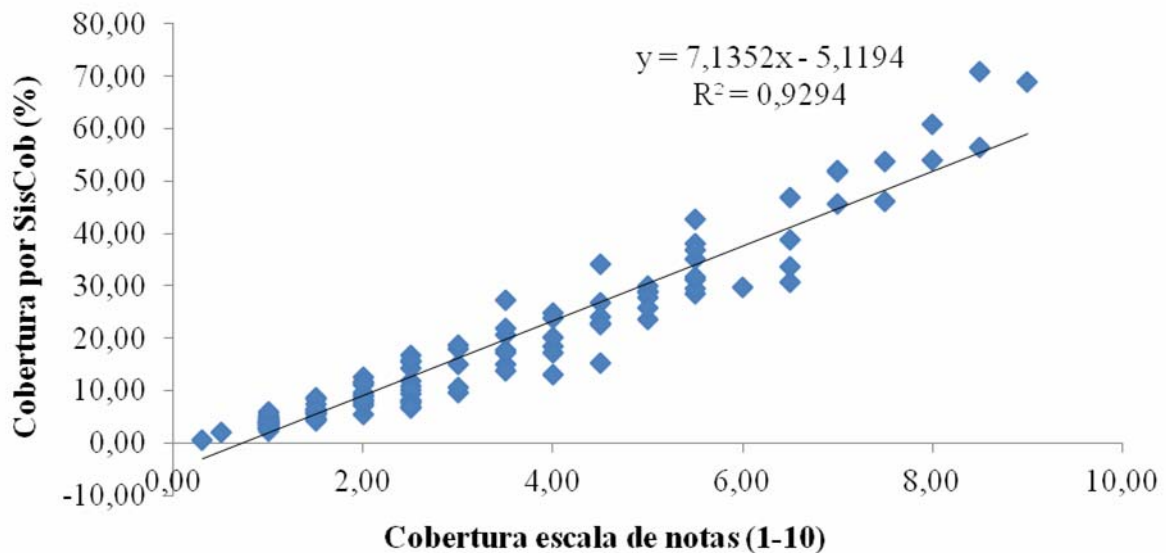
	Tratamento	SisCob	Visual
FACE SUPERIOR	C 0°	8,8 a	25,5 a
	C 30°	10,1 a	27,0 a
	L 0°	4,7 b	17,0 b
	L 30°	4,1 b	20,0 ab
	CV(%)	43,76	31,09
FACE FRONTAL	C 0°	48,6 a	76,0 a
	C 30°	13,7 c	26,5 b
	L 0°	32,3 b	40,0 b
	L 30°	5,33 c	11,0 c
	CV(%)	34,71	30,81
FACE POSTERIOR	C 0°	4,58 c	11,5 b
	C 30°	26,1 b	46,0 a
	L 0°	10,6 c	17,0 b
	L 30°	41,4 a	53,0 a
	CV(%)	37,46	26,21
TOTAL	C 0°	20,7 a	37,6 a
	C 30°	16,6 ab	33,1 ab
	L 0°	15,9 b	24,6 b
	L 30°	17,0 ab	28,0 ab
	CV(%)	22,56	18,24

C = ponta de jato cônico, L = ponta de jato leque, 0° = jato de ar sem inclinação, posicionado verticalmente, 30° = jato de ar com inclinação de 30° em relação à vertical. Letras iguais nas colunas, para cada face do cacho, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de significância de 5%.

De forma geral, considerando-se todas as faces do cacho de uva, assim como o total, pode-se inferir que a configuração com pontas de jato cônico, associada a passadas em sentido alternado, é a que melhores resultados produz.

A utilização de duas metodologias para a atribuição de valores para coberturas nos cachos de uva teve como objetivo principal dar maior confiabilidade aos resultados obtidos. Se, por um lado, a atribuição de notas a partir de observações visuais pode levar o observador a certa tendenciosidade, a utilização de um software garante imparcialidade às avaliações. A correlação positiva entre os dados obtidos de ambas metodologias é de suma importância para resguardar a confiabilidade nos dados apresentados (Figura 4).

Figura 4. Correlação entre coberturas lidas pelo software SisCob e notas visuais.



Confrontando-se todos os resultados obtidos de escalas visuais com os resultados obtidos do software SisCob chegamos a uma correlação muito representativa, concluindo-se que ambas as metodologias podem ser utilizadas no intuito de se analisar tratamentos em condições semelhantes às quais foi conduzido este trabalho.

6.4 CONCLUSÕES

A inclinação em aproximadamente 30° da direção do jato de pulverização não altera a cobertura da parte superior dos cachos de uva;

Para o mesmo volume de calda, independente do ângulo do jato de ar adotado, a adoção de gotas menores (ponta de jato cônico) promove maior cobertura porcentual oriunda da aplicação em pulverização nos cachos de uva;

É imprescindível que o sentido de deslocamento do pulverizador seja alternado em aplicações sequentes em cada entrelinha de cultivo, para que haja melhor cobertura da aplicação em pulverização nos cachos de uva.

7 ARTIGO B: DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM VIDEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE MOLHAMENTO FOLIAR

Pesticides deposit in vineyards on different conditions of leaf wetness

RESUMO. A alta suscetibilidade às doenças, especialmente intrínseca a cultivares de uvas finas de mesa, demanda de utilização massiva de produtos fitossanitários e a presença de água no limbo foliar pode comprometer a sua deposição. Objetivou-se neste trabalho avaliar a deposição de calda em folhas de videira sob diferentes condições de molhamento foliar e testar a eficiência de um método de ventilação artificial para eliminação da água na superfície foliar. Avaliou-se a deposição de calda em videira aplicada sobre: dossel molhado (presença de elevado molhamento foliar); dossel seco artificialmente (seco com jato de ar de turboatomizador, velocidade de vento de 25 km h⁻¹) e dossel seco naturalmente (folhas naturalmente secas e livres da água em sua superfície). Utilizou-se marcador salino na calda de aplicação e a deposição sobre o dossel foi determinada por condutivimetria. Os resultados mostraram que realizar aplicações fitossanitárias em videira com presença de água no limbo foliar causa perdas por escorrimento e reduz o depósito da pulverização. O uso de jato de ar gerado pela turbina de turboatomizador de arrasto é eficiente para a remoção de água sobre o limbo foliar de videira, permitindo aumentar o período hábil à aplicação de produtos fitossanitários sem causar diluição e perdas por escorrimento do produto aplicado.

Palavras chave: assistência de ar, condutividade elétrica, orvalho, tecnologia de aplicação, turboatomizador, *Vitis vinifera*.

ABSTRACT. The high susceptibility to diseases of fine table grapes cultivars demand intensive use of pesticides, and the presence of water on the leaf surface can worsen the deposition of these products. The objective of this study was evaluate the spray deposition in vine leaves in different conditions of leaf wetness, and test the effectiveness of a method of artificial ventilation to remove water on the leaf surface. We evaluated the spray deposition in vine applied over: wet canopy (presence of high leaf wetness); Dry canopy artificially (dried with air jet from air-assisted sprayer, wind speed of 25 km h⁻¹) and canopy dry naturally (naturally dried leaves and free water on its surface). Saline marker was used in the spray and the deposition on the canopy was determined by conductimetry. Perform pesticide

applications in vine with presence of water in the leaf surface causes losses by run-off and reduces the deposit of spraying. The use of air jet formed by air-assisted sprayer turbine is efficient for the removal of water on the leaf surface of vine and its use can increase the favorable period for the application of pesticides without causing dilution and losses by run-off of the applied product.

Key words: air assistance, air-assisted sprayer, application technology, dew, electrical conductivity, *Vitis vinifera*.

7.1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários tem importância substancial na busca por aumentos na eficácia e eficiência da aplicação. Busca-se diminuir as perdas de produtos por deriva, diminuindo contaminações do ambiente e do aplicador (MION et al., 2011); otimizar a ação dos produtos fitossanitários disponíveis e proteger os cultivos de perdas ocasionadas por agentes patogênicos (van ZYL, et al., 2010); determinar o melhor momento para a intervenção, observando condições ambientais favoráveis para a aplicação (OTTO et al., 2013) e suscetibilidade do patógeno ao produto fitossanitário utilizado; adequar o rendimento operacional do equipamento (GUEDES et al., 2012), de modo a possibilitar a operação em curto espaço de tempo, aproveitando momentos ideais para a aplicação.

