

LARISSA DE OLIVEIRA FONTES

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS
AGRÍCOLAS NA CULTURA DO MELÃO**

**MOSSORÓ - RN
2012**

LARISSA DE OLIVEIRA FONTES

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS
AGRÍCOLAS NA CULTURA DO MELÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, como parte das exigências para
obtenção do grau de Mestre em
Ciências, em Fitotecnia.

Orientador:
Prof. D.Sc. Francisco Cláudio Lopes
de Freitas
Co-Orientador:
Prof. D.Sc. Mauri Martins Teixeira

**MOSSORÓ - RN
2012**

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação
da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

F682d Fontes, Larissa de Oliveira.

Desempenho operacional de pontas de pulverização para
aplicação de defensivos agrícolas na cultura do melão. /
Larissa de Oliveira Fontes. -- Mossoró, 2012.
88 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade
Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: D.Sc Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

Co-orientador: D.Sc Mauri Martins Teixeira

1. Espectro de gotas. 2. Deposição de calda. 3. Assistência de ar. 4.
Pontas defletoras. I. Título.

CDD: 632.951 7

Bibliotecária: Vanessa de Oliveira Pessoa
CRB15/453

LARISSA DE OLIVEIRA FONTES

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS
AGRÍCOLAS NA CULTURA DO MELÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, como parte das exigências para
obtenção do grau de Mestre em
Ciências, em Fitotecnia.

APROVADA EM: 10 / 09 / 2012.

Prof. D.Sc. Maurício Sekiguchi
de Godoy
Conselheiro

Prof. D.Sc. Neyton de Oliveira
Miranda
Conselheiro

Prof. D.Sc. Mauri Martins
Teixeira
Co-Orientador

Prof. D.Sc. ~~Francisco~~ Cláudio Lopes
de Freitas
Orientador

Aos meus irmãos **Pedro e Mabel**, pelo exemplo de superação, pela amizade verdadeira, lealdade e companheirismo. A **Ítalo Nunes** pela amizade, companheirismo e valiosa contribuição na realização desse trabalho.

Ofereço

À minha mãe **Francisca Elení de Oliveira**, pelo exemplo de vida, dedicação, apoio, superação e amor incondicional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus em sua infinita bondade por todas as oportunidades a mim dada.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em particular ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade de realização desse curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo e pela oportunidade de participar do PROCAD.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade da realização de parte deste trabalho.

À empresa Agrícola Famosa, pelo espaço cedido para realização do experimento de campo.

Ao meu professor e orientador Francisco Cláudio Lopes de Freitas, pela orientação, conselhos, ensinamentos, amizade, pelo apoio e confiança, pra você o meu respeito e admiração. Muito obrigada por tudo!

Ao meu co-orientador Mauri Martins Teixeira, pela orientação, pelos ensinamentos, amizade, pela dedicação e apoio para realização desta pesquisa. Muito obrigada por tudo!

Aos meus conselheiros Maurício Sekiguchi de Godoy e Neyton de Oliveira Miranda, pelo aceite de participar da minha banca, muito obrigada pelas correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao professor Lino Roberto Ferreira por todo apoio e amizade a mim concedido.

Ao professor Francisco Bezerra Neto por todo apoio, amizade, e valiosa contribuição neste trabalho.

À prof. Vilani pela atenção, carinho, e valiosa contribuição neste trabalho.

À minha mãe Francisca Elení de Oliveira, meu irmão Pedro Evaristo Fontes de Queiroz Neto e a minha irmã Laysa Mabel de Oliveira Fontes pela torcida, incentivo e carinho. Muito obrigada por tudo, amo vocês!

A Ítalo Nunes Silva, por todo apoio, companheirismo, amizade, pela valiosa contribuição na realização deste trabalho, paciência, por me tolerar nesse período, sei que não foi fácil. Muito obrigada por tudo, amo você!

Aos colegas do Laboratório de Defensivos Agrícolas da UFV, em especial a Christian, Robson, Cleyton, Humberto, André e Amanda, e também aos colegas de turma Rafael Felipe, Fernanda e Túlio por toda ajuda na execução deste trabalho e excelente convivência, muito obrigada por tudo!

Ao grupo Plantas Daninhas da UFERSA pelo bom convívio durante todos esses anos, pela amizade, conversas e descontração, e em especial a Paulo Rocha, Danielly Formiga e Cheyla Linhares que contribuíram diretamente na condução de parte deste trabalho, muito obrigada!

Aos funcionários da pós-graduação em Fitotecnia: Socorro Amorim, Neto, Michael, Dona Lúcia, Liberta e Camila, pela amizade, carinho e atenção sempre.

A todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente o **MEU MUITO OBRIGADA!**

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

LARISSA DE OLIVEIRA FONTES, filha de Laertes Fontes de Queiroz e Francisca Eleni de Oliveira, nasceu em 25 de maio de 1987 na cidade de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte. Em agosto de 2005, iniciou o curso de graduação em Agronomia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró/RN, concluindo-o em julho de 2010. Em março de 2011, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, na área de concentração em Proteção de Plantas com ênfase em Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas, defendendo-o no dia 10 de setembro de 2012.

***"A audácia, a coragem, a determinação e
a persistência, são as características das
grandes personalidades"***

(Masaharu Taniguchi)

RESUMO

FONTES, Larissa de Oliveira. **Desempenho operacional de pontas de pulverização para aplicação de defensivos agrícolas na cultura do melão.** 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi - Árido (UFERSA), Mossoró - RN, 2012.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o espectro de gotas de pontas de pulverização com indução de ar e defletoras em diferentes pressões de trabalho para aplicação de defensivos agrícolas na cultura do melão na região de Mossoró-RN. A primeira parte do trabalho foi conduzida no Laboratório de Aplicação de Defensivos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa - UFV, no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro pontas de pulverização [duas com indução de ar (AVI 110-02 e AVI 110-03) e duas defletoras (TT 110-02 e TT 110-03)] e cinco pressões de trabalho (200, 300, 400, 500 e 600 kPa). Foi realizada análise do espectro de gotas, utilizando-se analisador a laser de partículas em tempo real (Spraytech, Malvern Instruments Co.), determinando-se o diâmetro de gotas tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor ($D_{v0,1}$), diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro de gotas tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor ($D_{v0,9}$), amplitude relativa (SPAN) e a porcentagem do volume pulverizado com gotas inferior a 100 μm ; entre 100 a 200 μm , entre 200 a 300 μm , entre 300 a 500 μm e superior a 500 μm de diâmetro. Para uma mesma vazão nominal, as pontas com indução de ar, apresentaram maior DMV que as pontas defletoras em todas as pressões estudadas; A ponta de pulverização TT 110-02 apresentou menor vazão e maior DMV que a ponta TT 110-03 em todas as pressões de trabalho; Todas as pontas de pulverização operando abaixo de 300 kPa, apresentaram baixa percentagem de gotas com tamanho inferior a 100 μm , indicando baixo risco de deriva; O índice Span foi satisfatório em todas as combinações de pontas e pressões estudadas. A segunda parte do trabalho foi desenvolvida em lavoura comercial de melão na Fazenda Agrícola Famosa, Município de Tibau - RN, no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 x 2, sendo quatro pontas de pulverização (AVI 110-02, AVI 110-03, TT 110-02 e TT 110-03), quatro volumes de calda (140, 200, 300 e 400 L ha⁻¹) e duas formas de aplicação (com e sem assistência de ar). Foi avaliado o espectro de gotas por meio da deposição das mesmas em etiquetas de papel hidrossensível colocadas nas

superfícies adaxial e abaxial das folhas do meloeiro. Após a aplicação, as etiquetas foram fotografadas e analisadas por meio do software para análise de imagens “Image Tool”. Para analisar a deposição de calda nas folhas de melão, foi adicionado na água corante azul brilhante na concentração de 3.000 mg L^{-1} , após a pulverização, foram coletadas cinco folhas por tratamento, as quais foram levadas ao laboratório de Fitotecnia do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, lavadas em 50 mL de água destilada para extração do corante que foi analisado em espectrofotômetro para determinação da absorbância. Após a lavagem as folhas foram passadas por um medidor Licor Equipamentos[®], para determinação da área foliar. Os dados de absorbância foram transformados em concentração (mg L^{-1}) para determinação do volume retido por unidade de área (obtendo-se $\mu\text{L cm}^{-2}$) para cada tratamento. A assistência de ar junto à barra de pulverização melhorou a deposição de calda nas folhas de melão somente quando se utilizou a ponta TT 110-02; Houve incremento na cobertura e na deposição de calda na face adaxial das folhas de melão com o aumento do volume de aplicação em todas as pontas de pulverização; Houve efeito positivo da assistência de ar sobre a cobertura e densidade de gotas na superfície abaxial das folhas de melão para as pontas de pulverização TT 110-02 e TT 110-03; As pontas com indução de ar AVI 110-02 e AVI 110-03 apresentaram índices insatisfatórios de deposição de calda, cobertura e densidade de gotas na superfície abaxial, independente da utilização da assistência de ar.

Palavras-chave: Espectro de gotas. Deposição de calda. Assistência de ar. Pontas defletoras. Pontas com indução de ar.

ABSTRACT

FONTES, Larissa de Oliveira. **Operating performance of spray nozzles to apply pesticides in the melon crop.** 2012. 88 f. Dissertation (Masters in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi - Árido (UFERSA), Mossoró - RN, 2012.

This study aimed to evaluate the droplet spectrum of spray nozzles with air induction and baffles at different working pressures for application of pesticides in the melon crop in the region of Mossoró-RN. The first part of the work was conducted in the Laboratory of Application of Pesticides, Department of Agricultural Engineering, Federal University of Viçosa - UFV, in a completely randomized design in a factorial 4 x 5, being four spray nozzles [two with air induction (AVI 110-02 and AVI 110-03) and two deflectors (TT 110-02 and TT 110-03)] and five working pressures (200, 300, 400, 500 and 600 kPa). Spectrum analysis was performed droplets, using a laser particle analyzer in real time (Spraytech, Malvern Instruments Co.), determining the droplet diameter such that 10% of the volume of the liquid sprayed is made up of smaller droplets which this value ($D_{v0,1}$) volume median diameter (VMD), the droplet diameter such that 90% of the volume of sprayed liquid consists of droplets smaller than this value ($D_{v0,9}$), relative amplitude (SPAN) and the percentage volume sprayed with drops below 100 μm ; between 100 and 200 μm , between 200 and 300 μm , 300 and 500 μm and greater than 500 μm in diameter. For a same nominal flow, the tips with air induction tips showed higher VMD than the baffle tips at all pressures studied; the spray tip TT 110-02 showed lower flow and higher VMD that TT 110-03 tip in all operating pressures; All spray nozzles which operating below 300 kPa, showed low percentage droplet size less than 100 μm , indicating a low risk of drift; Span index was satisfactory in all combinations of points and pressures studied. The second part of the work was developed in commercial farming of melon of the Famous Agricultural Farm, municipality of Tibau - RN, in a completely randomized design in a factorial 4 x 4 x 2, with four spray nozzles (AVI 110-02, AVI 110 -03, TT 110-02 and TT 110-03), four spray volumes (140, 200, 300 and 400 L ha⁻¹) and two application forms (with and without air assistance). The spectrum of drops was evaluated by depositing of the same in labels of water sensitive paper placed on upper and lower surfaces of the leaves of melon. After application, the labels were photographed and analyzed using the image analysis software "Image Tool". To analyze the deposition of the spray on leaves of melon, it was added in the water blue dye at a

concentration of 3.000 mg L^{-1} , after spraying, were collected five leaves per treatment, which were taken to the crop science laboratory of the Department of Plant Sciences of the UFERSA, washed in 50 mL of distilled water to extract the dye which was analyzed in a spectrophotometer to determine absorbance. After washing, the sheets were passed through a meter Licor Equipamentos® for determining the leaf area. The absorbance data were converted to concentration (mg L^{-1}) for determining the volume retained per unit area (yielding $\mu\text{L cm}^{-2}$) for each treatment. The air assistance along the spray boom improved the deposition of spray on leaves of melon only when using the tip TT 110-02; There was an increase in coverage and deposition of spray on the upper surface of the leaves of melon with increasing volume of application in all spray nozzles; There was positive effect of air assistance on the coverage and density of droplets on the lower surface of the leaves of melon for the spray tips TT 110-02 and TT 110-03; Tips with induction air AVI 110-02 and AVI 110-03 showed unsatisfactory levels of spray deposition, coverage and density of droplets on the lower surface, independent of the use of air assistance.

Keywords: Spectrum of drops. Spray deposition. Air assistance. Deflector nozzles. Air induction nozzle.

CAPÍTULO II

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vazão ($L \text{ min}^{-1}$) das pontas de pulverização AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões de trabalho.....	37
Tabela 2 - Diâmetro das gotas pulverizadas por classe de tamanho relativa às pontas AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões.	39
Tabela 3 - Amplitude relativa (Span) de gotas das pontas AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões.....	43
Tabela 4 - Percentagem de volume de gotas pulverizadas com diâmetro inferior a 100; entre 100 e 200; entre 200 e 300; entre 300 e 500 e superior a 500 μm das pontas AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões.	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vazão média (L min^{-1}) das pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 100-03 nas pressões de 200; 300; 400; 500 e 600 kPa..... 36

Figura 2 - $D_{v0,1}$ – diâmetro a 10% do volume do líquido pulverizado; DMV – diâmetro mediano volumétrico; $D_{v0,9}$ – diâmetro a 90% do volume do líquido pulverizado das pontas ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 nas pressões de 200; 300; 400; 500 e 600 kPa. 38

Figura 3 - Percentagem de volume de gotas com diâmetro inferior a 100 μm (A); entre 100 e 200 μm (B); entre 200 e 300 μm (C); entre 300 e 500 μm (D) e superior a 500 μm (E) das pontas ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 nas pressões de 200; 300; 400; 500 e 600 kPa.46

CAPÍTULO III

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média dos dados climatológicos no momento das aplicações...	62
Tabela 2 - Análise de variância do depósito de corante das folhas de meloeiro ($\mu\text{L cm}^{-2}$), em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de calda aplicados e técnicas de aplicação.	66
Tabela 3 - Valores médios dos depósitos do corante nas folhas superiores de melão ($\mu\text{L cm}^{-2}$), em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).	68
Tabela 4 - Análise de variância da cobertura da face adaxial das folhas de meloeiro (%) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.	69
Tabela 5 - Porcentagem de cobertura na face adaxial de folhas de melão, em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).	73
Tabela 6 - Análise de variância da cobertura da face abaxial das folhas de meloeiro (%) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.	74
Tabela 7 - Porcentagem de cobertura na face abaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).	77
Tabela 8 - Análise de variância da densidade da face adaxial das folhas de meloeiro (gotas cm^{-2}) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.	78
Tabela 9 - Densidade de gotas por cm^2 na face adaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).	80
Tabela 10 - Análise de variância da densidade da face abaxial das folhas de meloeiro (gotas cm^{-2}) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.	81
Tabela 11 - Densidade de gotas na face abaxial das folhas de melão (gotas cm^{-2}), em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).	83

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Foto da área experimental com a cultura do melão recebendo aplicação tratorizada aos 45 dias após o transplante das mudas. 61
- Figura 2** - Padrão de linearidade obtida através da absorbância a partir da diluição da calda aplicada na cultura do melão. Mossoró-RN, UFERSA, 2012..... 63
- Figura 3** - Depósitos do corante nas folhas das partes superiores de plantas de melão, em função dos volumes de calda aplicados e das pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 com (A) ou sem (B) assistência de ar..... 67
- Figura 4** - Porcentagem de cobertura na face adaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação para as pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 em aplicação com (A) ou sem (B) assistência de ar. 70
- Figura 5** - Padrão de cobertura proveniente de diferentes pontas de pulverização, volumes de pulverização e técnicas de aplicação em etiquetas colocadas na face adaxial das folhas superiores do meloeiro. 71
- Figura 6** - Porcentagem de cobertura na face abaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação para as pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 em aplicação com (A) ou sem (B) assistência de ar. 75
- Figura 7** - Padrão de cobertura proveniente de diferentes pontas de pulverização, volumes de pulverização e técnicas de aplicação em etiquetas colocadas na face abaxial das folhas superiores do meloeiro. 76
- Figura 9** - Densidade de gotas na face abaxial das folhas de melão (dados transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$) em função dos volumes aplicados para as pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 em aplicação com (A) ou sem (B) assistência de ar..... 82

SUMÁRIO

CAPITULO I	19
1 INTRODUÇÃO	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO II	28
ESPECTRO DE GOTAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO DE JATO PLANO UTILIZANDO ANALISADOR DE PARTÍCULAS A LASER EM TEMPO REAL	28
RESUMO	28
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4 CONCLUSSÕES	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
CAPÍTULO III	55
ASSISTÊNCIA DE AR E VOLUMES DE APLICAÇÃO NA COBERTURA, DENSIDADE E DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DO MELÃO	55
RESUMO	55
1 INTRODUÇÃO	57
2 MATERIAL E MÉTODOS	61
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4 CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

CAPITULO I

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é responsável por 93,33% da produção nacional de melão (*Cucumis melo* L.) e grande parte dessa produção concentra-se nos polos irrigados do Vale do Assú/Mossoró/Baraúna, no Rio Grande do Norte e no Baixo Jaguaribe, no Ceará, com 72% da produção do Nordeste (Embrapa, 2010). Os produtores dessas regiões praticam uma agricultura altamente tecnificada, contudo, estes têm enfrentado sérios problemas com o ataque de pragas nocivas à cultura do melão como a mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) (AZEVEDO; BLEICHER, 2003) e a mosca-minadora (*Liriomyza* spp.) (ARAUJO et al., 2007), dentre outras.

