
DERIVA DE CALDA NO MAMOEIRO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO E PONTA DE PULVERIZAÇÃO

Maria Jorgiana Ferreira Dantas¹, Renildo Luiz Mion²

RESUMO

No processo de aplicação de produtos fitossanitários as pontas de pulverização são essenciais, pois determinam a cobertura, controlam a quantidade e a uniformidade da calda aplicada. No entanto, a deriva é um dos maiores problemas da agricultura. Este trabalho avaliou a deriva de calda aplicada no mamoeiro, em função da pressão e ponta de pulverização, no perímetro irrigado de Russas, CE. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 04 repetições, em esquema fatorial (7x5): sete tratamentos (pontas de pulverização jato cônico vazio JA-1, JA-5 e TVI, com 02 pressões: 402 kPa e 1.402 kPa e a testemunha ponta J5-2 pressão de 666 kPa) e cinco alturas em relação ao solo (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 m). Empregou-se uma distribuição de papéis hidrosensíveis em torres de madeira e através do software e-Sprinkle analisou-se as gotas capturadas. As gotas foram analisadas e os dados submetidos à análise de variância com médias discriminadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade pelo SAEG 9.0. Todos os tratamentos mostraram deriva, a ponta JA-1 com pressão de 1.402 kPa apresentou maior valor e a TVI com pressão de 402 kPa o menor. A deriva nas extremidades das torres (2,0; 2,5 e 4,0 m) foi maior do que nas alturas intermediárias (3,0 e 3,5 m).

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, Agrotóxicos, Tamanho de gotas

ABSTRACT

POTENTIAL OF DRIFT RISK DURING SPRAYING PAPAYA CROP IS AFFECTED BY PRESSURE AND NOZZLE TYPE

The characteristics of spray nozzles determine the coverage, control quantity and application uniformity. However, the drift is a major problem during spraying. This study evaluated drift during spraying papaya plantation as affected by pressure and spray nozzles in the Irrigated Perimeter of Russas - CE. The study was done in completely randomized block, in a factorial (7x5) design with 4 replications. The seven spray nozzle - hollow cone jet - JA-1, JA-5 and TVI, working at pressures: of 402 kPa or 1.402 kPa and the control tip J5-2 at the pressure of 666 kPa, were used at five heights above ground (2.0; 2.5; 3.0; 3.5 and 4.0 m). The drift was captured on water sensitive papers distributed on wooden towers. The drops were analyzed using the e-Sprinkle software, and after analysis of variance, the means were compared by Tukey test ($p = 0.05$) using statistical software SAEG 9.0. All treatments showed great drift potential. The nozzle JA-1 at 1.402 kPa showed highest and the TVI at 402 kPa the lowest drift potential. In the height range evaluated, the drift in the extremes (2.0, 2.5 and 4.0 m) was greater than in the intermediate (3.0 and 3.5 m) heights.

Keywords: application technology, Pesticides, Droplet size

Recebido para publicação em 13/12/2010. Aprovado em 06/06/2012.

1- Mestre em Engenharia Agrícola, Doutoranda em Agronomia (Energia na Agricultura) – Dep. de Ciência do Solo, UNESP/FCA, Botucatu – SP, e-mail: jorgianasaneer@yahoo.com.br

2- Professor Adjunto do Dep. de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE

INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou grande avanço nos últimos anos no setor agrícola, principalmente na região Nordeste. Isso é devido à disponibilização de condições edafo-climáticas favoráveis, aliada ao surgimento da fruticultura irrigada, oferecendo amplo potencial para produção de fruteiras tropicais, entre as quais se destaca o mamoeiro (*Carica papaya L.*) como uma excelente opção para superar o problema sócio-econômico causado pela estiagem (COELHO FILHO; COELHO, 2007).

O mamoeiro é uma cultura de grande expressão agrícola, sendo uma das poucas frutíferas capazes de produzir durante todo o ano, representando uma atividade de elevada importância econômica, entretanto, os problemas de pragas e doenças são os principais fatores limitantes dessa cultura no Brasil, acarretando perdas econômicas severas na produção (MURAYAMA, 1986 *apud* RAMOS *et al.*, 2008).

Os produtores, buscando melhorar sua eficiência e reduzir seus custos com agrotóxicos, têm utilizado tecnologias de aplicação alternativas, como o uso de pulverizadores hidropneumáticos com fluxo de ar (turboatomizador), visando sempre o menor volume de calda a ser aplicado (BALAN *et al.*, 2006).

De acordo com Holownicki *et al.* (2002), os pulverizadores hidropneumáticos são os mais utilizados em fruteiras, são fáceis de operar e efetivos em controle de pragas e doenças, porém, a pulverização em plantas arbustivas é considerada de baixa eficiência, porque mais da metade do produto aplicado é perdido. Para Kaul *et al.* (2002), o uso de turboatomizadores é necessário para que se vença a distância entre o pulverizador e o alvo pretendido, sendo necessário o ajuste do volume de ar de acordo com as características da cultura.