Dentre as formas de controle de fitopatógenos atualmente disponíveis, o uso de produtos fitossanitários é a mais utilizada, principalmente por sua praticidade, efetividade e disponibilidade. A maioria dos produtos empregados no controle das principais doenças da videira são produtos protetivos ou de contato. Desta maneira, teoricamente, a cobertura proporcionada pelos produtos fitossanitários deveria atingir a totalidade (impossível na realidade atual) dos tecidos suscetíveis e a quantidade/concentração de produto depositado ser suficiente para inviabilizar o patógeno.

Incrementos nas coberturas são alcançados por meio de maiores taxas de aplicação ou com a diminuição do tamanho das gotas de pulverização (ABI SAAB et al., 2002; SCHNEIDER et al., 2013). Na busca por melhores rendimentos operacionais e diminuição do montante de água utilizado na pulverização, a estratégia da redução no tamanho das gotas é a mais adotada. O inconveniente desta escolha está na vulnerabilidade deste espectro de gotas às condições adversas do ambiente, estando sujeitas a rápida evaporação e à deriva (GANDOLFO et al., 2013).

Em vista disto, a assistência de ar acoplada a pulverizadores ganhou espaço na tecnologia de aplicação, trazendo vantagens no aumento da cobertura e deposição de produtos fitossanitários, alcançando-se maior e menos variável número de gotas por área em porções do dossel localizados em todos os estratos da planta, especialmente nos menos acessíveis (PRADO et al., 2010). Isto se deve, principalmente, por possibilitar que a porção de gotas de menor espectro também atinja o alvo.

O uso de turboatomizadores na aplicação de produtos fitossanitários na videira assumiu grande importância por sua praticidade e rendimento operacional, possibilitando diminuição significativa nas taxas de aplicação, mantendo bons índices de cobertura e deposição de calda sobre os alvos (FURNESS; VAL PINCZEWSKIA, 1985).

A presença de água sobre os órgãos da planta, proveniente de chuvas ou orvalho, dificulta a aplicação de produtos fitossanitários, principalmente pela diluição a que esses produtos são submetidos no momento da aplicação e a possibilidade de posterior escorrimento (TAYLOR, 2011). Em trabalho conduzido por Roman et al. (2004), avaliando a eficiência do herbicida a base de glifosato na dessecação de *Brachiaria plantaginea*, foi encontrada redução significativa na morte de plantas em condições de molhamento foliar nas várias concentrações do produto testadas. Pigati et al. (2010) observaram menor controle de *Sclerotinia homoeocarpa* com a aplicação de fungicida em alvos molhados, em experimento realizado durante três anos, comparando aplicações na presença e ausência de orvalho.

Para possibilitar a aplicação, quando na ocorrência de elevado molhamento foliar decorrente de chuvas ou formação de orvalho, é comum aguardar a evaporação do molhamento foliar. Esta espera por condições adequadas aumenta o período de permanência de molhamento foliar na cultura, aumentando a exposição da planta à condição propícia a infecção por fitopatógenos (DUA et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a deposição de calda em folhas de videira em diferentes condições de molhamento foliar, assim como testar a eficiência de um método de ventilação forçada para eliminar a água presente sobre as folhas.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho foi utilizada a variedade Rubi, com aproximadamente cinco anos de idade, com plantas espaçadas por 3 metros entre linhas e 6 metros entre plantas alternadas, altura de 1,90 metros, conduzida em estrutura permanente do tipo latada.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com três condições de molhamento foliar no momento da aplicação e dez repetições. Os tratamentos foram: dossel molhado (DM): presença de elevado molhamento foliar (orvalho); dossel seco artificialmente (DSA): dossel seco com jato de ar de turboatomizador (sistema de pulverização desativado) com velocidade de vento de 25 km h^{-1} (mensurada por anemômetro na altura das folhas da videira), que segundo ZHANG et al. (2012) é suficiente para remover a água dos tecidos da planta pela agitação das folhas; e dossel seco naturalmente (DSN): folhas naturalmente secas e livres da água em sua superfície.

A calda foi constituída de água potável acrescida de dois marcadores: cloreto de potássio ($2,5\% \text{ m v}^{-1}$) e sulfato de magnésio ($2,5\% \text{ m v}^{-1}$). Cada parcela constituiu-se de uma faixa de aplicação com $12 \times 3 \text{ m}$, com 6 m de bordadura. A ponta de pulverização utilizada foi a TX80067VK (Teejet®: jato cônico vazio), na pressão de 900 kPa (vazão de $0,434 \text{ L min}^{-1}$ por ponta), deslocando-se a velocidade de $3,14 \text{ km h}^{-1}$, resultando em taxa de aplicação de 280 L ha^{-1} . A pulverização teve início às 7:45 horas e terminou às 11:00 horas. Durante a aplicação, a temperatura variou entre $24,5$ e 28°C , a umidade relativa do ar entre 75 e 83% e a velocidade do vento entre 5 e 12 km h^{-1} .

Foram coletadas 10 folhas de videira por parcela, no intuito de se obter a concentração de marcador por área foliar.

Antes da pulverização, foram coletadas dez folhas de cada parcela para verificar a presença de salinidade nas folhas previamente às aplicações. Os resultados das subtrações dos valores encontrados nos tratamentos pelo valor médio obtido antes da aplicação foram comparados estatisticamente. Os dados foram submetidos à análise de variância, seguido de teste de comparação de médias pelo método de Tukey ($p < 0,05$).

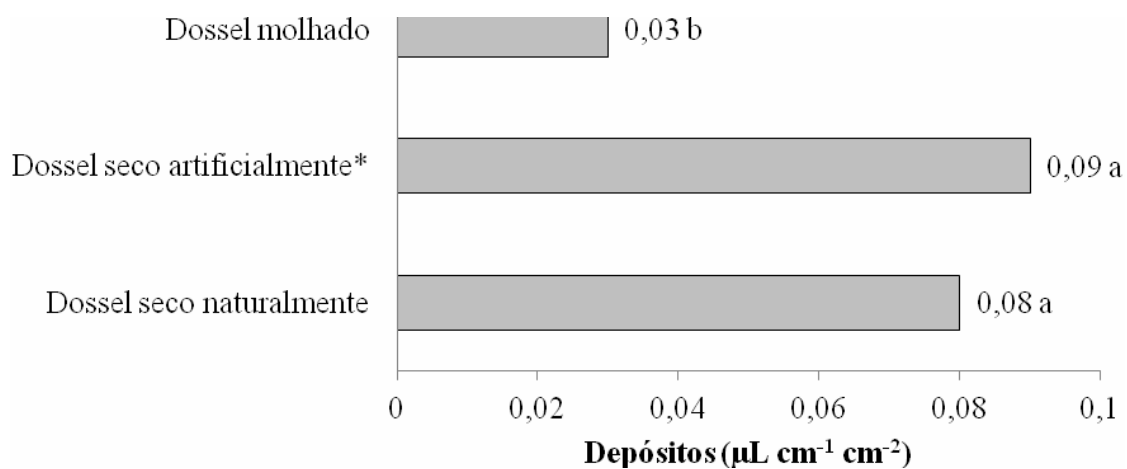
7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade elétrica das amostras obtida previamente às aplicações foi uniforme em toda a área experimental ($0,018 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ cm}^{-2}$). Conhecer a quantidade e uniformidade dos solutos existentes na superfície foliar antes aplicação é imprescindível para a satisfatória confiabilidade sobre a variação causada pelos tratamentos.

Realizar aplicações fitossanitárias em videira que tenha a presença de água no limbo foliar pode reduzir o depósito da pulverização sobre as folhas em 3,5 vezes quando comparado à aplicação sobre a cultura com folhas secas (Figura 4). Na presença de orvalho, as gotas da pulverização podem coalescer com as gotículas de água sobre as folhas e causar

diluição do produto fitossanitário aplicado até o escoamento, devido ao excesso de água acumulado sobre o limbo foliar (JULIATTI et al., 2013). O escoamento pode ser agravado pelo uso de adjuvantes espalhantes adicionados à calda de pulverização ou presentes na formulação do produto, visto que a redução na tensão superficial da calda predispõe à menor capacidade de retenção de líquido pelas folhas (JULIATTI et al., 2013).