Os danos ocasionados à cultura por essas pragas reduzem a produtividade e a qualidade dos frutos (ARAUJO et al., 2007). Para evitar estes danos os produtores realizam diversas aplicações de defensivos agrícolas durante o ciclo da cultura (SILVA; COSTA, 2003), necessitando, muitas vezes de boa cobertura foliar, devido à baixa ou nenhuma translocação de certos produtos, associado à localização de algumas pragas na superfície abaxial do limbo foliar.

Todavia, alcançar boa cobertura foliar na região onde o melão é cultivado, onde as condições climáticas são caracterizadas por temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e frequente ocorrência de ventos fortes é tarefa complexa, devido à predisposição à ocorrência de deriva. Miller (2004) e Viana (2006) conceituam deriva como o movimento de um produto no ar, durante ou depois da aplicação, para um local diferente do planejado, sendo transportado da área-alvo na forma de gotas, vapor ou escorrimento da gota ao solo.

Uma aplicação eficiente requer adequada cobertura da superfície do alvo com tamanho de gotas apropriado. Para Courshee (1967), a utilização de gotas de maior diâmetro implica na redução da taxa de cobertura do alvo, todavia, para Matuo et al. (2006), o aumento da cobertura pode ser alcançado mediante aumento do volume de calda aplicado. Quando se deseja cobertura adequada da superfície, é necessário se trabalhar com pontas que produzam gotas pequenas o suficiente para aumentar a área coberta, porém grandes o suficiente para não serem evaporadas ou arrastadas pelo vento (SOUZA, 2006).

Estudando a influência da variação do tamanho de gotas na deposição de agrotóxicos em alvos naturais, Cross et al. (2001) encontraram cobertura do alvo semelhante ao usar gotas na faixa de diâmetro da mediana volumétrica entre 156 e 237 μm . Tal resultado pode ser explicado pela redução na taxa de recuperação quando se utilizou gotas de menor diâmetro devido à deriva e evaporação, porém, com maior número de gotas em relação ao maior diâmetro. Para se determinar a porcentagem de cobertura e a deposição de calda nas folhas ou outras partes da planta, é imprescindível, coletar, medir e avaliar a penetração das gotas no dossel (BARRY, 1993).

Em condições ótimas, Cross et al. (2001) relataram que, gotas de pequeno diâmetro proporcionam maior densidade depositado sobre o alvo. No entanto, em condições adversas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento, aumenta-se o risco de contaminação ambiental, devido a evaporação das mesmas (VIANA et al., 2007). Alguns fatores como vazão nominal, ângulo do jato, pressão de operação, propriedades da calda e tipo de ponta de pulverização, segundo Womac et al. (1999), são capazes de influenciar o espectro de gotas produzidas por determinada ponta de pulverização.

Segundo Fernandes et al. (2007) a seleção das pontas é um dos fatores mais importantes para uma aplicação eficiente e de qualidade. Na maioria das aplicações, o produto não chega até o alvo proposto, pelo desconhecimento e mau uso dos equipamentos, devido à carência de informações sobre a deposição de calda na planta e respectivo efeito na atividade do agrotóxico (VIANA, 2006), e sobre o risco potencial de deriva e sua distribuição volumétrica (VIANA et al., 2010).

Matthews (2002); Cunha; Ruas (2006), afirmaram que cada ponta possui uma característica própria de distribuição volumétrica, sendo esta, específica para cada condição de uso. Um agravante importante nas aplicações de agrotóxicos na cultura do melão é o volume de calda aplicado, onde é prática comum se aplicar volumes superiores a 450 L ha^{-1} . Entretanto, de maneira geral existem tendências de reduzir o volume de calda, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, a redução do volume de calda requer, porém, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo (CUNHA, et al., 2005).

Atualmente, estão disponíveis no mercado diversos tipos de pontas de pulverização com diferentes características de tamanho de gotas e distribuição do jato, visando atender as diversas finalidades e condições operacionais. Entre elas, as pontas com indução de ar, que segundo Sumner; Sumner (1999); Cunha et al. (2006); Freitas et al. (2010) apresentam maior espectro de gotas, devido ao sistema venturi que faz com que as gotas se tornem maiores, com bolhas de ar em seu interior, sofrendo, segundo Bauer et al. (2006), menor interferência das condições climáticas.

Outro grupo de pontas que vem se destacando ao longo dos anos, são as defletoras, que produzem gotas formando ângulo de até 145° , adequadas

para compor barras de aplicação em área total, com excelente distribuição e baixo coeficiente de variação ao longo da barra. Segundo Freitas et al. (2008) estas pontas apresentam possibilidade de produzir vazões baixas, gerando gotas grossas, quando operando à pressão igual ou inferior a 200 kPa. Tais características reduzem a propensão à deriva, o que permite a indicação para aplicação de defensivos agrícolas que demandam menor cobertura do alvo, como os herbicidas aplicados em pré-emergência, produtos sistêmicos, inseticidas, ou, como também, em maiores pressões de trabalho, indicada para se obter maiores coberturas do alvo. Porém, para isso, é imprescindível conhecer as características técnicas dessas pontas de pulverização (CUNHA et al., 2007).

A utilização de pulverizadores dotados de assistência de ar é outra alternativa que visa a diminuição da ocorrência de deriva, além de um importante equipamento na redução dos custos com aplicação de produtos fitossanitários, uma vez que eles podem reduzir o volume de aplicação, aumentando sua capacidade operacional (VIGANO; RAETANO, 2007). Hislop (1991) mencionou que, embora a ideia de usar a assistência de ar em pulverizações não seja nova, estudos mais detalhados devem ser efetuados em relação ao uso dessa tecnologia, associados a um volume de calda adequado, que tem por objetivo melhorar a deposição de calda sobre a cultura. May (1991) relatou que a assistência de ar junto à barra de pulverização aumentou a deposição em 30% na superfície abaxial das folhas de beterraba açucareira, sendo assim de suma importância estudar o efeito da assistência do ar sob a cobertura e densidade.

Existem vários meios de verificar na qualidade de aplicação a caracterização do espectro de gotas, por exemplo, métodos simples e econômico, como o uso do papel hidrossensível que quando em contato com as gotas sua cor amarela fica azulada, em virtude da reação ocorrida pela

ionização do bromophenol, propriedade a qual fornece o registro da gota. Porém, novas metodologias vêm sendo utilizadas visando determinar os diâmetros das gotas no ar, e um equipamento que têm se destacado devido à grande precisão e simplicidade na aquisição dos dados é o analisador de partículas em tempo real (ALVARENGA, 2012). Para Cunha et al. (2007), Fernandes et al. (2007) e Nuyttens et al. (2009), o desvio que ocorre no feixe de luz do laser, depende do tamanho da partícula e, quanto menor a partícula, maior é o grau de difração que o raio de luz sofre.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o espectro de gotas das pontas AVI 110-02, AVI 110-03, TT 110-02 e TT 110-03, em diferentes pressões de trabalho, por meio de um analisador de partículas a laser em tempo real em laboratório e, em campo, avaliar a influência da assistência de ar e o volume de calda aplicado sobre a deposição, cobertura e densidade de gotas em folhas de meloeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, C. B. **Automatização de um pulverizador hidropneumático visando o controle do espectro de gotas em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar**. 2012. 119f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, 2012.

ARAUJO, E. L.; FERNANDES, D. R. R.; GEREMIAS, L. D.; MENEZES NETTO, A. C.; FILGUEIRA, M. A. Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do rio grande do norte. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p.210-212, 2007.

AZEVEDO, F. R; BLEICHER, E. Distribuição vertical e setorial das ninfas de mosca-branca nas folhas do meloeiro. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 21, n. 3. 2003.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G.; PEREIRA, F. A. R. Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 11002, com e sem indução de ar, sob diferentes espaçamentos e alturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 546-551, 2006.

BARRY, J. W. Aerial application to Forest. In: **Application Technology for Crop Protection**. Eds: Matthews, G. A.; Hislop, E. C. North Hampton, England: CAB International, p. 241-273, 1993.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.133-138, 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

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.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 11, 2007.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D.C. (ed.) **Fungicide: An advanced treatise**. New York: Academic Press, 1967, p. 239-86.

CROSS, J. V.; WALKLATE, P. J.; MURRAY, R. A.; RICHARDSON, G. M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 1. Effects of spray liquid flow rate. **Crop Protection**, v. 20, p.13-30. 2001.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Hortalças em números**. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm, 2010.

FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.728-733, 2007.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; NASCIMENTO, P. G. M. L. Métodos de Aplicação de Herbicidas para Pequenas Propriedades e Áreas Declivosas. In: KARAM, D.; MASCARENHAS, M. H. T.; SILVA, J. B. **A Ciência das Plantas Daninhas na Sustentabilidade dos Sistemas Agrícolas**. 1ªed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, v. 1, p. 291-329, 2008.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, L. H. L.; COSTA, H. Aplicação de defensivos na cultura do tomate. In: **TOMATE**. Vitória, ES: Incaper, p. 349-379, 2010.

HISLOP, E. C. Air assisted crop spraying: an introductory review. In: LAVERS, A.; HERINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E. S. E. **Air-assisted spraying in crop protection**. Swansea: British Crop Protection Council, p.3-14 (BCPC Monograph, 46). 1991.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. p. 345-353. In: Waller, J. M.; Lenné, J. M.; Waller, S. J. (Ed.). **Plant pathologist's pocketbook**. CAB, London. 516 p. 2002.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e equipamentos de aplicação. In: ABEAS - **Curso de proteção de plantas**. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2006, 100 p.

MAY, M.J. Early studies on spray drift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayers. In: LAVERS, A.; HERRINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E. S. E. (Ed.) **AIR-ASSISTED SPRAYING IN CROP PROTECTION**, Swansea, 1991. Proceedings... Swansea: BCPC, 1991. p.89-96. (BCPC Monograph, 46).

MILLER, P. C. H. Reducing the risk of drift from boom sprayers. In: RAETANO, C, G.; ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: Fepaf, P. 110-124, 2004.

NUYTTENS, D.; SCHAMPHELEIRE, M.; VERBOVEN, P.; BRUSSELMAN, E.; DEKEYSER, D. **Droplet size and velocity characteristics of agricultural sprays**. Transactions of the ASABE, St. Joseph, v. 52, n. 5, p. 1471-1480, 2009.

SILVA, H. R; COSTA, N. D. Introdução. In: SILVA, H.R.; COSTA, N. D. **Melão: Produção aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças. p. 13-14, 2003.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M. G.; PRIA, M. D.; SILVA, O. C. (Eds). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, p. 127-137, 1999.

SOUZA, G. V. R. **Ponta de pulverização e pressão de trabalho na aplicação de Tebuconazole para o controle da ferrugem da soja**. 2006. f.57. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. **Comparison of new drift reduction nozzles**. St. Joseph: ASAE, (ASAE, Paper n.99-1156), p. 17, 1999.

VIANA, R. G. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais**. 2006. f.44. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; FREITAS, F. C. L.; QUIRINO, A. L. S.; SANTOS, M. V. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.

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**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

VIGANO, L. S.; RAETANO, C. G. Assistência de ar e volumes de aplicação na deposição de calda e no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.734-741, 2007.

WOMAC, A. R.; MAYNARD, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. Transactions of the ASABE. **Agric. Eng**, v. 42, n. 3, p. 609-616, 1999.

CAPÍTULO II

ESPECTRO DE GOTAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO DE JATO PLANO UTILIZANDO ANALISADOR DE PARTÍCULAS A LASER EM TEMPO REAL

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o espectro de gotas de pontas de pulverização com indução de ar e defletoras em diferentes pressões de trabalho. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro pontas de pulverização [duas com indução de ar (AVI 110-02 e AVI 110-03) e duas defletoras (TT 110-02 e TT 110-03)] e cinco pressões de trabalho (200, 300, 400, 500 e 600 kPa). O espectro de gotas produzido em cada combinação de pontas de pulverização e pressão de trabalho foi avaliado por meio de analisador de partículas em tempo real (Spraytech, Malvern Instruments Co.). Foram determinados o diâmetro de gotas ($D_{v0,1}$), o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), o diâmetro de gotas ($D_{v0,9}$), amplitude relativa (Span) e a porcentagem do volume pulverizado com gotas com diâmetro inferior a 100 μm , entre 100 a 200 μm , entre 200 a 300 μm , entre 300 a 500 μm e superior a 500 μm . Para uma mesma vazão nominal, as pontas com indução de ar apresentaram maior DMV que as pontas defletoras em todas as pressões estudadas; A ponta de pulverização TT 110-02 apresentou menor vazão e maior DMV que a ponta TT 110-03 em todas as pressões de trabalho; Todas as pontas de pulverização operando abaixo de 300 kPa, apresentaram baixa porcentagem de gotas com tamanho inferior a 100 μm , indicando baixo risco de deriva; O índice Span foi satisfatório em todas as combinações de pontas e pressões estudadas.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação. DMV. Span.

CHAPTER II

SPECTRUM DROPS OF SPRAY NOZZLES OF PLANE JET USING A LASER PARTICLE ANALYZER IN REAL TIME

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the spectrum of drops of spray nozzles with air induction and baffles at different working pressures. The experiment was carried out in a completely randomized design in a factorial 4 x 5, being four spray nozzles [two with air induction (AVI 110-02 and AVI 110-03) and two deflectors (TT 110-02 and TT 110-03)] and five working pressures (200, 300, 400, 500 and 600 kPa). The droplet spectrum produced for each combination of spray nozzles and working pressures was evaluated by means of particle analyzer in real time (Spraytech, Malvern Instruments Co.), where were determined the droplet diameter ($D_{v0,1}$), the median diameter (VMD), the droplet diameter ($D_{v0,9}$), relative amplitude (Span) and the percentage of volume sprayed with droplets with diameters less than 100 μm , between 100 and 200 μm , 200 and 300 μm , 300 and 500 μm and greater than 500 μm . For the same nominal flow, the nozzles with air induction showed higher DMV that the tips deflecting at all pressures studied; The spray nozzle TT 110-02 had lower throughput and higher DMV that the nozzle TT 110-03 in all operating pressures; All spray nozzles operating below 300 kPa, showed low percentage droplet with size less than 100 μm , indicating a low risk of drift; Span index was satisfactory in all combinations of nozzles and pressures studied.

Keywords: Application technology. VMD. Span.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de aplicação de agroquímicos é caracterizada pelo emprego de conhecimentos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas (RAMOS, 2000). As técnicas que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas entre as diferentes técnicas de aplicação de agrotóxicos, graças à flexibilidade que oferecem em diferentes situações (TEIXEIRA, 1997).

Durante as aplicações de agrotóxicos, deve-se levar em consideração o tipo de ponta a ser utilizada e seu respectivo espectro de gotas produzidas, juntamente com as condições climáticas de cada região, a época de aplicação e o produto utilizado. O conhecimento das características técnicas das pontas possibilita sua correta seleção e, com isso, aplicações eficientes e seguras ambientalmente (CUNHA et al., 2010).