Um dos fatores mais importantes para obter uma aplicação eficiente é a escolha correta das pontas de pulverização. Elas são componentes essenciais no sucesso desse processo, determinando a cobertura da aplicação, além de controlar a quantidade e a uniformidade da distribuição do líquido (ROMÁN *et al.*, 2009).

Quanto à pressão de trabalho, Matuo *et al.* (2005), faz uma advertência, ressaltando que o aumento acima da recomendada não leva obrigatoriamente as gotas a uma distância maior, ao contrário, aumentando a pressão há uma diminuição do tamanho das gotas, as quais terão pouco peso, favorecendo o fenômeno da deriva.

A deriva de agrotóxicos continua sendo um dos maiores problemas da agricultura moderna. Os obstáculos na trajetória das gotas ao seu alvo estão relacionados, principalmente, ao seu tamanho e às condições ambientais. De acordo com as condições locais de aplicação, é preciso conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental (CUNHA *et al.*, 2003; FAGLIARI *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2007; CUNHA, 2008; COSTA *et al.*, 2012).

Vários pesquisadores consideram que gotas com diâmetros menores que 250 μm são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (MURPHY *et al.*, 2000; PERGHER *et al.*, 2002; WOLF *et al.*, 2002; CUNHA, 2008).

O espectro de gotas pulverizadas é fundamental em tecnologia de aplicação e varia de acordo com a ponta de pulverização utilizada. As pontas do tipo cone vazio têm como característica uma deposição do líquido maior na porção mais externa do cone, com menos líquido no centro. Como característica principal, esse tipo de ponta tem uma boa capacidade de penetração, no entanto, geralmente, apresentam alto risco de deriva por trabalharem em pressões mais elevadas tendendo a produzir gotas com menor diâmetro, possuindo grande propensão para deriva e causando maior contaminação ambiental (CUNHA *et al.*, 2004; CUNHA *et al.*, 2005; VIANA, 2006; CAMARA *et al.*, 2008).

Com o intuito de minimizar problemas por deriva e o escorrimento de calda na folha, lançou-se no mercado pontas com indução de ar. Com isto, reduziu-se o risco de deriva, em função das gotas de maior diâmetro. As pontas com indução de ar consistem, basicamente, de uma ponta contendo no seu interior um “venturi”, responsável pela aspiração do ar. Este

ar é misturado com o líquido em uma câmara antes da formação do jato (FAGGION, 2002; VIANA 2006; ANDEF, 2012). De acordo com Matthews (2000); Planas *et al.* (1996) as pontas de pulverização com indução de ar produzem gotas grandes, muitas delas com uma ou mais bolhas de ar, produzindo gotas com baixo risco de deriva.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a deriva de calda pulverizada no mamoeiro, com diferentes pontas de pulverização de jato cônico vazio, em diferentes pressões de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um lote agrícola situado no município de Russas – CE, pertencente à Empresa Frutacor, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 4° 57' 44" S e longitude 23° 02' 40" W. Foram utilizadas como alvos do sistema de aplicação, plantas da cultura do mamão Formosa (*Carica papaya L.*), com espaçamento de 3,0 m entre fileiras, 2,5 m entre plantas, cada planta com aproximadamente 2,5 m de altura. As aplicações foram efetuadas com o conjunto de pulverização tratorizado, sendo um trator marca Massey Ferguson, modelo MF 275, potência do motor de 75 CV e um pulverizador turboatomizador ARBUS 2.000, composto por tanque de 2.000 L em fibra de vidro, visor de nível com escala graduada, agitador mecânico com hélice de três pás, bomba de três pistões horizontais, com vazão de 100 L min⁻¹ a 540 rpm, camisa de cerâmica, acionada pela tomada de potência do trator, manômetro, mangueiras e engates para vinte e quatro bicos com posição (ângulo) regulável.

A calda foi composta por uma mistura de Nitrato de potássio 2% (granulado para adubação) e água. O monitoramento das condições ambientais foi realizado utilizando um termo-higro-anemômetro luxímetro digital portátil marca (Thal-300)®. As aplicações foram executadas sempre pelo produtor, com a intenção de manter o mínimo possível de variações na qualidade das pulverizações, tomando-se o cuidado de efetuar a ordem de aplicação de forma

contrária à predominância do vento. As leituras foram realizadas 05 (cinco) minutos antes e 05 (cinco) minutos depois de cada aplicação próximo à cultura.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Utilizaram-se como tratamentos as pontas de pulverização de jato cônico vazio JA-1, JA-5 e TVI (indução de ar), marca Jacto®, com duas diferentes pressões de trabalho: 402 kPa e 1.402 kPa e a testemunha com a ponta J5-2, e pressão de 666 kPa, (utilizou-se como testemunha a aplicação realizada pelo produtor, a escolha das pontas e pressões utilizadas como tratamentos foram baseadas em dados da literatura referentes as aplicações em frutíferas (CHAIM *et al.*, 2003; CHAIM *et al.*, 2004; VELIZ, 2007) não foram encontradas informações sobre aplicação de defensivos agrícolas na cultura do mamão) totalizando 7 tratamentos .