Figura 5. Depósito de pulverização na cultura da videira (variedade Rubi) em função da quantidade de água presente no limbo foliar.



¹ Dossel seco com jato de ar de turbo atomizador (pulverização desligada) com velocidade de vento de 25 km h⁻¹ na altura das folhas da videira; Coeficiente de variação: 15,44%.

O depósito de produtos fitossanitários pulverizados é um aspecto chave da atividade biológica do produto, tanto para herbicidas como para fungicidas (PIGATI et al., 2010). Portanto, a diluição de produtos fitossanitários em orvalho presente na superfície foliar, seguido de escoamento, pode diminuir significativamente sua eficiência (SANTOS et al., 2013). Aplicação de glyphosate sobre *B. plantaginea* na ausência de orvalho ocasionou a morte de 75,8% das plantas, enquanto na presença de molhamento o controle médio foi de apenas 50,4%, representando queda de 25,4% na eficiência de controle em presença de orvalho (ROMAN et al., 2004). Quanto maior a taxa de aplicação, maiores os efeitos negativos da presença de orvalho devido ao aumento da diluição do produto e dificuldade de retenção da calda pela folha (PIGATI, 2010). Como na cultura da videira é comum o uso de altas taxas de aplicação, 700 a 1000 L ha⁻¹ (PEREIRA et al., 2012), 312 a 569 L ha⁻¹ (ABI SAAB et al., 2002), 358 a 1675 L ha⁻¹ (BALAN; ABI SAAB; SILVA, 2006), a presença de orvalho pode influir negativamente na eficácia da aplicação.

As folhas de videira que tiveram o excesso de água removido de suas superfícies com o jato de ar provido pela turbina do turboatomizador de arrasto, apresentaram o mesmo depósito que as plantas que tiveram suas folhas secas naturalmente pelo ambiente. Na região norte do estado do Paraná, o controle fitossanitário na videira exige cerca de 50 aplicações em um único ciclo (BALAN; ABI SAAB; SILVA, 2006) e nem sempre as condições de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento ao longo do dia permitem um período de tempo suficiente para realização de todas essas aplicações de modo a minimizar perdas e a contaminação ambiental. É recomendado que as pulverizações de produtos fitossanitários sejam realizadas pela manhã ou ao final da tarde, a fim de evitar altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, e conseqüentemente a evaporação rápida da calda aplicada e perdas por deriva (BALAN et al., 2008). No entanto, a presença de orvalho no período da manhã também é um limitante à pulverização, pelas perdas por diluição e escoamento, causando preocupação entre os agricultores e pesquisadores (SANTOS et al., 2013), visto que atrasa o início da pulverização até que a folhagem esteja seca. Portanto, a utilização de ventilação artificial é benéfica, pois aumenta a período hábil à aplicação de produtos fitossanitários sem causar perdas por escoamento e diluição do produto aplicado.

7.4 CONCLUSÕES

Realizar aplicações fitossanitárias em videira com presença de água no limbo foliar causa perdas por escoamento e reduz o depósito da pulverização.

O uso de jato de ar formado pela turbina de turboatomizador de arrasto é eficaz na remoção de água sobre o limbo foliar de videira e sua utilização permite aumentar o período hábil para a aplicação de produtos fitossanitários sem causar perdas por escoamento e diluição do produto aplicado.

8 ARTIGO C: TIPO DE PONTA E ASSISTÊNCIA DE AR NA COBERTURA E DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM VIDEIRA

Type of nozzle and air assistance on the coverage and deposition of plant protection products in vineyards

RESUMO. Diversos agentes patogênicos acometem a cultura da videira, especialmente as variedades de uvas finas de mesa, sendo que as aplicações de produtos fitossanitários na forma de pulverizações são demandadas em larga escala para proteger os cultivos. A deposição e cobertura de calda sobre as superfícies suscetíveis são preponderantes para o sucesso no controle desses fitopatógenos. Objetivou-se com este trabalho avaliar a deposição e a cobertura de calda aplicada em folhas de videira, utilizando pontas de pulverização de jato plano e jato cônico vazio, aliados a presença e ausência de assistência de ar e diferentes distâncias entre as pontas de pulverização e o alvo. Utilizou-se marcador salino na calda de aplicação e a deposição sobre o dossel foi determinada por condutivimetria. A cobertura foi determinada com o auxílio de papéis hidrossensíveis. Gotas menores não necessariamente promovem maiores coberturas nas folhas de videira. A deposição de calda é otimizada com a utilização de pontas de jato plano na presença de assistência de ar. As gotas produzidas por pontas de jato cônico vazio, associadas ao uso da assistência de ar, apresentaram valores de deposição e cobertura intermediários, porém o padrão de deposição na faixa de aplicação teve grandes oscilações, comprometendo a qualidade da aplicação. A diminuição da distância entre a ponta de pulverização e o alvo a ser atingido não melhorou significativamente os índices de cobertura e deposição de calda, porém, observaram-se melhorias na distribuição de calda na largura da faixa de aplicação.

Palavras-chave: Ponta cone vazio; Ponta jato plano; Tecnologia de aplicação; Turboatomizador; *Vitis vinifera*.

ABSTRACT. Several pathogens affect the growing of vines, especially the varieties of fine table grapes, and the application of plant protection products by spraying are demanded on a large scale to protect crops. The deposition and spray coverage of the susceptible surfaces are essential for success in controlling these pathogens. The objective of this study was to evaluate the deposition and spray coverage applied in vine leaves, using flat fan spray nozzles

and hollow cone, combined with the presence and absence of air assistance with different distances between the spray nozzles and the target. Saline spray was used and deposition on the canopy was determined by conductimetry. The coverage was determined with water sensitive paper. Smaller drops do not necessarily promote greater coverage in vine leaves. The spray deposition is optimized with the use of flat fan spray tips in the presence of air assistance. The droplets produced by hollow cone tips associated with the use of air assistance presented intermediate values of deposition and cover, but the deposition pattern in the application range had large fluctuations, compromising the application quality. The decrease in distance between the spray tip and the target to be reached did not improved significantly the coverage and deposition rates spray, however, improvement was observed in the distribution of spray across the width of the application range.

Key words: air-assisted sprayer; application technology; flat fan nozzle; hollow cone nozzle; *Vitis vinifera*.

8.1 INTRODUÇÃO

A uva Itália e suas mutações somáticas, consideradas variedades de uva ‘finas de mesa’, são muito sensíveis ao ataque de doenças fúngicas. A associação de fatores como suscetibilidade à doença, condições climáticas favoráveis e presença de agente patogênico nas vinhas da região Norte paranaense exigem a realização de até 50 pulverizações em um único ciclo da cultura, que dura aproximadamente 150 dias (ABI SAAB, et al.; 2002).

Frente a isso, adequações nos equipamentos e nas tecnologias utilizadas em aplicações de produtos fitossanitários são de grande importância para a viabilização da cultura. A correta configuração de bicos e pontas de pulverização presentes em turboatomizadores é de suma importância para se atingir satisfatórias deposições (BALAN; ABI SAAB; SILVA, 2006), enquanto a utilização de assistência de ar pode favorecer coberturas satisfatórias em alvos encontrados em locais de difícil acesso, como na porção do dossel mais distante do ponto de aplicação (HIGASHIBARA et al., 2013).

Tratando-se de uma cultura de grande importância agrícola no cenário nacional, a viticultura traz importantes divisas ao país, figurando na terceira posição dentre às frutas comercializadas *in-natura*, no que se refere ao valor exportado (MAPA, 2015). Atualmente, sofre com os elevados custos produtivos atrelados ao controle de pragas e doenças decorrentes

das condições edafoclimáticas que ocorrem no país. Este fator fragiliza a produção nacional frente à concorrência com outros países produtores que possuem menores custos produtivos.