A partir dessas informações, efetua-se a escolha da ponta em função do potencial de deriva, das características dos agrotóxicos e dos riscos de evaporação e escorrimento de calda das folhas (VIANA et al., 2007). Alguns fatores, como vazão nominal, ângulo de descarga, pressão de operação e propriedades da calda, segundo Womac et al. (1999), são capazes de influenciar o espectro de gotas produzidas por determinada ponta de pulverização.

Em condições ótimas, Cross et al. (2001) relataram que, gotas de pequeno diâmetro proporcionaram maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo. No entanto, em condições adversas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento, aumenta-se o risco de contaminação ambiental por deriva (VIANA et al., 2007). O risco de perda de produto por deriva tem resultado além de impactos ambientais,

diminuição da eficácia dos tratamentos e danos à saúde do trabalhador (VIANA et al., 2009).

Visando minimizar esses problemas, houve grande evolução dos equipamentos de aplicação, principalmente das pontas, apresentando hoje diversas características de pulverização, tamanho de gotas e distribuição, incluindo as mais recentes com indução de ar, que resultam em menor probabilidade de deriva, sem alteração significativa na taxa de aplicação, porém com formação de gotas de diâmetros maiores (BAUER et al., 2006).

Outro tipo de ponta que vem se destacando ao longo dos anos, são as defletoras, que apresentam jato plano de ângulo grande e perfil de distribuição com extremidades afiladas indicadas quando se deseja cobertura uniforme e pulverização em área total, podendo ser utilizadas desde aplicação de defensivos agrícolas que demandam menor cobertura do alvo, como os herbicidas aplicados em pré-emergência, produtos sistêmicos e inseticidas, ou, como também, em maiores pressões de trabalho, quando há necessidade de maiores coberturas do alvo. Porém, para isso, é imprescindível conhecer as características técnicas dessas pontas de pulverização (CUNHA et al., 2007).

Ao estudar o espectro de gotas na pulverização, observa-se que na maioria das metodologias disponíveis, faz-se uso de papéis hidrossensíveis. No entanto, novas metodologias vêm sendo utilizadas visando determinar o diâmetro das gotas no ar, e um equipamento que tem se destacado devido à grande precisão e simplicidade na aquisição dos dados é o analisador de partículas em tempo real (ALVARENGA, 2012). Esta técnica baseia-se no desvio que ocorre do feixe de luz do laser, ao se chocar com uma partícula (CUNHA et al., 2007; FERNANDES et al., 2007; NUYTTENS et al., 2009).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o espectro de gotas das pontas AVI 110-02, AVI 110-03, TT 110-02 e TT 110-03, em diferentes pressões de trabalho, utilizando-se analisador de partículas em tempo real com raio laser.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2011, no Laboratório de Aplicação de Defensivos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa-MG, cujas coordenadas são 20° 45' 54" latitude Sul, 45° 52' 54" longitude Oeste e 650 m de altitude.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x5, analisando quatro pontas de pulverização das quais duas com indução de ar (AVI 110-02 e AVI 110-03) e duas defletoras (TT 110-02 e TT 110-03) em cinco pressões de trabalho (200, 300, 400, 500 e 600 kPa). Cada repetição foi representada por uma ponta de pulverização sorteada aleatoriamente a partir de uma amostra de 10 pontas, sem reposição.

Antes de iniciarem os testes, aferiu-se a vazão nominal das pontas de pulverização de acordo com a norma ISO 10625 (ISO 2005), o teste para a verificação da vazão das pontas foi realizado com auxílio de uma proveta graduada com precisão de 20 mL, coletando-se o líquido por um minuto na pressão nominal de 300 kPa. Com o auxílio de um aferidor de manômetros, dotado de um manômetro padrão Classe A3, aferiu-se também o manômetro utilizado no ensaio conforme norma NBR-12446/1992, seguindo metodologia adotada por Dornelles et al. (2011) e Alvarenga (2012).

As pontas de pulverização foram montadas individualmente em um pulverizador estacionário constituído por um depósito de 20 L, bomba hidráulica de pistão com vazão nominal entre 8 e 11 L min⁻¹ e pressão máxima de 3.516 kPa, acionada por um motor elétrico com potência de 1,5 kW. A regulação da pressão de trabalho foi realizada manualmente usando

um sistema de controle da vazão constituído por manômetro e válvula de retorno.

O espectro de gotas produzido em cada combinação de pontas de pulverização e pressão de trabalho foi obtido utilizando-se de um analisador de partículas em tempo real (Spraytech, Malvern Instruments Co.), equipado com lente focal de 750 mm. A análise se baseia na difração da trajetória da luz ao chocar com as gotas, capaz de contabilizar gotas com diâmetro de 0,10 a 2.500 μm . Neste sistema o diâmetro das gotas é inversamente proporcional ao ângulo formado devido à difração sofrido pela luz.

Após a instalação de cada ponta, colocou-se o sistema hidráulico em funcionamento até que o fluxo do líquido se estabilizasse à pressão desejada. As leituras foram efetuadas com a ponta posicionada a 0,40 metros do feixe óptico, movendo-a no sentido transversal ao jato, de modo à permitir a leitura das gotas formadas ao longo do mesmo, utilizando-se água pura na temperatura ambiente, conforme Camara et al. (2008), Cunha et al. (2010) e Alvarenga (2012). Na ocasião da aplicação as condições ambientais eram: temperatura do ar entre 24 e 25°C e umidade relativa do ar entre 70 e 80%.

Com base no espectro de gotas produzidos pelas pontas de pulverização nas diferentes pressões, determinou-se o diâmetro de gotas ($D_{v0,1}$), o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), o diâmetro de gotas ($D_{v0,9}$), a partir destes dados, determinou-se a amplitude relativa (Span), obtida através da equação (1):

$$\text{Span} = \frac{(D_{v0,9} - D_{v0,1})}{D_{v0,5}} \quad (1)$$

Onde:

- Span - grau de uniformidade do diâmetro das gotas produzidas;
- $D_{V0,9}$ - diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor;
- $D_{V0,5}$ - diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor também conhecida por diâmetro da mediana volumétrica;
- $D_{V0,1}$ - diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor.

Determinou-se também, a porcentagem do volume de gotas com diâmetro inferiores a 100; entre 100 a 200, entre 200 a 300, entre 300 a 500 e superiores a 500 μm .

Para a análise estatística, os dados do espectro de gotas de cada ponta foram submetidas à análise de variância e, em caso de significância, as médias dos dados qualitativos foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, os dados quantitativos foram analisados usando regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às vazões das pontas de pulverização estão apresentados na Figura 1, onde se observa para todas as pontas, aumento linear da vazão com o incremento da pressão, embora maiores coeficientes angulares, tenham sido verificados nas pontas de menor vazão (TT 110-02 e AVI 110-02). Relação diretamente proporcional entre a pressão de trabalho e a vazão foi constatada em diversos outros trabalhos (CUNHA; TEIXEIRA, 2001; FREITAS et al., 2005; VIANA et al., 2007; VIANA et al., 2010).

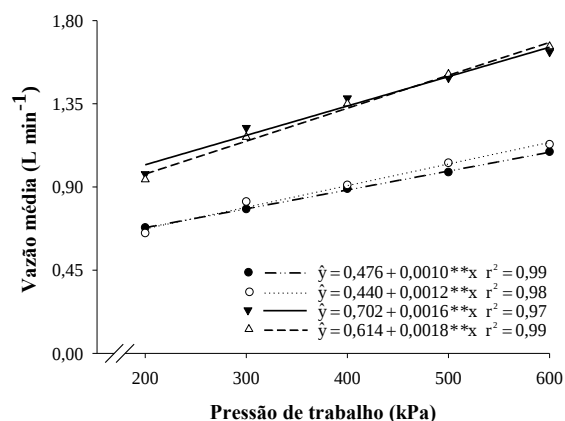


Figura 1 - Vazão média ($L \cdot min^{-1}$) das pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 100-03 nas pressões de 200; 300; 400; 500 e 600 kPa.

Desdobrando as vazões das pontas de pulverização dentro de cada pressão de trabalho, não se verificou variação no volume coletado entre as pontas TT e AVI de mesma vazão nominal (Tabela 1), além disso, os volumes coletados para cada ponta foram semelhantes aos indicados nos catálogos dos fabricantes (Spraying Systems CO, 1999; Jacto, 2012), com

maiores variações observadas quando se utilizou a ponta AVI 110-03 nas pressões de 500 e 600 kPa, com diferença de 3,87 e 4,11%, respectivamente. Para Bauer e Raetano (2004), esses índices satisfatórios se devem à grande evolução em se tratando de material e processo de fabricação, fazendo com que as diferenças entre pontas de uma mesma vazão nominal sejam muito pequenas e permaneçam dentro dos limites de tolerância, de acordo com as normas de padronização ISO 10625 (ISO 2005).

Tabela 1 - Vazão ($L \min^{-1}$) das pontas de pulverização AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões de trabalho.

Pontas	Pressões (kPa)				
	200	300	400	500	600
AVI 110-02	0,68b* (0,66)	0,78b (0,80)**	0,89b (0,91)	0,98b (1,02)	1,09b (1,13)
TT 110-02	0,65b (0,65)	0,82b (0,79)	0,91b (0,91)	1,03b (1,02)	1,13b (1,12)
AVI 110-03	0,97a (0,98)	1,22a (1,20)	1,38a (1,39)	1,49a (1,55)	1,63a (1,70)
TT 110-03	0,94a (0,96)	1,17a (1,18)	1,35a (1,36)	1,51a (1,52)	1,66a (1,67)
CV (%)	8,94				

*Para cada conjunto de pontas com vazões semelhantes, médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Valores apresentados entre parênteses referem-se às vazões indicadas nos catálogos dos fabricantes.

A característica $D_{v0,1}$, que é o diâmetro de gotas abaixo do qual os volumes acumulados totalizam 10% do volume total pulverizado, diminuiu linearmente com o incremento da pressão em todas as pontas estudadas, com maior decréscimo verificado na ponta AVI 110-03, enquanto que as pontas AVI 110-02, TT 110-02 e TT 110-03 apresentaram coeficiente angular semelhantes com menor taxa de decréscimo (Figura 2A).

Quando se compara as diferentes pontas de pulverização quanto aos diâmetros característicos para cada pressão de trabalho (Tabela 2), verifica-se que a ponta AVI 110-03 apresentou $D_{v0,1}$ superior às demais, que não diferiram entre si, nas pressões de 200 e 300 kPa. A 400 e 500 kPa, a ponta TT 110-03 apresentou menor $D_{v0,1}$ em relação as demais, enquanto que a 600 kPa, não se observou diferença entre as pontas avaliadas para esta característica.

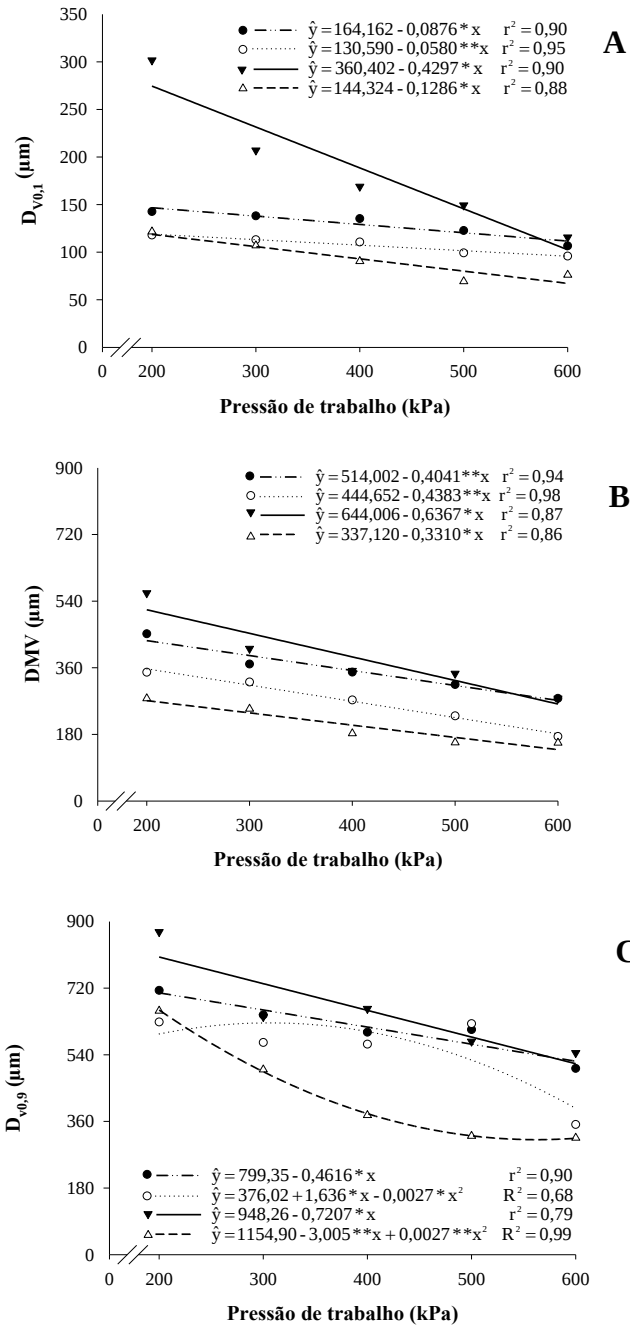


Figura 2 - $D_{v0,1}$ – diâmetro a 10% do volume do líquido pulverizado; DMV – diâmetro mediano volumétrico; $D_{v0,9}$ – diâmetro a 90% do volume do líquido pulverizado das pontas ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 nas pressões de 200; 300; 400; 500 e 600 kPa.

O $D_{v0,1}$ é um dos indicadores do potencial de deriva, onde quanto mais baixo for este índice, maior é o risco de ocorrer este fenômeno. Segundo Matuo et al. (2006), maiores cuidados devem ser tomados em condições operacionais que geram gotas muito finas (com diâmetro inferior a 100 μm) ou com elevado percentual de gotas menores que 150 μm , pois estão propensas à ocorrência de deriva. Assim, menor potencial de deriva foi observado na ponta AVI 110-03, operando a 200 e 300 kPa, embora as demais pontas também tenham apresentado baixo risco de deriva, principalmente operando nas respectivas pressões. Segundo Freitas et al. (2010) as pontas com indução de ar possuem uma câmara onde a calda é misturada ao ar succionado por um sistema venturi, proporcionando gotas com maior diâmetro e reduzindo o número de gotas pequenas.

Tabela 2 - Diâmetro das gotas pulverizadas por classe de tamanho relativa às pontas AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões.

Variáveis	Pontas	Pressões (kPa)				
		200	300	400	500	600
$D_{v0,1}$ (μm)	AVI 110-02	142,73 b*	138,17 b	135,27 ab	122,73 ab	106,63 a
	TT 110-02	118,00 b	113,03 b	110,73 ab	99,23 ab	95,88 a
	AVI 110-03	301,67 a	207,00 a	169,00 a	149,33 a	115,67 a
	TT 110-03	121,60 b	106,97 b	90,40 b	69,30 b	76,13 a
CV (%)		21,16				
$D_{v0,5}$ (μm)	AVI 110-02	451,67 b	370,07 b	348,07 a	314,63 a	277,33 a
	TT 110-02	347,83 c	321,40 c	273,03 b	230,13 b	174,33 b
	AVI 110-03	561,67 a	411,67 a	352,00 a	344,33 a	277,00 a
	TT 110-03	277,10 d	248,93 d	182,57 c	157,87 c	157,13 b
CV (%)		6,80				
$D_{v0,9}$ (μm)	AVI 110-02	714,03 ab	647,57 a	600,90 a	735,90 a	503,45 ab
	TT 110-02	628,47 b	573,17 a	568,70 a	624,15 a	315,33 b
	AVI 110-03	872,00 a	642,63 a	664,30 a	576,80 a	544,87 a
	TT 110-03	658,63 b	499,70 a	376,63 b	320,53 b	351,66 b
CV (%)		15,34				

*Para cada ponta dentro de cada variável, médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Assim como o $D_{v0,1}$, o diâmetro mediano volumétrico (DMV), também diminuiu linearmente à medida que se aumentou a pressão de trabalho para todas as pontas de pulverização (Figura 2B), com maior taxa de decréscimo observada para a ponta AVI 110-03.