Neste mercado competitivo, a redução dos custos com a aplicação de produtos fitossanitários mediante a adequação na utilização de tecnologias de aplicação possui ampla aplicabilidade. Equipamentos com elevado rendimento operacional, utilizando menores volumes de calda, aliado a boa eficiência no controle de fitopatógenos, vêm sendo alcançados com o uso de turboatomizadores (BALAN; ABI SAAB; SILVA, 2006). De acordo com Holownicki et al. (2002), os turboatomizadores utilizados em frutíferas são de fácil operação e efetivos em controle de pragas e doenças, porém, possuem baixa eficiência na aplicação, sendo que mais da metade do produto aplicado pode ser perdido na forma de deriva.

Um dos fatores mais importantes para obter uma aplicação eficiente é a escolha correta das pontas de pulverização (DANTAS; MION, 2012). As pontas de pulverização são responsáveis pela formação das gotas, determinam o padrão do jato de pulverização, a quantidade e a uniformidade da distribuição do líquido e também o tamanho das gotas e, por isso, são determinantes no processo de pulverização e diminuição da deriva (FERREIRA et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2012; ROMÁN et al., 2009).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a deposição e a cobertura proporcionada por calda aplicada em folhas de videira, utilizando pontas de pulverização de jato plano e jato cônico vazio, aliados a presença e ausência de assistência de ar em diferentes distâncias entre as pontas de pulverização e o alvo. Desta forma, verificar se a diminuição da distância entre a ponta de pulverização e o alvo a ser atingido melhora os resultados de cobertura e deposição de calda, especialmente para a ponta de pulverização de jato plano, dispensando o uso de assistência de ar.

8.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho foi utilizada a variedade Rubi, com aproximadamente cinco anos de idade, com espaçamento de três metros entre linhas e seis metros entre plantas alternadas, altura de 1,90 metros, conduzida em estrutura permanente do tipo latada.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, contando com cinco tratamentos e cinco repetições. Buscou-se avaliar o equipamento na configuração original, que conta com barra de pulverização junto a volute do equipamento (tratamento PADRÃO), e também quatro diferentes configurações com a barra de pulverização mais próxima do alvo, ou seja, afastada do volute do equipamento. Desta forma, os tratamentos

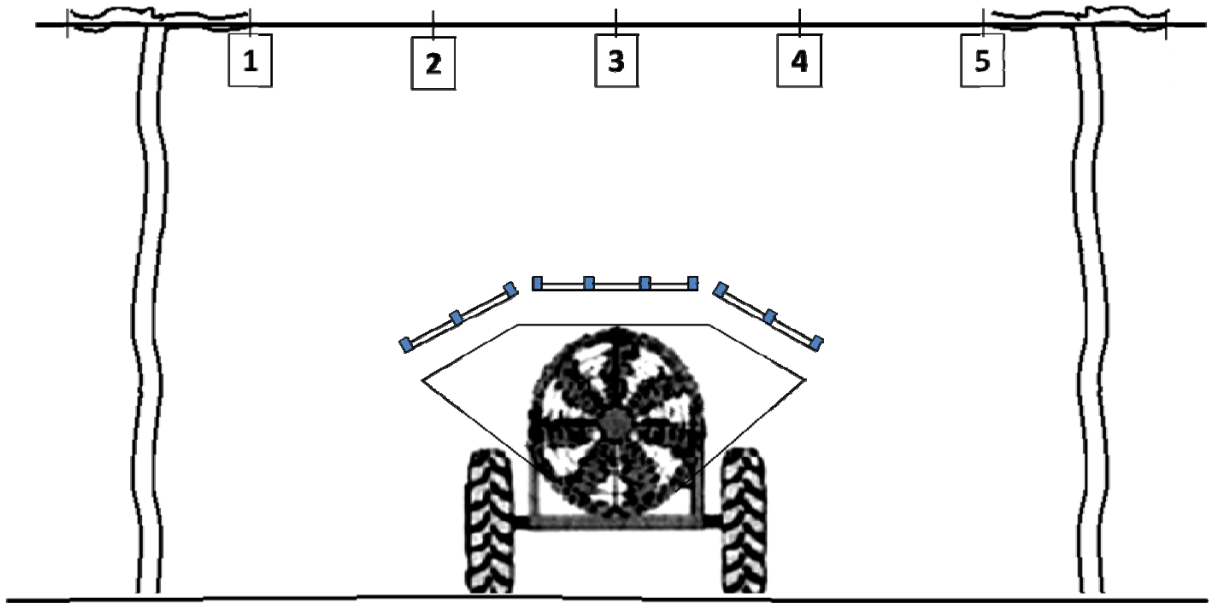
foram constituídos por: T1 – PADRÃO; T2– PCCA: ponta jato cônico, com assistência de ar; T3 – PCSA: ponta jato cônico, sem assistência de ar; T4 – PLCA: ponta jato plano, com assistência de ar; e T5 – PLSA: ponta jato plano, sem assistência de ar. Para os tratamentos 2, 3, 4 e 5, aproximou-se a barra de pulverização do alvo (folhas de videira conduzida em latada) em aproximadamente 20 centímetros, no intuito de diminuir a influência ambiental sobre as gotas pulverizadas, especialmente para os tratamentos desprovidos do uso de assistência de ar.

A calda foi constituída de água acrescida de dois marcadores: cloreto de potássio ($2,5\% \text{ m v}^{-1}$) e sulfato de magnésio ($2,5\% \text{ m v}^{-1}$). Cada parcela foi constituída de uma faixa de aplicação com $12 \times 3 \text{ m}$, contando com 6 m de bordadura. As pontas de pulverização utilizadas foram a TXA80067VK (Teejet®: jato cônico vazio), na pressão 900 kPa (vazão de $0,434 \text{ L min}^{-1}$ por ponta), e a XR110015 (Teejet®: jato plano de faixa ampliada), na pressão 160 kPa (vazão de $0,433 \text{ L min}^{-1}$ por ponta), deslocando-se a velocidade de $3,14 \text{ km h}^{-1}$, resultando em taxa de aplicação de 280 L ha^{-1} . A pulverização teve início às 10:15 horas e terminou às 11:00 horas. Durante a aplicação, a temperatura variou entre $24,5$ e 28°C , a umidade relativa do ar entre 75 e 82% e a velocidade do vento variou entre 3 e 9 km.h^{-1} .

Foram coletadas 10 folhas de videira por parcela, de forma aleatória, constituindo cada amostra, no intuito de se obter a concentração de marcador por área foliar (deposição).

Para a determinação da cobertura de aplicação em cada tratamento, cinco grupos de papéis hidrossensíveis, contendo 5 papéis cada, foram fixados na superfície inferior da parreira. Estes papéis foram afixados nos arrames de sustentação da videira, distanciados em 50 cm entre si (Figura 5).

Figura 6. Localização de alvos artificiais afixados na superfície inferior da videira.



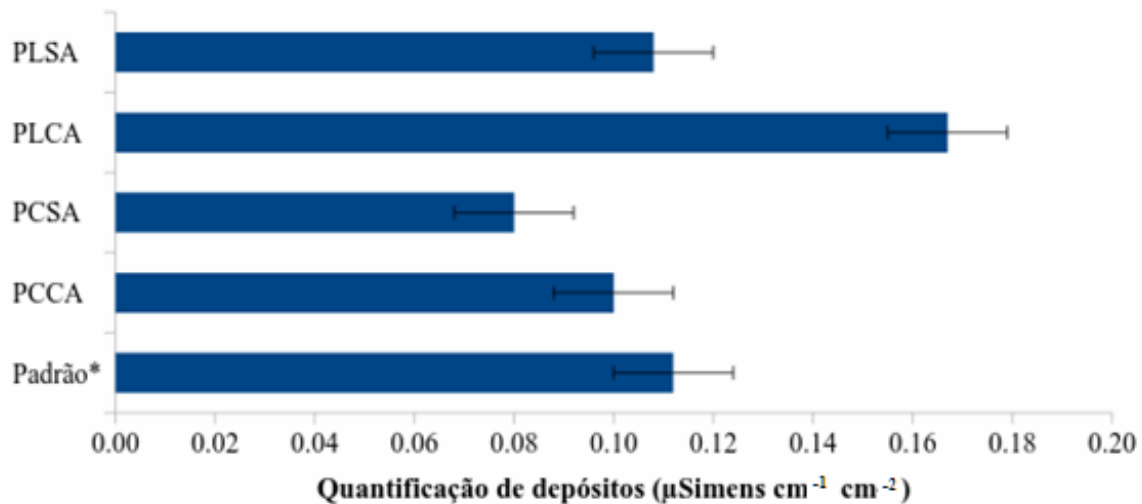
Conservou-se a posição em que estes se encontravam na videira, de modo a possibilitar a análise comparativa da distribuição da aplicação em toda a faixa de aplicação, da esquerda para a direita, confrontando os tratamentos quanto à homogeneidade da distribuição da aplicação. Após 10 minutos da aplicação, estes foram recolhidos, envoltos em filme plástico PVC e encaminhados para o laboratório. As imagens dos papéis foram digitalizadas em escâner HP OFFICEJET 4400 e analisadas pelo software CIR 1.5.