Quando se fez o desdobramento das pontas nas diferentes pressões de trabalho (Tabela 2), verifica-se nas pressões de 200 e 300 kPa, diferenças no DMV entre todas as pontas avaliadas, com decréscimo na seguinte ordem: AVI 110-03, AVI 110-02, TT 110-02 e TT 110-03. Nas pressões de 400 e 500 kPa, não se verificou diferença entre as pontas com indução de ar (AVI 110-03 e AVI 110-02), que apresentaram DMV superior às defletoras, embora estas tenha diferido entre si, com maior DMV observado na ponta TT 110-02 em relação a TT 110-03, conforme observado, também, nas pressões de 200 e 300 kPa. Operando a 600 kPa, não se verificou variação entre as pontas defletoras, bem como, entre as com indução de ar, embora, estas últimas tenham apresentado maior DMV.

As pontas AVI 110-03 e AVI 110-02 produziram gotas classificadas como grossas (DMV entre 250 e 375 μm), muito grossas (DMV entre 375 e 450 μm) e extremamente grossas (DMV > 450 μm) (Tabela 2), segundo a classificação da ASAE S572 (ASAE, 2000), indicando baixo potencial de deriva. Para Viana et al. (2007) isso se deve à formação de bolhas, provocada pela entrada de ar, produzindo assim gotas maiores e conseqüentemente mais seguras. Este espectro de gotas é indicado para aplicações em condições com elevado potencial de deriva, como temperatura e ventos elevados e baixa umidade relativa. Entretanto, segundo Courshee (1967), a utilização de gotas de maior diâmetro implica em redução da taxa de cobertura do alvo, todavia, para Matuo et al. (2006), o aumento da cobertura pode ser corrigido mediante ao aumento do volume de

calda aplicado, embora isso possa gerar redução da capacidade operacional do equipamento.

As pontas defletoras TT 110-02 e TT 110-03 produziram gotas com DMV variando em função da pressão de trabalho, classificadas como finas (DMV entre 100 a 175 μm), médias (DMV entre 175 a 250 μm) e grossas (DMV entre 250 a 375 μm), segundo a classificação da ASAE S572 (ASAE, 2000).

Vale ressaltar que o maior DMV observado na ponta TT 110-02 em relação à TT 110-03, operando entre 200 e 500 kPa, apresentou comportamento atípico em relação às pontas tipo leque padrão, que normalmente apresentam para um mesmo modelo de ponta com menor vazão nominal, operando na mesma pressão, menor DMV, o que se deve, provavelmente, ao fato das gotas nas pontas defletoras serem formadas pelo impacto do jato em um plano inclinado, se abrindo em forma de leque (FREITAS et al., 2010), e não pela resistência do ar, como as pontas de jato plano padrão. Essa é uma característica importante, pois permite que pontas de baixa vazão, como a TT 110-02 possa ser utilizada, obtendo baixos volumes de calda, com gotas de maior diâmetro com menor risco de deriva, em relação às pontas de jato plano padrão.

Além da baixa vazão, a ponta TT 110-02, proporciona também a possibilidade de operar com espaçamento de até 100 cm entre bicos a 50 cm de distância do alvo com boa uniformidade de distribuição ao longo da barra de pulverização (FREITAS et al., 2005). Segundo esses autores, a redução do volume de calda permite aumentar a capacidade operacional dos equipamentos de aplicação, devido à diminuição de paradas para reabastecimento do pulverizador, podendo até, em alguns casos, segundo Marochi (1993), evitar compras de tratores e pulverizadores.

Por outro lado, a associação da maior vazão (Tabela 1) com o menor DMV (Tabela 2) produzido na ponta TT 110-03, em relação a TT 110-02, pode ser visto como uma característica vantajosa no que diz respeito ao aumento da cobertura, pois segundo o modelo proposto por Courshee (1967), a cobertura do alvo é influenciada positivamente pelo aumento da vazão e pela redução do diâmetro de gotas produzidas, desde que a essa redução não comprometa a taxa de recuperação, ou seja, favorecer a evaporação e o arraste das gotas para fora do alvo.

O $D_{v0,9}$ que representa o diâmetro de gotas abaixo do qual os volumes acumulados totalizam 90% do volume total pulverizado, reduziu à medida que se aumentou a pressão de trabalho em todas as pontas avaliadas (Figura 2C). Ao se fazer o desdobramento das pontas de pulverização nas diferentes pressões de trabalho (Tabela 2), verifica-se que as pontas com indução de ar, AVI 110-03 e AVI 110-02, apresentaram maior $D_{v0,9}$ nas pressões de 200 e 600 kPa em relação as defletoras, não diferindo da TT 110-02 a 400 e 500 kPa, enquanto que a ponta TT 110-03, foi a que de modo geral apresentou menores valores, embora não tenha diferido das demais a 300kPa.

A amplitude relativa (Span), que indica o grau de uniformidade do diâmetro das gotas produzidas, apresentou neste trabalho, valores satisfatórios para todas as pontas de pulverização nas diferentes pressões avaliadas, com índices sempre inferiores a 2,0, com exceção ao obtido pela ponta TT 110-02 a 500 kPa (2,28) (Tabela 3). Segundo Cunha et al. (2004), quanto mais próximo de zero o Span, mais homogêneo é o espectro de gotas. Para Alvarenga (2012), o $D_{v0,9}$ e o $D_{v0,1}$, empregados para a determinação do Span são pouco discutidos, porém têm muita representatividade, pois a variação entre esses dois índices deve ser a

menor possível para buscar maior homogeneidade no espectro de gotas nas pulverizações.

Tabela 3 - Amplitude relativa (Span) de gotas das pontas AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões.

Pontas	Pressões (kPa)				
	200	300	400	500	600
AVI 110-02	1,26 Aba*	1,37 Aa	1,34 Aba	1,95 ABa	1,43 Aa
TT 110-02	1,47 ABb	1,43 Ab	1,68 ABab	2,28 Aa	1,26 Ab
AVI 110-03	1,02 Bb	1,06 Aab	1,41 Bb	1,24 Bab	1,55 Aa
TT 110-03	1,94 Aa	1,58 Aa	1,57 Aa	1,59 Bba	1,75 Aa
CV (%)	18,45				

*Para cada ponta, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em todas as pontas de pulverização estudadas, a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm cresceu linearmente com o aumento da pressão de trabalho (Figura 3A), com maior taxa de incremento para a ponta TT 110-03, que alcançou percentuais acima de 20% a 500 e 600 kPa. Fato que pode ser observado também nos desdobramentos das pontas dentro de cada pressão de trabalho (Tabela 4), onde se verifica que nas pressões de 500 e 600 kPa a referida ponta apresenta maior porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm , indicando maior risco de deriva nestas pressões.

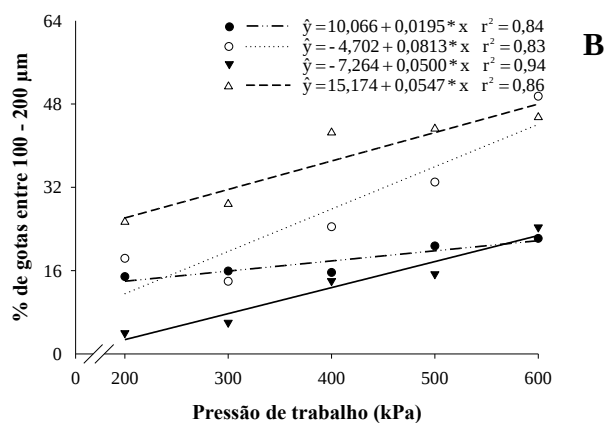
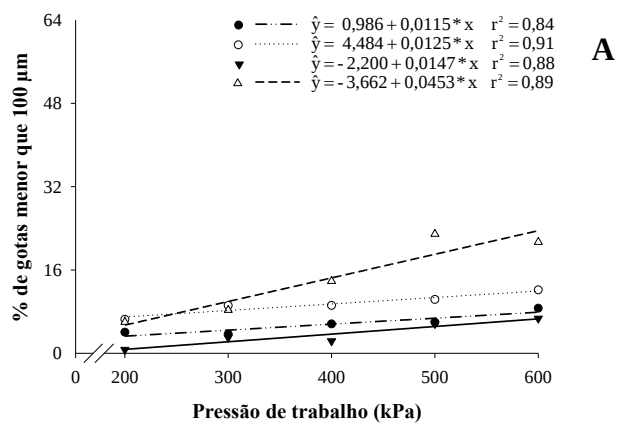
Tabela 4 - Percentagem de volume de gotas pulverizadas com diâmetro inferior a 100; entre 100 e 200; entre 200 e 300; entre 300 e 500 e superior a 500 μm das pontas AVI 110-02; TT 110-02; AVI 110-03 e TT 100-03 em diferentes pressões.

Intervalo de Gotas	Pontas	% Volume de gotas em diferentes pressões				
		200 kPa	300 kPa	400 kPa	500 kPa	600 kPa
Inferiores a 100 μm	AVI 110-02	4,04 a*	3,66 ab	5,63 bc	5,96 b	8,64 b
	TT 110-02	6,51 a	9,16 a	9,19 ab	10,32 b	12,16 b
	AVI 110-03	0,67 b	3,00 b	2,33 c	5,67 b	6,67 b
	TT 110-03	5,99 a	8,28 ab	13,85 a	22,90 a	21,35 a
CV (%)		30,46				
Entre 100 e 200 μm	AVI 110-02	14,84 a	15,91 b	15,63 b	20,72 b	22,17 b
	TT 110-02	18,35 a	13,93 b	24,41 b	32,99 a	49,49 a
	AVI 110-03	4,00 b	6,00 b	14,00 b	15,33 b	24,33 b
	TT 110-03	25,33 a	28,76 a	42,50 a	43,24 a	45,44 a
CV (%)		21,95				
Entre 200 e 300 μm	AVI 110-02	11,67 b	17,33 b	18,33 b	20,67 b	24,33 ab
	TT 110-02	16,92 ab	21,52 b	22,54 b	19,05 b	27,13 a
	AVI 110-03	29,33 a	46,33 a	33,67 a	34,33 a	30,34 a
	TT 110-03	23,11 a	24,73 b	24,57 b	21,20 b	19,12 b
CV (%)		14,07				
Entre 300 e 500 μm	AVI 110-02	25,15 a	35,75 a	35,06 a	28,91 a	30,47 a
	TT 110-02	34,81 a	38,98 a	25,83 ab	20,30 ab	9,94 b
	AVI 110-03	4,67 b	14,00 b	23,33 ab	19,67 ab	25,33 ab
	TT 110-03	25,78 a	28,27 ab	15,95 b	11,05 b	10,18 b
CV (%)		32,20				
Superiores a 500 μm	AVI 110-02	44,30 b	27,34 ab	25,35 a	23,74 a	14,39 a
	TT 110-02	23,79 c	16,40 bc	18,02 a	17,33 a	1,28 b
	AVI 110-03	61,33 a	30,67 a	26,67 a	25,00 a	13,33 ab
	TT 110-03	19,79 c	9,96 c	3,12 b	1,61 b	3,92 ab
CV (%)		27,09				

*Para cada ponta, dentro de cada intervalo, médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Existem estudos que consideram gotas menores que 100 μm como facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (SUMNER, 1997; MURPHY et al., 2000 e WOLF, 2000). Minguela e Cunha (2010) constataram que gotas abaixo deste diâmetro são facilmente transportadas pelo vento, podendo ser arrastadas por até 360 m de distância, quando lançadas a um metro do solo com

velocidade do vento de 2 m s^{-1} . Segundo Cunha et al. (2003) valores inferiores a 15% do volume pulverizado composto por gotas com diâmetro inferior $100 \mu\text{m}$ parecem ser mais adequados para uma aplicação segura.



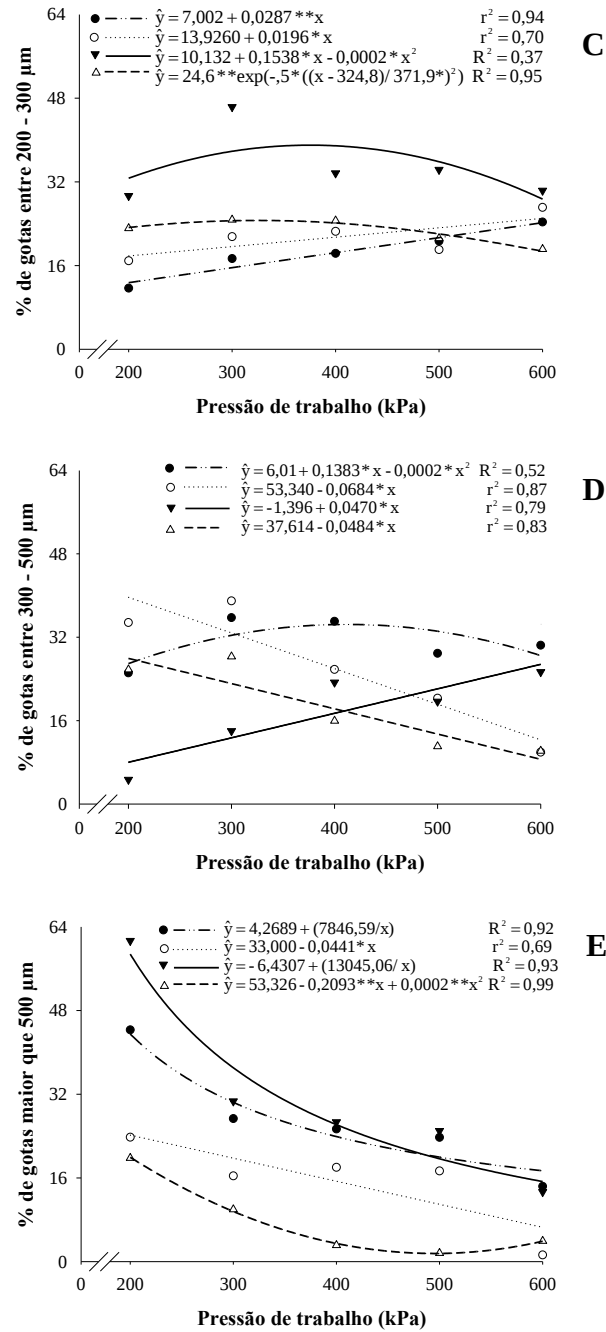


Figura 3 - Percentagem de volume de gotas com diâmetro inferior a 100 μm (A); entre 100 e 200 μm (B); entre 200 e 300 μm (C); entre 300 e 500 μm (D) e superior a 500 μm (E) das pontas ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 nas pressões de 200; 300; 400; 500 e 600 kPa.

Operando a pressões abaixo de 300 kPa, os percentuais de gotas com diâmetro abaixo de 100 μm foram inferiores a 10% para todas as pontas, indicando baixo risco de deriva, embora as pontas com indução de ar tenham apresentado menores valores a partir de 300 kPa. Segundo Sumner; Sumner (1999) e Freitas et al. (2010) as pontas com indução de ar possuem um sistema venturi que faz com que as gotas se tornem mais grossas, com bolhas de ar em seu interior, tornando a pulverização mais segura.

No intervalo de gotas entre 100 e 200 μm , observou-se valores superiores a 40% do total das gotas produzidas nas pressões acima 400 kPa para a ponta TT 110-03 e a 600 kPa para a ponta TT 110-02 (Figura 3B e Tabela 4). Segundo Matuo (2006) este espectro de gotas é adequado para aplicação de produtos que demandam maior cobertura, como os fungicidas de contato, devendo-se, no entanto, evitar aplicações em condições ambientais favoráveis à ocorrência de deriva. As pontas com indução de ar (AVI 110-02 e AVI 110-03) apresentaram valores inferiores a 30% do total de gotas produzidas neste intervalo em todas as pressões avaliadas, assim como as pontas TT 110-03 e TT 110-02 operando com pressões abaixo de 200 e 300 kPa, respectivamente.

No intervalo de gotas entre 200 e 300 μm (Figura 3C), as pontas AVI 110-02 e TT 110-02 obtiveram comportamento linearmente em relação à porcentagem de volume de gotas pulverizadas com o incremento da pressão. Enquanto que as pontas TT 110-03 e AVI 110-03 apresentaram comportamento quadrático, com maior porcentagem de volume de gotas pulverizadas com diâmetro neste intervalo na pressão de 300 kPa. Dentro desse espectro de gotas, merece destaque a ponta AVI 110-03, que obteve valores superiores a 29% em todas as pressões avaliadas, chegando a alcançar mais de 40% a 300 kPa (Figura 3C e Tabela 4).

Para o intervalo entre 300 a 500 μm , maior porcentagem de volume pulverizado foi verificado nas pontas TT 110-02 e TT 110-03 nas pressões abaixo de 400 kPa, na ponta AVI 110-03 a 600 kPa e na ponta AVI 110-02 em todas as pressões avaliadas (Figura 3D), sendo que as pontas defletoras obtiveram comportamento linear decrescente com o aumento da pressão, enquanto que a ponta AVI 110-03 comportou-se de modo linear porém crescente com o aumento da pressão, com porcentagem de volumes inferiores às demais pontas operando a 200 kPa (Tabela 4).

Para Teixeira (1997), quanto menor a porcentagem de gotas com médias de diâmetro inferior a 250 μm menor é o risco potencial de deriva. Desta maneira, este espectro de gotas que varia entre 300 e 500 μm permite fazer uma aplicação mais segura em relação ao risco de deriva, sendo adequado para aplicação de herbicidas com translocação via simplasto (sistêmicos) em pós-emergência, ou mesmo, para aplicações de produtos que demandam maior cobertura como inseticidas e herbicidas de contato, sob condições climáticas propensas à ocorrência de deriva, com temperaturas elevadas, baixa umidade relativa do ar e ocorrência de ventos, como é o caso das regiões de cultivo de olerícolas como melão na região litorânea do nordeste brasileiro.

Na Figura 3E, verificamos que todas as pontas de pulverização obtiveram comportamento linear decrescente em relação à porcentagem de volume de gotas pulverizadas com diâmetro acima de 500 μm à medida que se aumentou a pressão de trabalho. Porém as pontas com indução de ar, apresentaram elevado índice de gotas com diâmetro superior a 500 μm operando as pressões mais baixas, verificando-se para as pontas AVI 110-03 e AVI 110-02, operando na pressão de 200 kPa, ultrapassaram 60 e 40% do volume de gotas pulverizadas, respectivamente (Tabela 4). As pontas defletoras produziram baixo volume pulverizado neste espectro de gotas,

com menos de 10% do total para a ponta TT 110-03 operando nas pressões igual ou superior a 300 kPa e a 600 kPa quando se trabalhou com a ponta TT 110-02.

Gotas com diâmetro acima de 500 μm são classificadas como extremamente grossas e apresentam baixo risco de deriva. São indicadas para aplicação de produtos que demandam baixa taxa de cobertura, como aplicação de herbicidas em pré-emergência, aplicação de herbicidas ao solo com translocação via simplasto em pós-emergência, em área total ou em aplicação com jato dirigido. Segundo Teixeira (1997), condições de operação que proporcionam gotas acima de 500 μm sugerem problemas de escorrimento, que comumente ocorrem com gotas maiores que 800 μm . No entanto, salienta-se que, o escorrimento pode ser influenciado por outros fatores, tais como: serosidade da cutícula, ângulo de inclinação da superfície pulverizada, volume de calda aplicado, uso de adjuvante e condições ambientais como orvalho e ação do vento.

4 CONCLUSÕES

- a) Para uma mesma vazão nominal, as pontas com indução de ar, apresentaram maior DMV que as pontas defletoras em todas as pressões estudadas;
- b) A ponta de pulverização TT 110-02 apresentou menor vazão e maior DMV que a ponta TT 110-03 em todas as pressões de trabalho;
- c) Todas as pontas de pulverização operando igual ou abaixo de 300 kPa, apresentaram baixa percentagem de gotas com tamanho inferior a 100 μm , indicando baixo risco de deriva;
- d) O índice Span foi satisfatório em todas as combinações de pontas e pressões estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. **Spray nozzle classification by droplet spectra**. St. Joseph: ASAE, 2000. p. 389-391. (ASAE Standard S572 AUG99).

ALVARENGA, C. B. **Automatização de um pulverizador hidropneumático visando o controle do espectro de gotas em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar**. 2012. 119f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, 2012.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G.; PEREIRA, F. A. R. Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 11002, com e sem indução de ar, sob diferentes espaçamentos e alturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 546-551, 2006.

BAUER, F. C.; RAETANO C. G. 2004. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 275-84, 2004.

CAMARA, F. T.; SANTOS, J. L.; SILVA, E. A.; FERREIRA, M. C. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida XR11003. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 740-749, 2008.

CROSS, J. V.; WALKLATE, P. J.; MURRAY, R. A.; RICHARDSON, G. M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 1. Effects of spray liquid flow rate. **Crop Protection**, v. 20, p.13-30. 2001.

CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 1153-1158, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 11, 2007.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURRY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de

jato plano e de jato cônico vazio. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 977-985, 2004.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 21, n. 2, p. 325-32, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M. Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 344 - 348, 2001.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D.C. (ed.) **Fungicide: An advanced treatise**. New York: Academic Press, 1967. p. 239-86.

DORNELLES, M. E.; SCHLOSSER, J. F.; BOLLER, W.; RUSSINI, A.; CASALI, A. L. Inspeção técnica de tratores e pulverizadores utilizados em pulverização agrícola. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 36-43, 2011.

FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 728-733, 2007.

FREITAS, F. C. L.; TEIXEIRA, M. M.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L. e VIANA, R. G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização turbo teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, L. H. L.; COSTA, H. Aplicação de defensivos na cultura do tomate. In: **TOMATE**. Vitória, ES: Incaper, p. 349-379, 2010.

ISO. International Organization for Standardization. 2005. Equipment for crop protection -- Sprayer nozzles -- Colour coding for identification. 4 p. (ISO 10625).

JACTO. Tecnologia ao seu alcance. **Catálogo JACTO AVI BAIXA DERIVA**. Disponível em: <<http://www.jacto.com.br/bicos/ceramica/avi/>> Acesso em: 6 ago. 2012.

MAROCHI, A. I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: **Simpósio internacional sobre semeadura direta em sistemas sustentáveis**. 1993, Castro-PR. Anais... Castro-PR: Fundação ABC, 1993. p. 208-227.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e equipamentos de aplicação. In: ABEAS - Curso de proteção de plantas. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2006. 100 p.

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa: Aprenda fácil, 2010. 588p.

MURPHY, S. D.; MILLER, P. C. H.; PARKIN, C. S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 75, n. 2, p.127-37, 2000.

NUYTTENS, D.; SCHAMPHELEIRE, M.; VERBOVEN, P.; BRUSSELMAN, E.; DEKEYSER, D. **Droplet size and velocity characteristics of agricultural sprays**. Transactions of the ASABE, St. Joseph, v. 52, n. 5, p. 1471-1480, 2009.

RAMOS, H. H. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 275-283, 2000.

SPRAYING SYSTEMS CO. Produtos de pulverização para agricultura - **Catálogo 46M-BR/P**. 1999.

SUMNER, P. E. **Reducing spray drift**. Georgia: University of Georgia, 1997. 11 p. (ENG97-005).

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. **Comparison of new drift reduction nozzles**. St. Joseph: ASAE, (ASAE, Paper n.99-1156), p. 17, 1999.

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

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**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L.R.; ROSELL, J.R.; SOLANELLES, F.; PLANAS, S.; MACHADO, M. S.; MACHADO, A. F. L. Deposición transversal de líquido de las boquillas de dobleabanico ttj60-11004 y ttj60-11002 en distintas condiciones operacionales. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 397-403, 2009.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; FREITAS, F. C. L.; QUIRINO, A. L. S.; SANTOS, M. V. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.

WOLF, R. E. **Strategies to reduce spray drift**. Kansas: KSU, Application Technology Series, 2000. 4 p.

WOMAC, A. R.; MAYNARD, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. Transactions of the ASABE. **Agric. Eng**, v. 42, n. 3, p. 609-616, 1999.

CAPÍTULO III

ASSISTÊNCIA DE AR E VOLUMES DE APLICAÇÃO NA COBERTURA, DENSIDADE E DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DO MELÃO

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da assistência de ar sobre a cobertura, densidade de gotas e deposição do volume de calda aplicado na cultura do melão. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 x 2, sendo quatro pontas de pulverização (AVI 110-02, TT 110-02, AVI 110-03 e TT 110-03), quatro volumes de calda (140; 200; 300 e 400 L ha⁻¹) e duas técnicas de aplicação (assistência de ar ligada e desligada), mantendo-se pressão constante de 300 kPa. Para análise de deposição utilizou-se como marcador corante azul brilhante na proporção de 3.000 mg L⁻¹, para análise do padrão de cobertura e densidade das gotas, foram utilizadas etiquetas de papel hidrossensível, fixadas nas superfícies adaxial e abaxial do limbo foliar do melão, sendo a cobertura quantificada pela porcentagem de área coberta pelas gotas e a densidade populacional expressa em gotas cm⁻². A assistência de ar junto à barra de pulverização melhorou a deposição de calda nas folhas de melão somente quando se utilizou a ponta TT 110-02, enquanto que as pontas TT 110-03, AVI 110-02 e AVI 110-03 não foram influenciadas pela assistência de ar; Houve incremento na cobertura e na deposição de calda na face adaxial das folhas de melão com o aumento do volume de aplicação em todas as pontas de pulverização; Houve efeito positivo da assistência de ar sobre a cobertura e densidade de gotas na superfície abaxial das folhas de melão para as pontas de pulverização TT 110-02 e TT 110-03; As pontas com indução de ar AVI 110-02 e AVI 110-03 apresentaram índices insatisfatórios de deposição de calda, cobertura e densidade de gotas na superfície abaxial das folhas de melão, independente da utilização da assistência de ar; O uso da técnica do papel hidrossensível não é eficiente para avaliação da densidade gotas quando se trabalha com volumes de aplicação elevados.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Tecnologia de aplicação. Pulverização.

CHAPTER III

AIR ASSISTANCE AND SPRAY VOLUMES ON SPRAY DEPOSITION ON THE MELON CROP

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of air assistance on coverage, droplet density and deposition of spray volume applied in melon crop. The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial 4 x 4 x 2, being four spray nozzles (AVI 110-02, TT 110-02, AVI 110-03 and TT 110-03), four volumes of solution (140, 200, 300 and 400 L ha⁻¹) and two application techniques (air assistance on and off), keeping constant the pressure of 300 kPa. For analysis of deposition was used as marker a blue dye in the proportion of 3.000 mg L⁻¹ for analysis of the pattern of coverage and density of the droplets have been used paper labels water sensitive, set in the upper and lower surfaces of the leaf melon, being the coverage quantified by the percentage of area covered by droplets and population density expressed in drops cm⁻². The air assistance together with the spray bar improved to deposition of spray in the melon leaves only when was used the tip TT 110-02, whereas the tips TT 110-03, AVI 110-02 and AVI 110-03 were not influenced by air assistance; There was an increment on the coverage and deposition of spray on the underside of leaves of melon with increasing application volume in all spray nozzles; There was positive effect of air assistance on the coverage and density of droplets in lower surface of the leaves of melon for spray tips TT 110-02 and TT 110-03; The tips with air induction AVI 110-02 and AVI 110-03 showed unsatisfactory levels of spray deposition, coverage and density of droplets in lower surface of leaves of melon, independent of the use of air assistance; The use of the water sensitive paper technique is not effective for evaluating of the density of drops when working with large volumes of application.

Keywords: *Cucumis melo* L. Application technology. Spray.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do melão (*Cucumis melon* L.) vem se destacando nos últimos anos como uma das principais olerícolas cultivadas na região semiárida do nordeste brasileiro, mais especificamente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, com 93,33% da produção nacional (EMBRAPA, 2010). Isso se deve às condições favoráveis ao cultivo, devido à localização geográfica na região litorânea, próxima à linha do equador. Apresenta luminosidade e temperatura elevadas durante o ano inteiro, baixa probabilidade de ocorrência de chuvas durante boa parte do ano, entre os meses de julho e janeiro e baixa umidade relativa ar. Características que favorecem a produção dos frutos em termos quantitativos e qualitativos. Salienta-se assídua à proximidade dos portos, favorecendo o escoamento da produção para o mercado externo.

Todavia, as condições climáticas dessa região, com temperatura elevada e baixa umidade relativa do ar, além da frequente ocorrência de ventos, dificultam a aplicação de produtos fitossanitários, especialmente aqueles que demandam maior cobertura do alvo, como fungicidas e inseticidas de contato, devido à predisposição à deriva. Assim à necessidade, da utilização de tecnologias que minimizem as perdas dos produtos, podendo ter diversas consequências, como a redução da eficácia, contaminação do ambiente e intoxicação de culturas vizinhas.

Uma alternativa para minimizar esses problemas seria a inserção da assistência de ar na barra pulverizadora. Hislop (1991) mencionou que, embora a ideia de usar a assistência de ar em pulverizações não seja nova, estudos mais detalhados devem ser efetuados em relação ao uso dessa tecnologia, associada à utilização de gotas de maior diâmetro e um volume de calda adequado, objetivando melhorar a deposição de calda sobre a

cultura. Segundo Vigano; Raetano (2007), a assistência de ar pode ser uma boa alternativa para melhorar a deposição do produto na aplicação de defensivos agrícolas, porém, os níveis dos depósitos nas plantas-alvo não dependem apenas do equipamento aplicador, mas também da idade, do tipo da cultura, densidade, condição operacional e do tipo de ponta de pulverização.

Considerando às condições climáticas favoráveis à ocorrência de deriva, as pontas de pulverização mais utilizadas para aplicação de fungicidas e inseticidas em meloeiro no semiárido nordestino são as de ar induzido, pois possuem uma câmara onde a calda é misturada ao ar succionado por um sistema venturi, proporcionando gotas de maior diâmetro com bolhas de ar em seu interior, minimizando desta forma a deriva (SUMNER; SUMNER, 1999; CUNHA et al., 2006; FREITAS et al., 2010).

Por outro lado, o uso de gotas de maior diâmetro em pulverizações, proporciona normalmente, baixa cobertura do alvo, podendo comprometer a eficácia de produtos com baixa translocação nas plantas, como fungicidas, inseticidas e herbicidas de contato. No entanto, segundo Matuo et al. (2006), o aumento da cobertura pode ser alcançado mediante ao aumento do volume de calda aplicado, embora isso possa gerar redução da capacidade operacional do equipamento. Outro fator a considerar é o uso de volume excessivo, podendo provocar escorrimento de calda, que acaba por atingir o solo promovendo contaminação ambiental e reduzindo a eficácia do produto aplicado.

Na cultura do melão é comum aplicação de volumes superiores a 500 L ha⁻¹, que se por um lado melhoram a cobertura do alvo, por outro, reduzem a capacidade operacional do equipamento, tornando-se necessário a aplicação em horários com condições ambientais impróprias. Por outro

lado, a redução do volume de calda requer, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo (CUNHA et al., 2005), com treinamento dos operadores, uso de assistência de ar na barra de pulverização e pontas de pulverização apropriadas.

Segundo Freitas et al. (2005) pontas defletoras como a TT 110-02, são adequadas para redução de volume de calda aplicado, por associarem baixa vazão, grande ângulo de abertura do jato, podendo operar com espaçamentos de até 100 cm entre bicos, com espectro de gotas que varia de extremamente grossas a 100 kPa, a finas a 600 kPa, permitindo grande variação no volume de calda e cobertura do alvo.

Para se determinar a qualidade da pulverização é imprescindível, coletar, medir e avaliar a penetração das gotas no dossel. Quando se deseja determinar a deposição de calda nas folhas ou em outras partes da planta, além da porcentagem de cobertura, determina-se densidade de gotas, dentre outras (BARRY, 1993). A seleção correta das pontas de pulverização em função da deposição de calda no dossel das plantas é extremamente importante na aplicação de agrotóxicos, a cultura do melão é sensível a diversas pragas e patógenos, que se localizam nas faces adaxial e abaxial das folhas, e comumente são controlados com defensivos agrícolas com diferentes níveis de translocação requerendo cobertura diferenciada.

A escolha das pontas de pulverização para aplicação desses produtos muitas vezes, é inadequada, devido à carência de informações sobre a deposição de calda na planta e o respectivo efeito na atividade do agrotóxico (VIANA, 2006). Matthews (2002), Cunha e Ruas (2006), afirmaram que cada ponta possui uma característica própria de distribuição volumétrica, sendo esta, específica para cada condição de uso. Segundo Viana et al. (2008) não se deve indicar pontas de pulverização e pressões de trabalho, baseando-se somente nos parâmetros de população de gotas em suspensão

no ar (análise a laser), mas também em parâmetros que quantificam os depósitos sobre os alvos.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da assistência de ar sobre a cobertura, densidade de gotas e deposição da calda no limbo foliar do meloeiro, em aplicações com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em uma lavoura comercial de melão amarelo, híbrido Goldex, irrigado por gotejo localizado, espaçado com 2 m (Figura 1), pertencente à Fazenda Agrícola Famosa, no Município de Tibau-RN, localizada a 04°50'06'' latitude sul, 37°15'31'' de longitude e altitude 5 m. O clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, clima quente e seco, tipo estepe, com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono (CARMO FILHO et al., 1987).