Os dados foram submetidos à análise de variância, seguido de teste de médias pelo método de Tukey ($p < 0,05$).

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho das gotas tem grande importância nos diversos parâmetros considerados em tecnologia de aplicação. Por um lado, gotas finas apresentam maior área de superfície específica, possibilitando maiores coberturas de alvos e facilidade de condução para os alvos por meio da assistência de ar provida pelos pulverizadores. Em contrapartida, este perfil de gotas está mais sujeito ao efeito das condições ambientais desfavoráveis, apresentando rápida evaporação em condições de temperaturas elevadas e baixos teores de umidade relativa do ar, e altamente suscetível à deriva, decorrente de arrasto pelo vento ambiental. Na Figura 6 estão apresentados os resultados de deposição obtidos pela aplicação de calda salina pelas diferentes combinações entre altura da barra, tipo de ponta de pulverização e uso da assistência de ar.

Figura 7. Acúmulo de depósitos em cada tratamento, em μ Siemens $\text{cm}^{-1} \text{cm}^{-2}$.



*Padrão: seguindo configurações utilizadas pelos agricultores (ponta jato cônico, barra úmida localizada junto à voluta do turboatomizador, com assistência de ar); PCCA: ponta jato cônico, com assistência de ar; PCSA: ponta jato cônico, sem assistência de ar; PLCA: ponta jato plano, com assistência de ar; e PLSA: ponta jato plano, sem assistência de ar. Coeficiente de variação: 16,22%.

Gotas de menor diâmetro conduzidas pela assistência de ar (PADRÃO e PCCA) possuem a capacidade de ‘driblar’ obstáculos e alcançar estratos de difícil alcance (HIGASHIBARA et al., 2013). Como o dossel da videira possui pequena espessura, muitas gotas, principalmente as de menor tamanho, podem atravessar o dossel e se perder na forma de exoderiva (HOLOWNICKI et al., 2002).

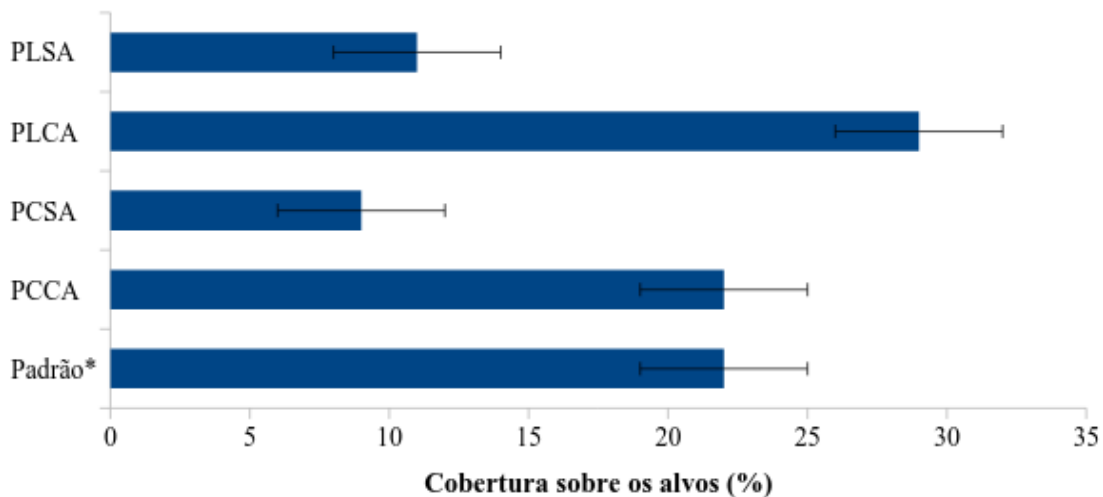
O tempo necessário para que as gotas atinjam o alvo também exerce grande influência no volume de gotas que atinge o alvo, devido à evaporação das gotas. A deposição de produtos fitossanitários está intimamente relacionada em função do tamanho da gota produzida pelas pontas de pulverização com a umidade relativa e temperatura do ar (NASCIMENTO et al., 2012). A utilização de assistência de ar faz com que as gotas atinjam o alvo em menor espaço de tempo, resultando em menores perdas por evaporação.

Quanto maior for a distância entre a ponta de pulverização e o alvo, mais sujeitas as gotas estarão à evaporação. Assim sendo, gotas de maior diâmetro tendem a apresentar maior vida útil e alcançarem o alvo com maiores quantidades de constituintes da calda de aplicação. Gotas de maior diâmetro, como as produzidas pela ponta de jato plano, resistem mais à evaporação e tem a direção de sua trajetória menos influenciada pela assistência de ar, culminando em maiores depósitos. Por outro lado, na ausência de assistência de ar, muitas gotas podem não alcançar o alvo, caracterizando perdas por endoderiva.

De acordo com os resultados obtidos por Balan, Abi Saab e Silva (2006), a deposição é favorecida com o uso da assistência de ar, especialmente nos casos em que a aplicação é realizada no sentido ascendente, quando as gotas pulverizadas precisam se deslocar contra a força gravitacional.

A cobertura proporcionada pelas aplicações tem grande importância nas aplicações de produtos protetivos, cuja ação se dá exclusivamente nos pontos em que ocorre o contato do produto com o alvo. Grande parte dos produtos fitossanitários aplicados na videira necessita de elevadas coberturas para efetuarem controles biológicos satisfatórios. Na Figura 7 estão apresentados os dados de cobertura obtidos em cada tratamento.

Figura 8. Porcentagem de cobertura sobre papel hidrossensível proporcionada pelos diferentes tratamentos.



* Padrão: seguindo configurações utilizadas pelos agricultores (ponta jato cônico, barra úmida localizada junto à voluta do turboatomizador, com assistência de ar); PCCA: ponta jato cônico, com assistência de ar; PCSA: ponta jato cônico, sem assistência de ar; PLCA: ponta jato plano, com assistência de ar; e PLSA: ponta jato plano, sem assistência de ar. Coeficiente de variação: 21,41%.

Com a tendência na diminuição das taxas de aplicação, buscando-se por melhorias no rendimento das operações agrícolas, faz-se necessária uma análise detalhada sobre diversas premissas que garantam coberturas suficientes do produto fitossanitário sobre o alvo, para causar o efeito biológico desejável (VIANA et al., 2010). O advento do uso de turboatomizadores reduziu drasticamente o volume utilizado nas aplicações de produtos fitossanitários em videiras, enquanto a redução no Diâmetro Mediano Volumétrico das gotas possibilitou a manutenção da cobertura sobre os alvos (BALAN; ABI SAAB; SILVA, 2006).

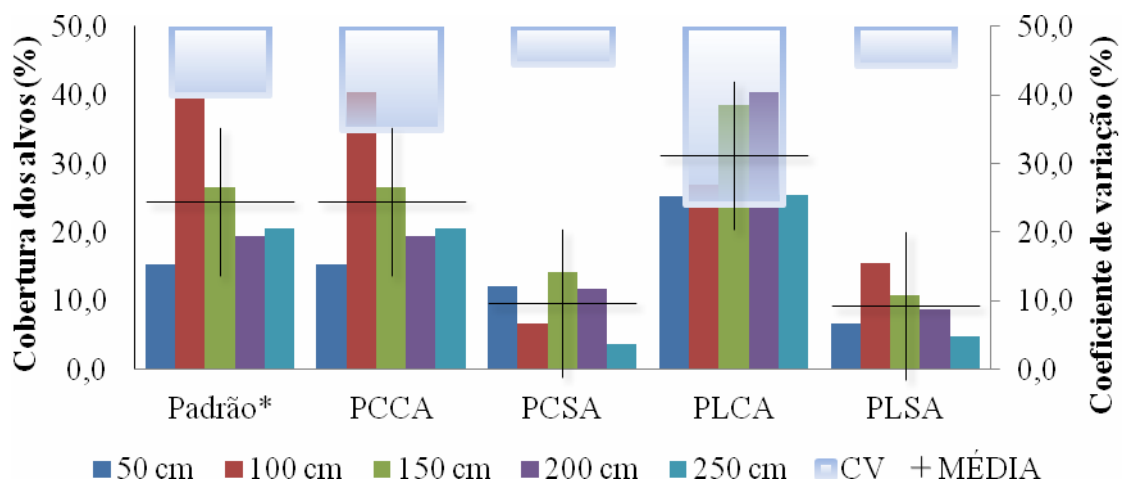
A assistência de ar tem efeito acentuado sobre o espectro de gotas pequenas. Na ausência de assistência de ar, este perfil de gotas comumente não alcança o alvo de aplicação. Isto explica os baixos valores de cobertura registrados para os tratamentos ausentes de assistência de ar (PCSA e PLSA). Pontas do tipo cone vazado, operando em elevadas pressões, produzem gotas caracteristicamente finas e são comumente utilizadas no intuito de promover incrementos na cobertura. Este resultado não foi alcançado possivelmente pela quantidade de gotas perdidas por deriva: endoderiva quando na ausência de assistência de ar e exoderiva quando na presença de assistência de ar.

O estrato do dossel mais próximo de onde são projetadas as gotas sempre é o mais contemplado por gotas maiores (primeira camada de folhas). O fato de os alvos artificiais (papeis hidrossensíveis) estarem posicionados na face inferior do dossel favoreceu a cobertura proporcionada pela ponta jato plano.

O perfil do jato de ar projetado por muitos turboatomizadores é perceptivelmente irregular (BALAN; ABI SAAB; SILVA, 2006). Isso é verificado no ângulo de projeção (em relação ao caminhamento da máquina): o que se espera é uma projeção unidirecional, seguindo a direção do jato de pulverização; e também no volume e velocidade do ar projetado em cada fração da voluta do equipamento, que apresenta grandes oscilações entre a extremidade da esquerda até a extremidade da direita da faixa de aplicação.

Na figura 8 são apresentados os resultados de cobertura verificados em cada segmento da faixa de aplicação, obtidos por papéis hidrossensíveis colocados a cada 50 cm na entrelinha da cultura, partindo da esquerda para a direita.

Figura 9. Variação da cobertura de alvos na faixa de aplicação.



* PADRÃO: seguindo configurações utilizadas pelos agricultores (ponta jato cônico, barra úmida localizada junto à voluta do turboatomizador, com assistência de ar); PCCA: ponta jato cônico, com assistência de ar; PCSA: ponta jato cônico, sem assistência de ar; PLCA: ponta jato plano, com assistência de ar; e PLSA: ponta jato plano, sem assistência de ar.

A variação na distribuição de produtos fitossanitários aplicados por turboatomizadores já foi objeto de estudo de Balan, Abi Saab e Silva (2006), sendo que a principal causa desta desuniformidade foi relacionada à qualidade da distribuição provida pela assistência de ar. Por se tratar de gotas predominantemente muito finas e finas, o espectro de gotas pulverizado é arrastado pela assistência de ar do equipamento.

O padrão de aplicação na faixa de aplicação teve comportamentos distintos para cada tratamento analisado. Quando ponderadas apenas as médias das coberturas obtidas nas aplicações, são desprezadas todas as variações que podem ocorrer entre os pontos de coleta. Os valores médios obtidos para o tratamento PADRÃO apresentam médias de cobertura razoáveis, porém a heterogeneidade da aplicação pode comprometer a eficácia dos produtos fitossanitários. Os limites laterais da faixa de aplicação apresentam valores de cobertura muito inferiores aos observados na parte central da faixa de aplicação. A melhor condição foi observada para o tratamento PLCA (Ponta leque plano com assistência de ar), tanto para o valor médio de cobertura como também para a homogeneidade entre os locais da faixa de aplicação amostrados na parreira.

8.4 CONCLUSÕES

Gotas menores não necessariamente promovem maiores coberturas nas folhas de videira.

A deposição de calda é otimizada com a utilização de pontas de jato plano na presença de assistência de ar.

As gotas produzidas por pontas de jato cônico vazio, associadas ao uso da assistência de ar, apresentaram valores de deposição e cobertura intermediários, porém o padrão de deposição na faixa de aplicação apresentou grandes oscilações, comprometendo a qualidade da aplicação.

A diminuição da distância entre a ponta de pulverização e o alvo a ser atingido não melhorou significativamente os índices de cobertura e deposição de calda, porém, observaram-se melhorias na distribuição de calda na largura da faixa de aplicação.

9 CONCLUSÕES GERAIS

A inclinação em aproximadamente 30° da direção do jato de pulverização em relação a vertical não altera a cobertura da parte superior dos cachos de uva;

Para o mesmo volume de calda, independente do ângulo do jato de ar adotado, a adoção de gotas menores (ponta de jato cônico) promove maior cobertura porcentual da aplicação em pulverização nos cachos de uva;

É imprescindível que o sentido das passadas dos pulverizadores nas entrelinhas da videira seja alternado, para que haja melhor cobertura da aplicação em pulverização nos cachos de uva;

Realizar aplicações fitossanitárias em videira com presença de água no limbo foliar causa perdas por escorrimento e reduz o depósito da pulverização;

O uso de jato de ar formado pela turbina de turboatomizador de arrasto é eficaz na remoção de água sobre o limbo foliar de videira e sua utilização permite aumentar a período hábil para a aplicação de produtos fitossanitários sem causar perdas por escorrimento e diluição do produto aplicado;

Gotas menores não necessariamente promovem maiores coberturas nas folhas de videira;

A deposição de calda é otimizada com a utilização de pontas de jato plano na presença de assistência de ar;

As gotas produzidas por pontas de jato cônico vazio, associadas ao uso da assistência de ar, apresentaram valores de deposição e cobertura intermediários, porém o padrão de deposição na faixa de aplicação apresentou grandes oscilações, comprometendo a qualidade da aplicação;

A redução da distância entre a ponta de pulverização e o alvo a ser atingido não melhorou significativamente os índices de cobertura e deposição de calda, porém, observaram-se melhorias na distribuição de calda na largura da faixa de aplicação;

Percebe-se a possibilidade de trabalhar com gotas um pouco maiores (pontas de jato plano), quando o alvo prioritário for as folhas, enquanto que quando o alvo prioritário for os cachos, a opção adequada é a adoção de gotas menores (pontas de jato cônico).

10 REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O.J.G. Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais. Botucatu, 2000. 84p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/ Energia na agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”.
- ABI SAAB, O.J.G. Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR. Botucatu, 1996. 65p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/ Energia na agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- ABI SAAB, O.J.G.; ANTUNIASSI, U.R.; FONSECA, I.C.B.; GENTA, W.; BATISTELA, M. Efeito do tamanho de gota e volume de aplicação na deposição de agrotóxicos em folhas de videiras. **Sêmima: Ciências Agrárias**, v.23, n.2, p.221, 2002. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2002v23n2p221>.
- ANDEF/COGAP - Associação Nacional de Defesa Vegetal/Comitê de Boas Práticas Agrícolas. **Manual de tecnologia de aplicação de Produtos Fitossanitários**. Campinas. São Paulo: Linea Creativa, 2010.
- ANTUNIASSI, U.R.; VELINI, E.D.; MARTINS, D. Spray deposition and drift evaluation of air-carrier peach orchard sprayers, p. 1-7. In: **International Conference on Agricultural Engineering**. Madrid, AgEng 1, Paper, 96A-136. 1996.
- BALAN, M.G.; ABI SAAB, O.J.G.; SASAKI, E.H. Distribuição da calda na cultura da Videira por turboatomizador com diferentes configurações de pontas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, Jun. 2006. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300003>.
- BALAN, M.G.; ABI SAAB, O.J.G.; SILVA, C.G. Depósito e perdas de calda em sistema de pulverização com turboatomizador em videira. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.470-477, 2006. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000200015>.
- BALAN, M.G.; ABI-SAAB, O.J.G.; DA SILVA, C.G.; DO RIO, A. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Sêmima: Ciências Agrárias**, v.29, n.2, p.293-298, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n2p293>.
- CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online]. 2011, vol.33, n.spe1, pp. 144-149. ISSN 0100-2945. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500017>.
- CANTERI, M.G.; FÜRSTENBERGER, A.L.F.; GARCIA, L.C.; JUSTINO, A. Conta-gotas: sistema para análise de eficiência de pulverização. **Summa Phytopathologica**. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, v.27, p.136, 2001.