Figura 1 - Foto da área experimental com a cultura do melão recebendo aplicação tratorizada aos 45 dias após o transplante das mudas.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4x2, sendo quatro pontas de pulverização (AVI 110-02, AVI 110-03, TT 110-02 e TT 110-03), quatro volumes de calda (140 L ha⁻¹, 200 L ha⁻¹, 300 L ha⁻¹ e 400 L ha⁻¹) e duas formas de aplicação (com e sem indução de ar).

Utilizou-se um pulverizador Falcon Vortex[®], com tanque de capacidade para 600 L de calda, equipado com barra pulverizadora de 14 m com espaçamento entre pontas de 0,50 m entre si e altura de 0,50 m do alvo. Os volumes de calda de 140, 200, 300 e 400 L ha⁻¹ foram obtidos a partir da variação da velocidade do trator, para as pontas AVI 110-02 e TT 110-02 operou-se nas velocidades de 6,7; 4,7; 3,1 e 2,3 km h⁻¹ e para as pontas AVI 110-03 e TT 110-03, nas velocidades de 10; 7; 4,7 e 3,5 km h⁻¹, respectivamente, mantendo-se pressão constante de 300 kPa.

As condições meteorológicas foram monitoradas durante a aplicação utilizando-se um anemômetro termo-higro-anemômetro-luxímetro digital (Sonambra - Lutron LM-8000[®]) (Tabela 1). A velocidade do ar, obtida a uma altura de 0,50 m da barra de pulverização com o mesmo equipamento, no tratamento com indução de ar foi de 9,2 m s⁻¹.

Tabela 1 - Média dos dados climatológicos no momento das aplicações.

Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m s⁻¹)
31,3	60,5	3,6

Para a avaliação quantitativa dos depósitos da pulverização, sob diferentes condições operacionais, utilizou-se como marcador o corante alimentício azul brilhante (PALLADINI et al., 2005) em solução aquosa (3.000 mg L⁻¹). Em cada parcela, após a pulverização, foram colhidas cinco folhas da parte superior das plantas na região central da linha do melão. As folhas colhidas foram colocadas, individualmente, em sacos plásticos e acondicionadas em caixa térmica de poliestireno expandido.

As amostras de folhas foram encaminhadas ao Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Em cada saco plástico, foram colocados 50 mL de água destilada e procedeu-se a agitação por 30 segundos, visando à remoção do corante das folhas-alvo. As soluções

obtidas na lavagem das folhas (água mais corante) foram analisadas em espectrofotômetro Coleman® (D 33), no comprimento de onda de 630 nm (faixa de detecção do corante utilizado), conforme Palladini et al. (2005).

A determinação da concentração dos depósitos (mg L^{-1}), foi realizada a partir da curva de calibração de linearidade obtida entre a leitura da absorbância no espectrofotômetro e as concentrações do corante azul brilhante retirados das folhas e obtidas a partir de diluições da solução aplicada a campo (Figura 2).

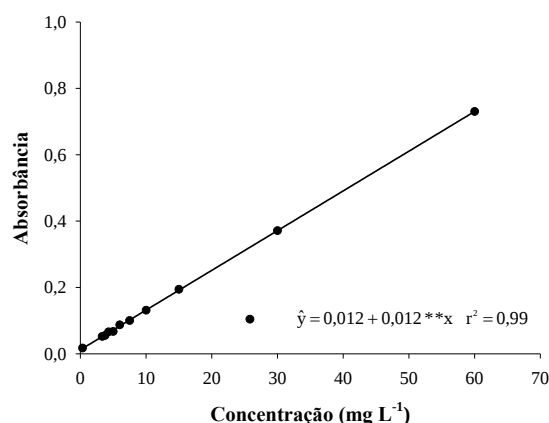


Figura 2 - Padrão de linearidade obtida através da absorbância a partir da diluição da calda aplicada na cultura do melão. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

Considerando que a concentração de corante azul brilhante na calda pulverizada a campo foi de 3.000 mg L^{-1} , para a transformação dos depósitos em microlitro (mL), utilizou-se a equação 2:

$$C_i V_i = C_f V_f \quad (2)$$

Onde:

- Ci - concentração inicial do traçador na calda, (mg L⁻¹);
- Vi - volume retido pelo alvo, (µL);
- Cf - concentração detectada em densidade óptica, (mg L⁻¹);
- Vf - volume de diluição da amostra de cada planta, (µL).

A partir da reta obtida, determinou-se a equação de regressão $y = 0,012 + 0,012x$ ($r^2 = 0,99$), que permitiu transformar os valores obtidos no espectrofotômetro (x) nos valores em mg L⁻¹ (y).

Após a lavagem, as folhas foram submetidas à medição de área foliar em integrador de bancada Licor Equipamentos® 3100.

De posse da concentração do corante da calda aplicada no campo e do volume de diluição das amostras, determinou-se o volume retido no alvo. Com esses resultados, procedeu-se, então, à divisão do depósito total do volume retido no alvo pela área foliar da qual ele foi removido, obtendo-se, assim, a quantidade em µL cm⁻² de folha.

Para análise da cobertura e densidade de gotas nas diferentes condições operacionais (diferentes pontas de pulverização e diferentes volumes de calda em aplicações com e sem indução de ar) foram utilizadas 10 etiquetas de papel hidrossensível fixados na face adaxial do limbo foliar das plantas de melão, dispostas na parte central da linha de plantio e cinco na face abaxial. Imediatamente após a aplicação as etiquetas foram coletadas, acondicionadas em envelopes de papel e levadas para o laboratório para serem digitalizadas por meio de câmera digital com resolução 12.1 megapixel, para posterior análise de cobertura (quantificação da porcentagem de área coberta pelas gotas) e densidade populacional (expressa em gotas por cm²) por meio do software “Image Tool®” (Image Tool, v. 2.0).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância, os dados qualitativos foram comparados pelo teste de Tukey a

5% e os quantitativos, submetidos à análise de regressão. Na escolha dos modelos levou-se em conta a explicação do fenômeno, a significância do quadrado médio da regressão e das estimativas dos parâmetros. Os dados referentes à densidade de gotas da face abaxial foram transformados “ $(x+0,5)^{0,5}$ ” (BANZATTO; KRONKA, 2006) visando atender as pressuposições da análise de variância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para o depósito de corante nas folhas do meloeiro estão apresentados na Tabela 2. Pode-se verificar significância para a interação tripla, entre as pontas de pulverização (AVI 110-02, TT 110-02, AVI 110-03 e TT 110-03), volumes de calda aplicados (140; 200; 300 e 400 L ha⁻¹) e as técnicas de aplicação (com e sem assistência de ar).

Tabela 2 - Análise de variância do depósito de corante das folhas de meloeiro (μL cm⁻²), em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de calda aplicados e técnicas de aplicação.

FV	GL	F	Pr > F
Ponta (P)	3	29,69	0,0001**
Volume (V)	3	159,24	0,0001**
Técnicas de aplicação (TA)	1	3,58	0,0606 ^{ns}
P x V	9	4,17	0,0001**
P x TA	3	22,22	0,0001**
V x TA	3	0,95	0,4199 ^{ns}
P x V x TA	9	2,99	0,0030*
Resíduo	124		
CV (%)		18,83	

**Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F.

Verificou-se aumento da deposição da pulverização à medida que se aumentou o volume aplicado para todas as pontas de pulverização avaliadas, independente da utilização ou não da indução de ar (Figuras 3A e 3B). Houve efeito positivo da indução de ar somente para a ponta TT 110-02 para os volumes de aplicação de 200, 300 e 400 L ha⁻¹ (Tabela 3). Corroborando com Matthews (2000), que afirmou que os maiores volumes proporcionam maiores depósitos na mesma velocidade de aplicação, embora o volume excessivo possa provocar escorrimento da calda, especialmente

sob efeito da assistência de ar, que pode inclinar as folhas, favorecendo o escoamento.

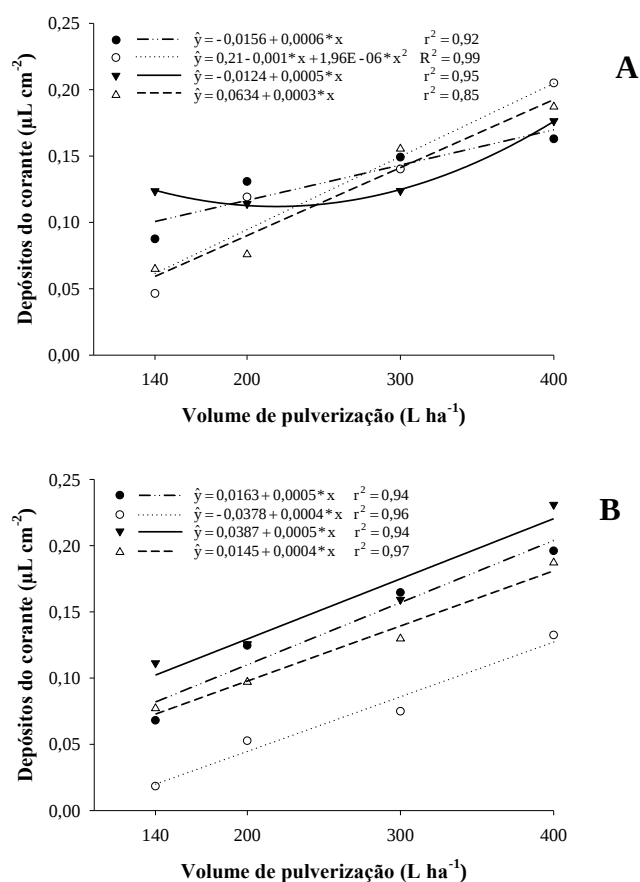


Figura 3 - Depósitos do corante nas folhas das partes superiores de plantas de melão, em função dos volumes de calda aplicados e das pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 com (A) ou sem (B) assistência de ar.

Ao se comparar as pontas de pulverização em cada volume de calda aplicado (Tabela 3), podemos verificar que a ponta TT 110-02 no volume de calda de 140 L ha^{-1} , obteve média inferior de depósito em relação às demais pontas de pulverização, nas aplicações com ou sem assistência de ar.

Tabela 3 - Valores médios dos depósitos do corante nas folhas superiores de melão ($\mu\text{L cm}^{-2}$), em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).

Volumes de calda aplicados	Pontas de Pulverização	Técnicas de Aplicação	
		Com ar	Sem ar
140 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,09 Aab*	0,07 Ab
	TT 110-02	0,05 Ac	0,02 Ac
	AVI 110-03	0,12 Aa	0,11 Aa
	TT 110-03	0,06 Abc	0,08 Aab
200 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,13 Aa	0,12 Aa
	TT 110-02	0,12 Aab	0,06 Bb
	AVI 110-03	0,11 Aab	0,13 Aa
	TT 110-03	0,08 Ab	0,10 Aa
300 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,15 Aa	0,16 Aa
	TT 110-02	0,14 Aa	0,07 Bb
	AVI 110-03	0,12 Ba	0,16 Aa
	TT 110-03	0,16 Aa	0,13 Aa
400 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,16 Ba	0,20 Aab
	TT 110-02	0,21 Aa	0,13 Bc
	AVI 110-03	0,18 Ba	0,23 Aa
	TT 110-03	0,19 Aa	0,19 Ab
CV (%)		18,83	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas comparam as pontas de pulverização entre as técnicas de aplicação e, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas, para cada volume de calda, comparam as pontas de pulverização dentro de cada técnica de aplicação pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

No volume de calda de 200 L ha⁻¹, verificou-se maiores depósitos nas pontas AVI 110-02, TT 110-02 e AVI 110-03 com assistência de ar, enquanto que, sem assistência de ar, maiores depósitos foram verificados para as pontas AVI 110-02, TT 110-03 e AVI 110-03. Não houve diferença entre as pontas de pulverização quando se trabalhou com assistência de ar nos volumes de 300 e 400 L ha⁻¹, quando não utilizou a assistência de ar nesses mesmos volumes de calda aplicado a ponta TT 110-02 obteve médias inferiores às demais pontas.

Segundo Sumner; Sumner (1999), Cunha et al. (2006) e Freitas et al. (2010) as pontas com indução de ar (AVI 110-02 e AVI 100-03) apresentam maior espectro de gotas, devido ao sistema venturi que faz com que as gotas se tornem mais grossas, com bolhas de ar em seu interior, mostraram-se mais adequadas para aplicação com barra de pulverização sem assistência de ar, que as pontas defletoras (TT 110-02 e TT 110-03). Isso ocorreu em função das condições climáticas no momento da aplicação, apresentando temperaturas elevadas, baixa umidade do ar e ocorrência de ventos (Tabela 1), por outro lado, quando se realizou assistência de ar a deposição apresentou menor variação entre as pontas avaliadas (Tabela 3). Raetano e Bauer (2004) trabalhando com deposição e perdas de calda em feijoeiro concluíram que assistência de ar junto à barra pulverizadora não influenciou na deposição, independentemente da superfície foliar e da localização do folíolo na planta de feijão.

Os dados referentes à análise de variância para a cobertura da face adaxial das folhas de melão em função das pontas de pulverização, volumes de calda aplicados, técnicas de aplicação e respectivas interações, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise de variância da cobertura da face adaxial das folhas de meloeiro (%) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.

FV	GL	F	Pr > F
Ponta (P)	3	8,65	0,0001**
Volume (V)	3	202,29	0,0001**
Técnicas de aplicação (TA)	1	0,59	0,4411 ^{ns}
P x V	9	3,79	0,0002**
P x TA	3	13,40	0,0001**
V x TA	3	4,35	0,0051**
P x V x TA	9	3,09	0,0015**
Resíduo	279		
CV (%)		24,81	

**Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F.

Verifica-se significância para a interação tripla entre os fatores: pontas de pulverização, volumes de calda aplicados e técnicas de aplicação com ou sem assistência de ar. A cobertura proporcionada pelas pontas de pulverização na face adaxial das folhas do meloeiro, independentemente das técnicas de aplicação com assistência de ar (Figuras 4A) e sem assistência de ar (Figuras 4B) na barra de pulverização, aumentou com o incremento do volume aplicado.

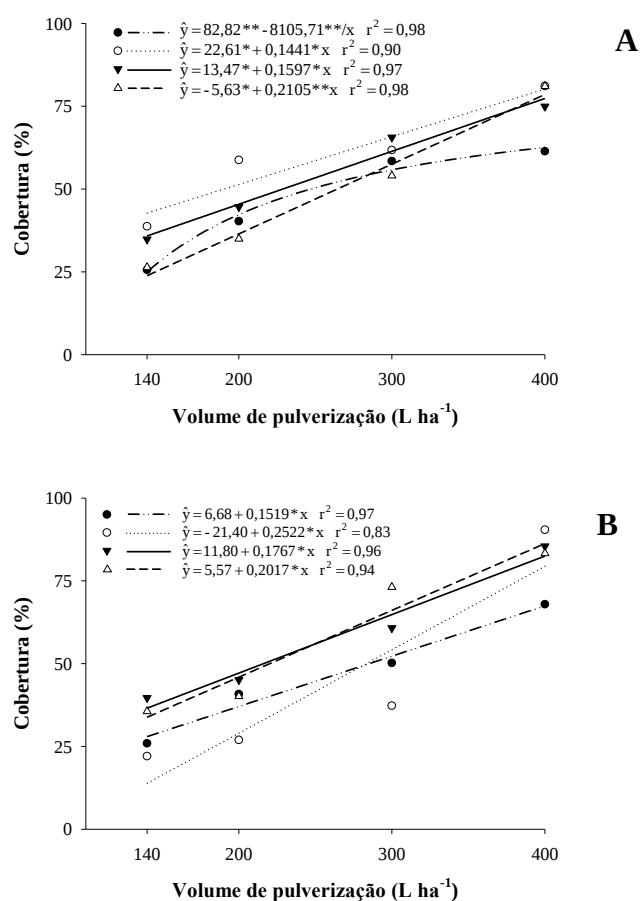


Figura 4 - Porcentagem de cobertura na face adaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação para as pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 em aplicação com (A) ou sem (B) assistência de ar.

Fato que também pode ser constatado na Figura 5, que ilustra o padrão de cobertura nas etiquetas colocadas na face adaxial do limbo foliar das plantas de melão.