CHAUVET, M.; REYNIER, A. **Manual de viticultura**. 2. ed. Madrid: Mundi-prensa, 1978. 247p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South America, 1999. 15p.

CORNELIUS, J. Quantification of spray coverage on grape bunch parts and the incidence of Botrytis cinerea. **Thesis** (MScAgric)-University of Stellenbosch, 2008. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 60 (2). S. 25–30, 2008.

CUNHA, J.P.A.R.; RUAS, R.A.A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 36, n. 1, p. 61-66, 2006. doi: <https://doaj.org/article/7827af7847a0484c80f90a52296796a9>.

DANTAS, M.J.F.; MION, R.L. Deriva de calda no mamoeiro em função da pressão e ponta de pulverização. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v.20, n.4, p. 302-310, 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v20n04a02>.

DALL'AGNOL, I. **Origem Histórica e Dispersão da Videira**. Confraria do Vinho. Bento Gonçalves. Disponível em: <<http://www.confrariadovinho-bg.com.br/artigos.php?action=mostrar&id=16>>. Acesso em Jul. 2014.

DUA, F.; DENG, W.; YANG, M.; WANG, H.; MAO, R.; SHAO, J.; FAN, J.; CHEN, Y.; FU, Y.; LI, C.; HE, X.; ZHU, Y.; ZHU, S. Protecting grapevines from rainfall in rainy conditions reduces disease severity and enhances profitability. **Crop Protection**. v.67, p.261-268, jan. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.024>.

FERREIRA, M.C.; LOHMANN, T.R.; CAMPOS, A.P.; VIEL, S.R.; FIGUEIREDO, A. Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de corda-de-viola. **Planta Daninha**, v.29, p.697-705, 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000300024>.

FOX, R.D.; DERKSEN, R.C.; BRAZEE, R.D.; OZKAN, H.E.; DOWNER, R.A. The Richard spray deposit analysis, a tool for measuring spray deposit by measuring conductivity. **Paper. AgEng.**, Oslo, n. 98-A-008, 1998. 7p.

FURNESS, G.O.; VAL PINCZEWSKIA, W. Comparison of the spray distribution obtained from sprayers with converging and diverging air jets with low volume air assisted spraying on citrus and grapevines. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v.32, n.4, p.291-310, dez. 1985. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0021-8634\(85\)90095-2](http://dx.doi.org/10.1016/0021-8634(85)90095-2).

GANDOLFO, M.A.; CHECHETTO, R.G.; CARVALHO, F.K.; GANDOLFO, U.D.; DE MORAES, E.D. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**. v.44, n.3, jul.-set. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000300008>.

GARRIDO, L.R.; SÔNIGO, O.R. **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado: Doenças Fúngicas e Medidas de Controle**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003 (Sistema de Produção, 4).

GENTA, W. **A cultura da Videira**. PLANTA – Planejamento e assistência técnica. Marialva, 2000. 19p.

GIL, E.; BADIOLA, J.; ARMENGOL, E.; BERNAT, C. Design and verification of a moving equipment for orchard and vineyard sprayer calibration. **Paper. AgEng.**, Madrid, n. 96A-141, 1996. 8p.

GIL, E.; BARRUFET, J.M.; CLUET, M.; TERUEL, J.A. Improvement of the pesticide applications in vineyard. Relationship between methodology of application and quality parameters. **AgEng**, Oslo, n. 98-A-015, 1998. 8p.

GOMES, E.C.S.; PEREZ, J.O.; BARBOSA, J.; NASCIMENTO, E.F.; AGUIAR, I.F. **Efeito de indutores de resistência na proteção de uva “Itália” e uva de vinho “cabernet sauvignon” contra o oídio e o míldio no vale do São Francisco**. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte-Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa, 2007. Disponível em: <http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080922_085821_AGRO-022.pdf>. Acesso em agosto 2014.

GOULART, A.C.P. **O Sistema Plantio Direto e as doenças de plantas**. 2009. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/SPDdoencas/index.htm>. Acesso em: 7/8/2014.

GUEDES, J.V.C.; FIORIN, R.A.; STURMER, G.R.; DAL PRA, E.; PERINI, C.R.; BIGOLIN, M. Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatilis* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.8, p.910-915. 2012.

HIGASHIBARA, L.R.; DUTRA, V.; ABI SAAB, O.J.G. ; TAKAHASHI, H.W. ; NEVES, C.S.V.J. Turboatomizador e repasse com pistola manual na cobertura de pulverização de agrotóxicos em caqui (*Diospyros kaki* L.f.). **Ciência Rural** (UFSC. Impresso), v. 43, p. 845-849, 2013.

HOLOWNICKI, R.; GODYN, A.; DORUCHOWSKI, G.; SWIECHOWSKI, W. The effect of air jet velocity on spray deposit in an apple orchard. **Aspects of Applied Biology**. 66: 277-283, 2002.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil – Maio 2014. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201405.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201405.pdf)>. Acesso em Jul. 2014.

JORGE, L.A. de C.; SILVA, D.J. da C.B. **SisCob**: manual de utilização. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 18 p. ISBN 978-85-86463-21-1.

JULIATTI, F.C.; JULIATTI, B.C.M.; JACCOUD-FILHO, D.S. **Technology of pesticide application in corn–nozzles, sprays volume, economic analysis and diseases control**. In: Fungicides–Showcases of Integrated Plant Disease Management from Around the World, p.99-114. mai. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.5772/51103>.

KAUL, K.; GEBAUER, S.; RIETZ, S.; HENNING, H. Mechanisms of distribution of plant protection products sprayed in orchards. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, v. 54, n.5, p. 110-17, 2002.

LULU, J. Duração do período de molhamento em vinhedo de ‘Niágara Rosada’ e sua relação com a ocorrência de mildio (*Plasmopara vitícola*). Piracicaba, 2008. **Tese** (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2008.

MARTINS, F.P. **Tratamento de inverno**: preparo da calda sulfo-cálcica. Jundiaí: Grupo Regional de Tecnologia de Produção de uva. Julho 1996. 2p.

MATTHEWS, G.A. A review of the use of air in atomization of sprays, dispersion of droplets down wind and collection on crop foliage. **Aspects of Applied Biology**, v. 57, p. 21-27, 2000.

MELLO, L.M.R. **Viticultura Brasileira**: Panorama 2012. Comunicado técnico 137. Junho, 2013. Bento Gonçalves, RS. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot137.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

MIELE, A.; MANDELLI, F. **Sistemas de condução da videira**. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves. 2014. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/espald.html>>. Acesso em Jul. 2014.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Uva**. Acesso em Dezembro de 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/uva>>.

MION, R.L.; SOMBRA, W.A.; DUARTE, J.M. de L.; NASCIMENTO, E.M.S.; VILIOTTI, C.A.; LUCAS, F.C.B.; MONTE, C.A. Uso de mesa vertical como parâmetro para regulagens de turboatomizadores. **Engenharia Agrícola**. v.31, n.2, p.352-358. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000200015>.

MURAYAMA, S. **Fruticultura**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1980. 385p.

NACHTIGAL, J.C.; CAMARGO, U.A. **Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná**. Embrapa Uva e Vinho. Versão Eletrônica. Dez./2005. (Sistemas de Produção, 10. ISSN 1678-8761). Acesso em outubro de 2014. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaNorteParana/cultivares.htm>>.

NASCIMENTO, A.B.; OLIVEIRA, G.M.; BALAN, M.G.; HIGASHIBARA, L.R.; ABI SAAB, O.J.G. Deposição de glifosato e utilização de adjuvante para diferentes pontas de pulverização e horário de aplicação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 105-116, 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.5777/PAeT.V5.N2.08>.

NAVES, R. de L.; TESSMANN, D.J.; GARRIDO, L. da R.; SÔNEGO, O.R. **Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 10). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/doencas.htm>>. Acesso em Jul. 2014.

NAVES, R.L.; GARRIDO, L.R. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica: antracnose**. Árvore de conhecimento: uva para processamento. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000gpzg3d3h02wx5ok0id7g9o1htasbc.html>. Acesso em Jul. 2014.

NAVES, R.L.; GARRIDO, L.R.; SÔNEGO, O.R. **Controle de doenças fúngicas em uvas de mesa na região Noroeste do Estado de São Paulo**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 17 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 68).

NOGUEIRA, H.C. Avaliação da uniformidade de deposição e perdas de calda na utilização de um pulverizador desenvolvido para aplicação de herbicidas em ferrovias. Botucatu, 1996. 72p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Energia na agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

OIV - **International Organization of Vine and Wine**: OIV report on the world vitivinicultural situation. 2015. Disponível em <http://www.oiv.int/oiv/info/en-Bilan_OIV_Mainz_2015>. Acesso em out. 2015.

OTTO, S.; MORI, N.; FORNASIERO, D.; VERES, A.; TIRELLO, P.; POZZEBON, A.; DUSO, C.; ZANIN, G. Insecticide drift and its effect on *Kampimodromus aberrans* in an Italian vineyard-hedgerow system. **Biosystems Engineering**, v.116, n.4, p.447-456. dez. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.10.007>.

PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G., VELINI, E.D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agricola** (Piracicaba, Braz.), v.62, n.5, p.440-445, 2005. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000500005>.

PANNETON, B.; LACASSE, B. Effect of air-assistance configuration on spray recovery and target coverage for a vineyard sprayer. **Canadian Biosystems Engineering/Le génies des biosystèmes au Canada**, v.46, n.2, 13-18. 2004.

PEREIRA, V.F.; DE RESENDE, M.L.V.; JÚNIOR, P.M.R.; DE ALBUQUERQUE REGINA, M.; DA MOTA, R.V.; VITORINO, L.R.R. Fosfito de potássio no controle do míldio da videira e características físico-químicas de uvas Merlot. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.47, n.11, p.1581-1588, nov. 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100004>.

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**. Vol. 16, 1997, p. 25–33. doi:10.1016/S0261-2194(96)00054-3.

PEZZI, F.; RONDELLI, V. The Performance of an Air-assisted Sprayer operating in Vines. **Journal of Agricultural Engineering Research**. Vol. 76, 2000, p. 331–340. doi:10.1006/jaer.2000.0540.

PIGATI, R.L.; DERNOEDEN, P.H.; GRYBAUSKAS, A.P. Early curative dollar spot control in creeping bentgrass as influenced by fungicide spray volume and application timing. **Applied Turfgrass Science**, v.7, n.1. mar. 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1094/ATS-2010-0312-03-RS>.

PRADO, E.P.; RAETANO, C.G.; AGUIAR JÚNIOR, H.O.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; CHRISTOVAM, F.S.; GIMENES, M.J.; DE ARAÚJO, D. Velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda fungicida, severidade da ferrugem asiática e produtividade da soja. **Summa phytopathologica**. v.36, n.1, jan-mar. 2010, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052010000100008>.

PROTAS, L.F.S.; CAMARGO, U.A.; MELLO, L.M.R. **A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas**. 2014. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, RS – Brasil. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/vitivinicultura/>>. Acesso em Jul. 2014.

RAMOS, H.H.; PIO, L.C. **Conceitos básicos de aplicação de produtos fitossanitários**. In: ZAMBOLIN, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa, 2008. p. 155-157.

REIS, E.M.; BRESOLIN, A.C.R. Fungicidas: aspectos gerais. **Revista Plantio Direto**, edição 97, janeiro/fevereiro de 2007. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS.

ROMÁN, A.A.R.; CORTEZ, W.J.; FERREIRA, da C.M.; OLIVEIRA, G.R.J. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 03, p. 223-232, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i3.14529>.

ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIBEIRO, M.C.F.; LUIZ, A.R.M. Influência do orvalho e volume de calda de aplicação na eficácia do glyphosate na dessecação de *Brachiaria Plantaginea*. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.479-482. jul-set. 2004. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582004000300019>.

SANTOS, R.B.; SOUZA, A.P.; SILVA, A.C.; ALMEIDA, F.T.; ARANTES, K.R.; SIQUEIRA, J.L. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das variáveis meteorológicas na região de Sinop-MT. **Global Science and Technology**. v.6, n.1, p.72-87, jan./abr. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.14688/1984-3801.v06n01a07>.

SCHNEIDER, J.L.; OLIVEIRA, G.M.; BALAN, R.E.; CANTERI, M.G.; ABI SAAB, O.J.G. Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.43, n.5, p.797-802. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013000500007>.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.

SÔNIGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; GRIGOLETI JR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica 56). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/circular/cir056.pdf>>. Acesso em Jul. 2014.

SOUZA, R.T.; PALLADIN, L.A. **Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná: Tecnologia de aplicação de agrotóxicos para vitivinicultura**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 10. Versão Eletrônica. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/tecnologia.htm>>. Acesso em Jul. 2014.

TARSITANO, M.A.A.; COSTA, T.V.; NAVES, R.L.; SOUZA, R.T. Comunicado Técnico 136. **Aspectos Fitossanitários da Viticultura na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico 136). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot136.pdf>>. Acesso em Jul. 2014.

TAYLOR, P. **The wetting of leaf surfaces**. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, v.16, n.4, p.326-334. ago. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cocis.2010.12.003>.

TEIXEIRA, E.S.; OSIPE, J.B.; GANDOLFO, U.D.; OLIVEIA, J.F.; GANDOLFO, M.A.; OSIPE, R. Uso de baixo volume oleoso e assistência de ar no controle de plantas daninhas. **Sêmima: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, p. 1229-1234, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1229>.

TEIXEIRA, M.M. Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica. 1997. 310 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

van ZYL, S.A.; BRINK, J.C.; CALITZ, F.J.; COERTZE, S.; FOURIE, P.H. The use of adjuvants to improve spray deposition and *Botrytis cinerea* control on Chardonnay grapevine leaves. **Crop Protection**, v.29, p.58-67. 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2009.08.012>.

VELINI, E.D.; ANTUNIASSI, U.R. Desenvolvimento de um sistema para injeção de defensivos agrícolas na barra de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. p.2035-2047.

VELINI, E.D.; ANTUNIASSI, U.R.; MARTINS, D.; TRINDADE, M.L.B.; SILVA, M.S. Utilização da condutividade elétrica para avaliação do depósito da calda de pulverização em alvos ou folhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Soc. Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p.427.

VEREECKE, E., LANGENAKENS, J., DE MORR, A., PIETERS, M., JAEKEN, P. The air distribution generated by air-assisted sprayers. **Paper. AgEng.**, Warwick, n. 00-PM-071, 2000. 10p.

VIANA, R.G.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, M.C.; TEIXEIRA, M.M.; ROSELL, J.R.; TUFFI SANTOS, L.D.; MACHADO, A.F.L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta daninha**, v.28 n.2 Viçosa Abr./Jun. 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000200024>.

VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. **Estatística experimental**. Editora Atlas, São Paulo, 1989, 179 p.

VIRET, O.; SIEGFRIED, W.; HOLLIGER, E.; RAISIGL, U. Comparison of spray deposits and efficacy against powdery mildew of aerial and ground-based spraying equipment in

viticulture. **Crop Protection**, vol. 22: 1023-1032, 2003. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00119-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00119-4).

WISE, L.C.; JENKINS, P.E.; SCHILDER, A.M.C.; VANDERVOORT, C.; ISAACS, R. Sprayer type and water volume influence pesticide deposition and control of insect pests and diseases in juice grapes. **Crop Protection**, vol. 29, 2010. p. 378-385. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2009.11.014>.

ZHANG, J.J.; WANG, J.F.; MAO, W.L.; GU, F.; HUO, Y.P. Numerical simulation of the air-assisted boom spraying and droplets transporting process. **Advanced Materials Research**, v.516-517, p.769-772. mai. 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.516-517.769>.