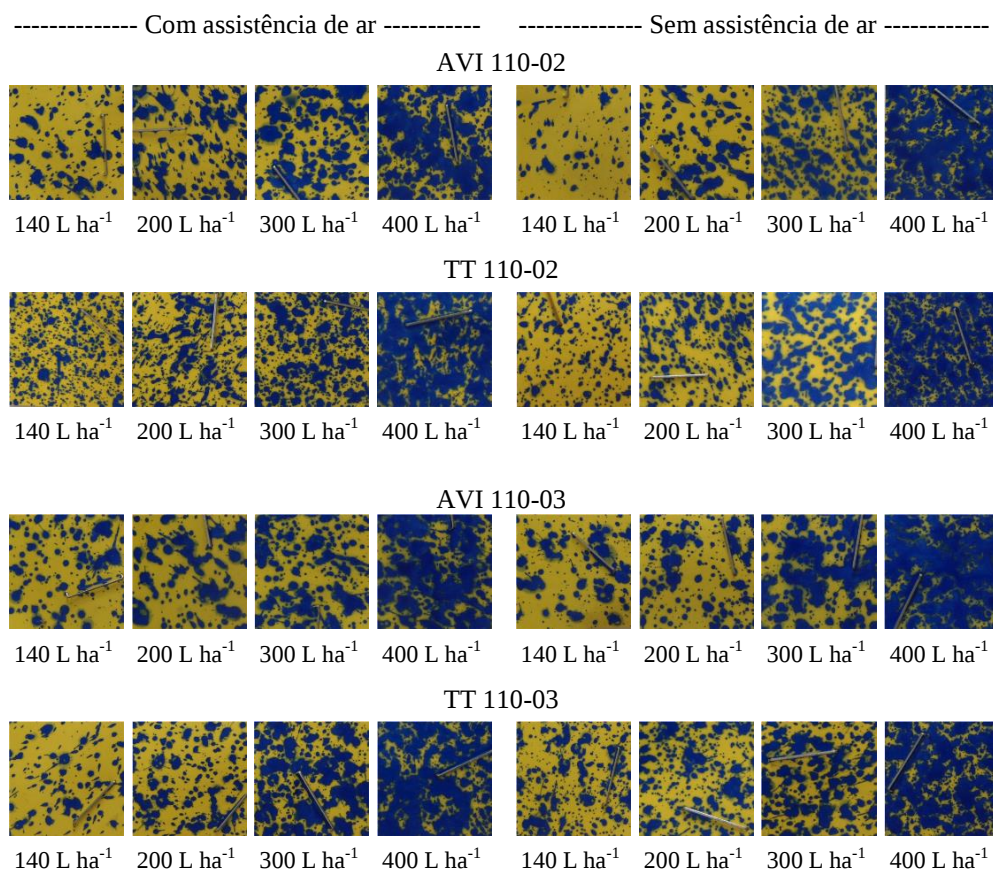


Figura 5 - Padrão de cobertura proveniente de diferentes pontas de pulverização, volumes de pulverização e técnicas de aplicação em etiquetas colocadas na face adaxial das folhas superiores do meloeiro.

O aumento da cobertura pode ser alcançado mediante o aumento do volume de calda aplicado, mesmo quando se utiliza pontas de pulverização que geram gotas de maior diâmetro (MATUO et al., 2006), como as pontas com indução de ar (AVI 110-02 e AVI 110-03), embora isso possa gerar

redução da capacidade operacional do equipamento devido ao aumento do número de paradas para reabastecimento (FREITAS et al., 2005).

Neste trabalho, a variação do volume de calda foi realizada mediante a variação da vazão nominal das pontas de pulverização e pela velocidade do trator. Segundo Freitas et al. (2005), pequenas alterações no volume de calda podem ser alcançadas através de alterações na velocidade de deslocamento e na pressão de trabalho, ou mesmo, alterando-se o espaçamento entre bicos. Entretanto, para se obter maiores variações, é necessário substituir a ponta de pulverização por outras de vazão maior ou menor dependendo da variação desejada.

Para pulverizações com produtos que demandam baixa taxa de cobertura, como aplicação de herbicidas com translocação via simplasto (sistêmicos) em pós-emergência e herbicidas em pré-emergência, a cobertura obtida nos volumes de calda aplicados mais baixos (140 e 200 L ha⁻¹) são satisfatórios em todas as pontas avaliadas. Todavia, os defensivos de ação de contato, que necessitam de maior cobertura, por não haver redistribuição na planta, faz necessária a utilização de volumes de calda mais altos, haja vista que, nas condições ambientais da região onde o trabalho foi conduzido, com temperatura elevada e ocorrência de ventos (Tabela 1), a utilização de pontas que produzem gotas finas ou médias podem levar à ocorrência de deriva. Segundo Freitas et al. (2010) outra opção para se melhorar a cobertura do alvo mediante à utilização de gotas de maior diâmetro é a adição de surfactantes à calda, melhorando o coeficiente de espalhamento.

Ao se comparar o efeito da assistência de ar em cada ponta de pulverização e volume de calda (Tabela 5), constatou-se efeito positivo do uso dessa técnica, quando se utilizou a ponta TT 110-02 nos volumes de 140, 200 e 300 L ha⁻¹. Isso pode ser consequência da associação do menor

espectro de gotas produzido por esta ponta em relação às com indução de ar (AVI 110-02 e AVI 110-03), associado à maior velocidade de deslocamento do trator em relação às pontas com maior vazão nominal (TT 110-03 e AVI 110-03), especialmente nos volumes de calda aplicado mais baixos.

Tabela 5 - Porcentagem de cobertura na face adaxial de folhas de melão, em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).

Volumes de calda aplicados	Pontas de Pulverização	Técnicas de Aplicação	
		Com ar	Sem ar
140 L ha ⁻¹	AVI 110-02	25,6 Aa*	25,9 Ab
	TT 110-02	38,7 Aa	22,1 Bb
	AVI 110-03	34,8 Aa	39,7 Aa
	TT 110-03	26,3 Aa	35,6 Aab
200 L ha ⁻¹	AVI 110-02	40,3 Ab	40,8 Aab
	TT 110-02	58,8 Aa	26,9 Bb
	AVI 110-03	44,6 Aab	45,1 Aa
	TT 110-03	34,9 Ab	40,1 Aab
300 L ha ⁻¹	AVI 110-02	58,4 Aa	50,2 Abc
	TT 110-02	61,7 Aa	37,3 Bc
	AVI 110-03	65,6 Aa	60,8 Aab
	TT 110-03	54,1 Ba	73,1 Aa
400 L ha ⁻¹	AVI 110-02	61,4 Ab	67,9 Ab
	TT 110-02	81,1 Aa	90,4 Aa
	AVI 110-03	74,9 Aab	85,4 Aa
	TT 110-03	81,1 Aa	83,3 Aa
CV (%)		24,81	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas comparam as pontas de pulverização entre as técnicas de aplicação e, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas, para cada volume de calda, comparam as pontas de pulverização dentro de cada técnica de aplicação pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

No desdobramento das pontas de pulverização em cada volume de calda aplicado, verificou-se que quando se trabalhou com a assistência de ar, apesar da pequena variação entre as pontas avaliadas, a ponta TT 110-02 destaca-se por apresentar boa cobertura em todos os volumes de calda estudados (Tabela 5), mostrando-se superior às demais, especialmente

quando se aplicou 200 L ha⁻¹. Porém, sem assistência de ar, esta ponta foi a que apresentou índices de cobertura mais baixos para os volumes de calda de 140, 200 e 300 L ha⁻¹. As pontas com maior vazão nominal (AVI 110-03 e TT 110-03) se destacaram quando se aplicaram no volume mais baixo (140 L ha⁻¹) sem assistência de ar, o que pode ter ocorrido devido à menor velocidade de trabalho que resulta em menor oscilação de barra em terrenos com irregularidades, além dos efeitos da velocidade de deslocamento associado ao vento.

Baesso et al. (2009) verificaram efeito positivo da assistência de ar na barra de pulverização sobre a cobertura do alvo no terço superior do feijoeiro operando com pontas de jato cônico vazio modelo JA-4 e com indução de ar, modelo AVI 110-04. O mesmo autor relata ainda que sem indução de ar, destacou-se a ponta de pulverização AVI 110-04.

Assim como para a superfície adaxial, verificou-se interação entre os fatores avaliados: pontas de pulverização, volumes de calda aplicados e técnicas de aplicação, para a variável cobertura da face abaxial das folhas de melão (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância da cobertura da face abaxial das folhas de meloeiro (%) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.

FV	GL	F	Pr > F
Ponta (P)	3	4,68	0,0036**
Volume (V)	3	1,58	0,6933 ^{ns}
Técnicas de aplicação (TA)	1	3,48	0,6458 ^{ns}
P x V	9	0,70	0,6498 ^{ns}
P x TA	3	1,25	0,7999 ^{ns}
V x TA	3	3,35	0,3917 ^{ns}
P x V x TA	9	1,76	0,0182*
Resíduo	279		
CV (%)		313,11	

**Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F.

No entanto, os índices alcançados por todas as pontas avaliadas independentemente da utilização ou não da assistência de ar foram muito baixos, com valores sempre inferiores a 5% e sem uma tendência de comportamento, não permitindo o ajuste de nenhuma função de resposta para esta variável (Figuras 6A e 6B).

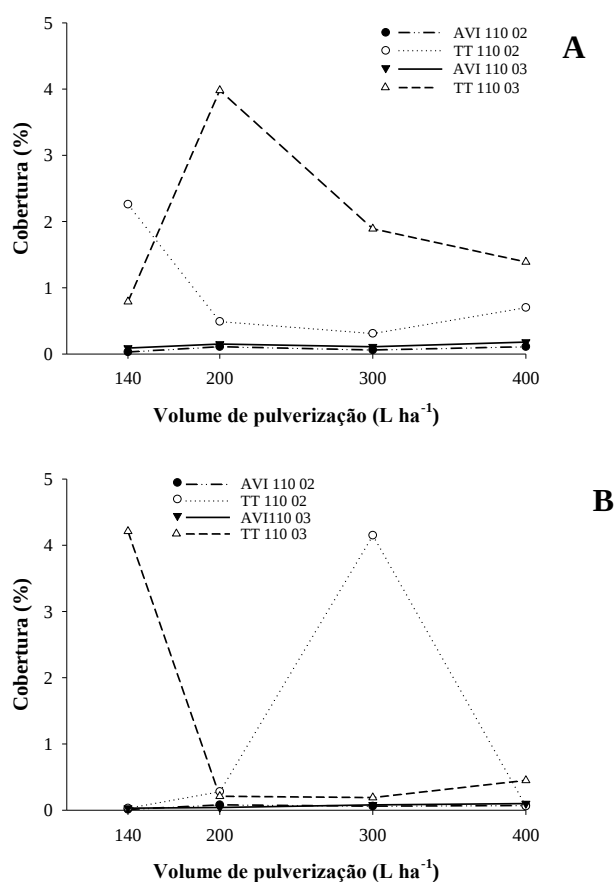


Figura 6 - Porcentagem de cobertura na face abaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação para as pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 em aplicação com (A) ou sem (B) assistência de ar.

A baixa cobertura da superfície abaxial pode ser comprovada também na Figura 7, que ilustra o elevado grau de dificuldade de se fazer com que as

gotas atinjam esta face das folhas, principalmente, em função da posição planiforme e do tamanho das folhas, cerca de 15 cm de comprimento. Desta forma, para se atingir alvos que se alojam na superfície abaxial das folhas do meloeiro é necessário uso de produtos que tenham translocação translaminar.

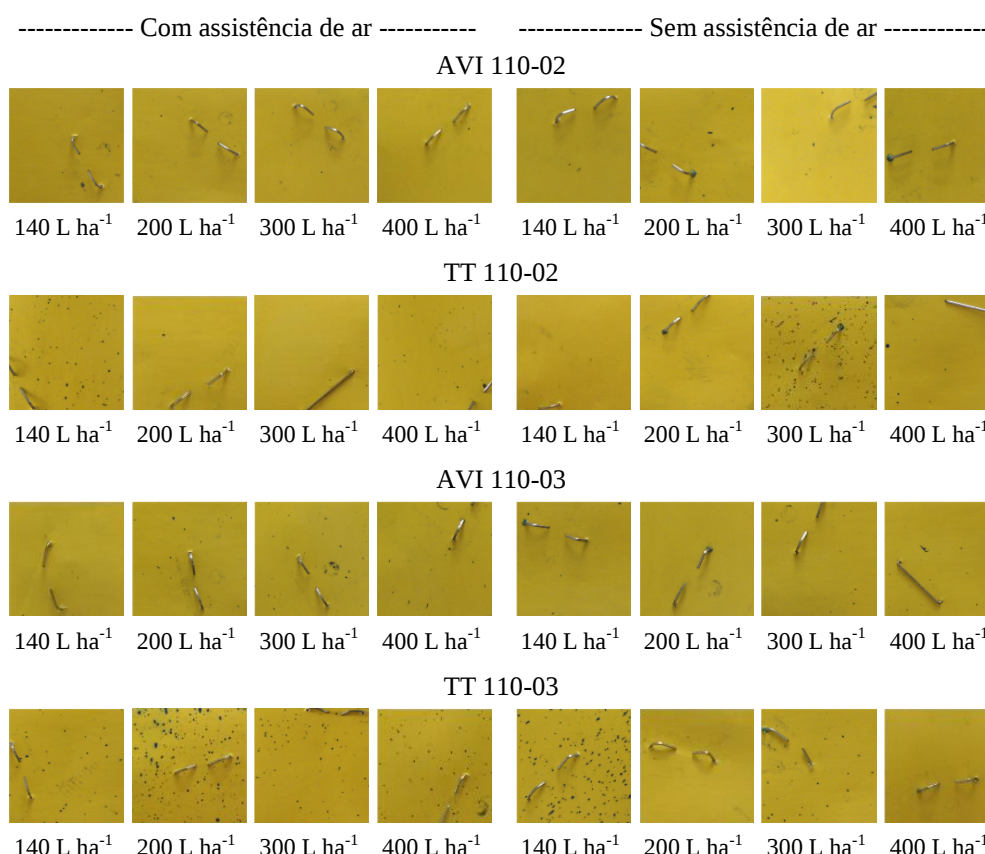


Figura 7 - Padrão de cobertura proveniente de diferentes pontas de pulverização, volumes de pulverização e técnicas de aplicação em etiquetas colocadas na face abaxial das folhas superiores do meloeiro.

Observa-se na Tabela 7, que apesar das diferenças significativas nas aplicações com ou sem assistência de ar e, entre as pontas de pulverização dentro de cada volume de calda, os níveis alcançados não são satisfatórios.

Tabela 7 - Porcentagem de cobertura na face abaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).

Volumes de calda aplicados	Pontas de Pulverização	Técnicas de Aplicação	
		Com ar	Sem ar
140 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,03 Aa*	0,01 Ab
	TT 110-02	2,26 Aa	0,03 Ab
	AVI 110-03	0,09 Aa	0,03 Ab
	TT 110-03	0,79 Ba	4,21 Aa
200 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,10 Ab	0,08 Aa
	TT 110-02	0,49 Ab	0,28 Aa
	AVI 110-03	0,15 Ab	0,04 Aa
	TT 110-03	3,98 Aa	0,21 Ba
300 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,06 Aa	0,06 Ab
	TT 110-02	0,31 Ba	4,15 Aa
	AVI 110-03	0,11 Aa	0,08 Ab
	TT 110-03	1,89 Aa	0,19 Ab
400 L ha ⁻¹	AVI 110-02	0,11 Aa	0,07 Aa
	TT 110-02	0,70 Aa	0,06 Aa
	AVI 110-03	0,18 Aa	0,10 Aa
	TT 110-03	1,39 Aa	0,45 Aa
CV (%)		313,11	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas comparam as pontas de pulverização entre as técnicas de aplicação e, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas, para cada volume de calda, comparam as pontas de pulverização dentro de cada técnica de aplicação pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para a densidade de gotas da face adaxial, verificou-se interação significativa dos fatores avaliados (Tabela 8). Não houve ajuste de nenhuma função resposta para esta variável para as pontas avaliadas em função dos volumes de calda aplicados, quando se utilizou assistência com indução de ar (Figura 8A). Isso pode ter ocorrido pelo espalhamento das gotas no papel hidrossensível pelo jato de ar, provocando a sobreposição e formando menos gotas de maior diâmetro, especialmente, nos volumes maiores, fato que pode ser constatado na aplicação sem assistência de ar (Figura 8B).

Tabela 8 - Análise de variância da densidade da face adaxial das folhas de meloeiro (gotas cm^{-2}) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.

FV	GL	F	Pr > F
Ponta (P)	3	17,22	0,0001**
Volume (V)	3	27,81	0,0001**
Técnicas de aplicação (TA)	1	6,18	0,0135*
P x V	9	7,25	0,0001**
P x TA	3	0,18	0,9121 ^{ns}
V x TA	3	8,57	0,0001**
P x V x TA	9	3,16	0,0012**
Resíduo	279		
C.V (%)		41,50	

**Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F.

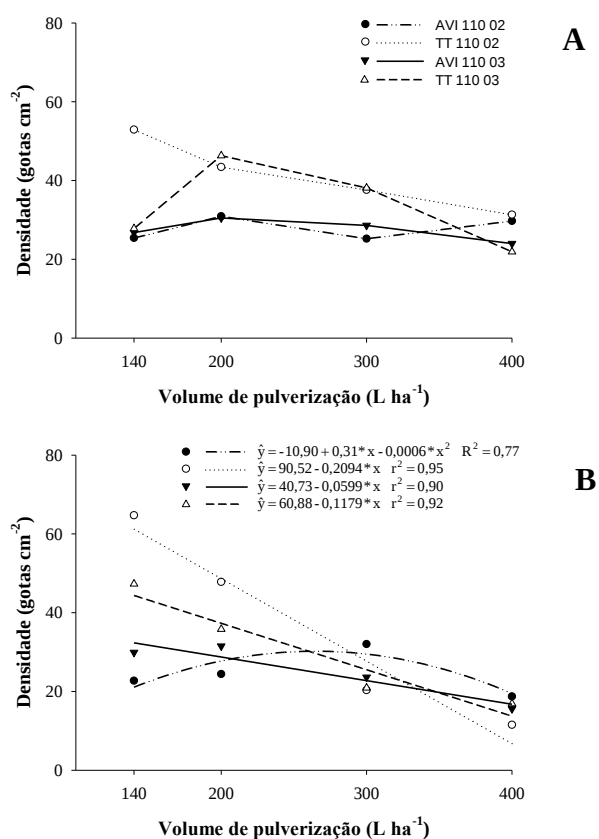


Figura 8 - Densidade de gotas na face abaxial das folhas de melão em função dos volumes aplicados para as pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 em aplicação com (A) ou sem (B) assistência de ar.

Observa-se para as pontas TT 110-02, AVI 110-02 e TT 110-03 comportamento linear decrescente à medida que se aumenta o volume de aplicação, enquanto que a ponta AVI 110-03, que produz gotas maiores, apresentou comportamento quadrático, com incremento na densidade e posterior decréscimo com o aumento do volume aplicado.

Baesso et al. (2009) verificaram que a aplicação de volumes elevados inviabiliza a determinação da densidade de gotas no terço superior do feijoeiro devido ao fato de várias etiquetas hidrossensíveis estarem completamente tomadas por uma única mancha, o que pode ser explicado pela junção de várias gotas. Assim, diante dos resultados encontrados neste trabalho, corroborando com os autores citados, verifica-se que o papel hidrossensível é mais indicado para verificar a cobertura do alvo e inadequado para avaliar a população de gotas.

Ozeki; Kunz (1998) recomendam densidade de 30 a 50 gotas cm^{-2} para fungicidas sistêmicos e acima de 70 gotas cm^{-2} para fungicidas protetores. No entanto, nesse trabalho, podemos constatar que quando se usa volumes de aplicação mais elevados a junção de duas ou mais gotas torna este valor questionável, quando se usa a técnica do papel hidrossensível. Pode-se observar na Tabela 9, que à medida que se aumentou o volume de calda aplicado, o número de gotas diminuiu, devido à junção das mesmas, principalmente quando não utilizou a assistência de ar.

Tabela 9 - Densidade de gotas por cm² na face adaxial das folhas de melão, em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).

Volumes de calda aplicados	Pontas de Pulverização	Técnicas de Aplicação	
		Com ar	Sem ar
140 L ha ⁻¹	AVI 110-02	25,4 Ab*	22,7 Ac
	TT 110-02	52,9 Ba	64,8 Aa
	AVI 110-03	26,8 Ab	29,9 Ac
	TT 110-03	27,8 Bb	47,2 Ab
200 L ha ⁻¹	AVI 110-02	30,9 Ab	24,4 Ab
	TT 110-02	43,4 Aab	47,8 Aa
	AVI 110-03	30,5 Ab	31,5 Aab
	TT 110-03	46,3 Aa	35,8 Aab
300 L ha ⁻¹	AVI 110-02	25,2 Aa	32,0 Aa
	TT 110-02	37,6 Aa	20,3 Ba
	AVI 110-03	28,6 Aa	23,6 Aa
	TT 110-03	38,1 Aa	20,9 Ba
400 L ha ⁻¹	AVI 110-02	29,7 Aa	18,7 Aa
	TT 110-02	31,3 Aa	11,5 Ba
	AVI 110-03	24,0 Aa	15,6 Aa
	TT 110-03	21,9 Aa	16,9 Aa
CV (%)		41,50	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas comparam as pontas de pulverização entre as técnicas de aplicação e, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas, para cada volume de calda, comparam as pontas de pulverização dentro de cada técnica de aplicação pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Os dados referentes a análise de variância para a densidade de gotas da face abaxial das folhas de melão em função das pontas de pulverização, volumes de calda aplicados, técnicas de aplicação e respectivas interações, estão apresentados na Tabela 10, onde se observou significância para a interação tripla entre os fatores.

Tabela 10 - Análise de variância da densidade da face abaxial das folhas de meloeiro (gotas cm⁻²) em função de diferentes pontas de pulverização, volumes de aplicação e técnicas de aplicação.

FV	GL	F	Pr > F
Ponta (P)	3	20,66	0,0001**
Volume (V)	3	6,01	0,0007**
Técnicas de aplicação (TA)	1	56,27	0,0001**
P x V	9	1,42	0,1837 ^{ns}
P x TA	3	7,56	0,0001**
V x TA	3	8,70	0,0001**
P x V x TA	9	2,57	0,0094**
Resíduo	124		
CV (%)		47,02	

**Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F.

Não houve ajuste de nenhuma função resposta para a densidade de gotas na superfície abaxial em função do volume aplicado para todas as pontas de pulverização avaliadas quando se utilizou assistência de ar na barra de pulverização (Figura 9A). Pode-se observar tendência ao aumento da população de gotas com o aumento do volume aplicado para as pontas defletoras, enquanto que as com indução de ar permanecem estáveis com população de gotas muito baixa.

Quando se realizou a pulverização sem assistência de ar (Figura 9B), a população de gotas manteve-se estável, com índices insatisfatórios, em virtude das folhas do meloeiro ser bastante planas e grandes, dificultando que as gotas, mesmo as mais finas, penetrem entre as partes da planta chegando à face abaxial.

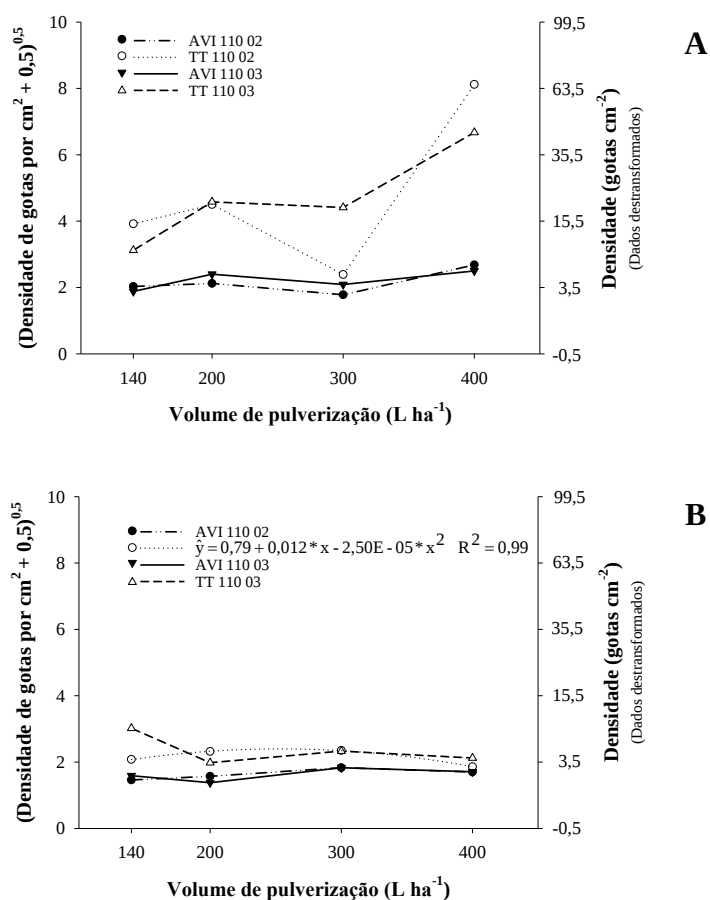


Figura 9 - Densidade de gotas na face abaxial das folhas de melão (dados transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$) em função dos volumes aplicados para as pontas de pulverização ● AVI 110-02; ○ TT 110-02; ▼ AVI 110-03 e △ TT 110-03 em aplicação com (A) ou sem (B) assistência de ar.

Quando se avalia a utilização da assistência de ar na barra de pulverização sobre a densidade de gotas na superfície abaxial das folhas do meloeiro, verifica-se efeito positivo da assistência de ar para as pontas TT 110-02 nos volumes de calda de 140, 200 e 400 L ha⁻¹ e TT 110-03 nos volumes de 200, 300 e 400 L ha⁻¹ (Tabela 11). Não foi verificado efeito da assistência de ar para as pontas com indução de ar, devido ao maior tamanho de gota gerado por estas pontas, que as tornam menos propensas à

deriva, diminuindo também a possibilidade destas atingirem a superfície abaxial das folhas.

Verifica-se também na Figura 9B, que não houve diferença entre as pontas de pulverização nos diferentes volumes aplicados quando se realizou aplicação sem assistência de ar (Tabela 11). Todavia, com assistência de ar, as pontas TT 110-02 e TT 110-03 se destacaram em relação às com indução de ar nos volumes de 200, 300 e 400 L ha⁻¹.

Tabela 11 - Densidade de gotas na face abaxial das folhas de melão (gotas cm⁻²), em função dos volumes de aplicação e pontas de pulverização, dentro de cada nível de técnica de aplicação (com ou sem assistência de ar).

Volumes de calda aplicados	Pontas de Pulverização	Técnicas de Aplicação	
		Com ar	Sem ar
140 L ha ⁻¹	AVI 110-02	2,03 ¹ (3,85)Aa*	1,46 (1,69)Aa
	TT 110-02	3,15 (17,97)Aa	2,08 (4,35)Ba
	AVI 110-03	1,88 (3,41)Aa	1,59 (2,05)Aa
	TT 110-03	3,12 (9,97)Aa	3,02 (12,82)Aa
200 L ha ⁻¹	AVI 110-02	2,12 (4,20)Ab	1,57 (1,99)Aa
	TT 110-02	4,50 (26,38)Aa	2,32 (5,28)Ba
	AVI 110-03	2,40 (5,53)Ab	1,38 (1,46)Aa
	TT 110-03	4,58 (26,41)Aa	1,98 (3,56)Ba
300 L ha ⁻¹	AVI 110-02	1,78 (2,69)Ab	1,83 (2,94)Aa
	TT 110-02	2,39 (6,28)Aab	2,35 (6,02)Aa
	AVI 110-03	2,09 (4,15)Ab	1,83 (3,02)Aa
	TT 110-03	4,41 (22,97)Aa	2,33 (5,57)Ba
400 L ha ⁻¹	AVI 110-02	2,68 (8,06)Ab	1,70 (2,77)Aa
	TT 110-02	8,12 (66,57)Aa	1,86 (3,05)Ba
	AVI 110-03	2,50 (6,54)Ab	1,71 (2,72)Aa
	TT 110-03	6,67 (50,57)Aa	2,12 (4,32)Ba
CV (%)		47,02	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas comparam as pontas de pulverização entre as técnicas de aplicação e, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas, para cada volume de calda, comparam as pontas de pulverização dentro de cada técnica de aplicação pelo teste de Tukey, a 5% de significância. ¹ Resultados transformados em (x+0,5)^{0,5}. Médias originais entre parêntesis.

Os resultados obtidos demonstram que a assistência de ar é uma importante ferramenta para melhorar a deposição do produto, a cobertura do

alvo, a densidade de gotas e reduzir perdas por deriva na aplicação de produtos fitossanitários. Todavia, isso vai depender de fatores como espectro de gotas produzido, condições ambientais no momento da aplicação, condições operacionais (velocidade de deslocamento, altura de barra e pressão de trabalho), além de fatores ligados à cultura (altura e arquitetura das plantas, disposição e densidade das folhas no dossel).

4 CONCLUSÕES

- a) A assistência de ar junto à barra de pulverização melhorou a deposição de calda nas folhas de melão somente quando se utilizou a ponta TT 110-02, enquanto que as pontas TT 110-03, AVI 110-02 e AVI 110-03 não foram influenciadas pela assistência de ar;
- b) Houve incremento na cobertura e na deposição de calda na face adaxial das folhas de melão com o aumento do volume de aplicação em todas as pontas de pulverização;
- c) Houve efeito positivo da assistência de ar sobre a cobertura e densidade de gotas na superfície abaxial das folhas de melão apenas para a ponta de pulverização TT 110-03 a 200 L ha^{-1} ;
- d) As pontas com indução de ar AVI 110-02 e AVI 110-03 apresentaram índices insatisfatórios de deposição de calda, cobertura e densidade de gotas na superfície abaxial das folhas de melão, independente da utilização da assistência de ar;
- e) O uso da técnica do papel hidrossensível não é eficiente para avaliação da densidade gotas quando se trabalha com volumes de aplicação elevados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; PAULA JUNIOR, T. J.; CECON, P.R. Deposição de gotas de um pulverizador hidráulico com assistência de ar na barra de pulverização na cultura do feijão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.17, n. 6, p. 438-445. 2009.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4ª ed. Funep: Jaboticabal, 2006. 237p.

BARRY, J. W. Aerial application to Forest. In: **application technology for Crop Protection**. Eds: Matthews, G. A.; Hislop, E. C. North Hampton, England: CAB International, p. 241-273. 1993.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; AMORIM, A. P. **Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1898 a dezembro de 1986)**, Mossoró: ESAM/FGD, 325 p.1987.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.133-138, 2005.

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.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Hortalças em números**. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm, 2010.

FREITAS, F. C. L.; TEIXEIRA, M. M.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L.; VIANA, R. G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização Turbo Teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, L. H. L.; COSTA, H. Aplicação de defensivos na cultura do tomate. In: **TOMATE**. Vitória, ES: Incaper, p. 349-379, 2010.

HISLOP, E. C. Air assisted crop spraying: an introductory review. In: LAVERS, A.; HERINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E. S. E. **Air-assisted spraying in crop protection**. Swansea: British Crop Protection Council, p.3-14 (BCPC Monograph, 46). 1991.

MATTHEWS G. A. **Pesticide application methods**. Malden: Blackwell Science, 432 p. 2000.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. p. 345-353. In: Waller, J. M.; Lenné, J. M.; Waller, S. J. (Ed.). **Plant pathologist's pocketbook**. CAB, London. 516 p. 2002.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e equipamentos de aplicação. In: ABEAS - **Curso de proteção de plantas**. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2006, 100 p.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea: aspectos práticos. In: **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**, 2 ed. 1998. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária, Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 65-78.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Escolha de traçadores para a avaliação dos depósitos de pulverização. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n.5, p. 440-5, 2005.

RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Deposição e perdas de calda em feijoeiro em aplicações com assistência de ar na barra pulverizadora. **Bragantia**, Campinas. v. 63, n. 2, p. 309-315, 2004.

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. **Comparison of new drift reduction nozzles**. St. Joseph: ASAE, (ASAE, Paper n.99-1156), p. 17, 1999.

VIANA, R. G. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais**. 2006. f.44. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECOM, P. R.; SOUZA, G. V. R. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.16, n.4, p. 428-435. 2008.

VIGANO, L. S.; RAETANO, C. G. Assistência de ar e volumes de aplicação na deposição de calda e no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.734-741, 2007.