Para a análise da deriva foram instaladas 04 (quatro) torres de madeira por trás de cada 04 (quatro) plantas utilizadas como parcelas. A análise estatística foi realizada considerando o modelo do delineamento inteiramente ao acaso com tratamentos dispostos no arranjo fatorial. O tratamento foi considerado como fator, enquanto a altura foi considerada como nível. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias discriminadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade empregando-se o programa estatístico SAEG 9.0®. Cada torre distante 1,0 m das plantas e, em cada uma, foram utilizados como alvos artificiais etiquetas de papel sensível à água, colocados em cinco posições em relação ao solo 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 m de altura, contabilizando 05 papéis por cada torre.

Devido ao fato da umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento influenciarem na aplicação, todos os tratamentos foram realizados em condições mais similares possíveis nas aplicações, tentando assim evitar a influência dos fatores meteorológicos nos resultados. Os dados referentes às condições climáticas foram armazenados durante todo o período das aplicações e os valores apresentados são referentes à média de várias leituras.

O período de aplicação foi de 09h15min às

10h35min, horário favorável à pulverização, pois nas horas iniciais da manhã e nas horas finais da tarde, são os períodos indicados onde a umidade relativa está maior e, portanto, mais adequados à pulverização.

Empregou-se uma distribuição de papéis hidrosensíveis através da metodologia descrita por Derksen e Gray (1995), utilizada para avaliar a deriva de calda, a qual foi adaptada e utilizada neste trabalho. Aproximadamente 5 minutos após a aplicação, tempo suficiente para a secagem dos alvos, os mesmos foram retirados, e imediatamente armazenados em sacos de papel devidamente identificados, para evitar contaminação e o efeito indesejável da umidade e transportados para laboratório onde foram feitas avaliação e quantificação das gotas depositadas. Para isso, os papéis hidrosensíveis foram digitalizados por meio de um scanner (resolução espacial de 600 dpi) e analisados utilizando-se o programa computacional e-Sprinkle® (versão 2004d), que é específico para essa finalidade. Empregou-se o módulo DropCap para a captura das gotas digitalizadas.

Foram avaliados nos tratamentos os seguintes parâmetros nas gotas capturadas e coletadas nos papéis: diâmetro mediano volumétrico - DMV (μm) - que corresponde ao diâmetro da gota que separa a população em duas metades com a mesma quantidade de líquido, diâmetro mediano numérico - DMN (μm) - que divide população em duas quantidades numericamente iguais, densidade de gotas - DG (N/cm^2) - determinada

pelo número de gotas por centímetro quadrado, variando com o volume aplicado, regulagem dos bicos, tipo de formulação do agroquímico, entre outros fatores (VELIZ, 2007). Diâmetro médio de gotas - Dmed (μm) - que é a soma do diâmetro de todas as gotas da população dividido pelo número total de gotas, Coeficiente de homogeneidade - CH - que é a relação entre o DMV e o DMN, quanto mais próximo a 01 (μm) estiver o valor do CH, mais homogênea é a população. O coeficiente de homogeneidade varia de acordo com o tipo de ponta (TEIXEIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas advindas em campo, durante as aplicações da calda, foram as seguintes: a umidade relativa do ar variou entre 57 e 65%, temperatura entre 28 e 30°C e velocidade do vento entre 0,9 e 3,0 m/s (valores referentes as médias de várias leituras). Em geral, as condições ambientais foram consideradas dentro dos padrões ideais para aplicação (MATUO, 2002; RUEDELL, 2002).

No Quadro 1, encontram-se as médias dos parâmetros analisados nos papéis hidrosensíveis, para cada tratamento.

Constataram-se diferenças significativas nos parâmetros analisados, menos no Dmed, no qual não foram observadas diferenças estatísticas significativas. Para o diâmetro mediano volumétrico verificou-se que a variação foi de

Quadro 1. Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro mediano numérico (DMN), densidade de gotas (DG), diâmetro médio (Dmed) e coeficiente de homogeneidade - (CH) em função das pontas e pressões de trabalho.

Ponta	Pressão (kPa)	DMV (μm)	DMN (μm)	DG (N/cm^2)	Dmed (μm)	CH
JA-1	402	195,2 ab	120,5 ab	126,1 b	126,7 a	1,61ab
	1.402	138,1 b	118,3 b	271,3 a	122,5 a	1,17 b
JA-5	402	162,3 b	150,2 ab	45,6 bc	132,7 a	1,08 b
	1.402	149,0 b	124,2 ab	77,5 bc	129,3 a	1,19 b
TVI	402	300,7 a	160,8 a	38,1 c	172,3 a	1,87 a
	1.402	242,6 ab	139,8 ab	97,2 bc	168,6 a	1,73 ab
J5-2	666	151,4 b	119,2 ab	122,3 bc	131,6 a	1,27 b

Valores seguidos pela mesma letra minúscula, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, segundo teste de Tukey

138,1 a 300,7 μm , sendo que a ponta JA-1, com uma pressão de 1.402 kPa, foi a que apresentou a menor média (138,1 μm) entre os tratamentos analisados. Médias de DMV inferiores a 250 μm indicam deriva, que ocorre principalmente em virtude das gotas menores que 100 μm (CUNHA; TEIXEIRA, 2001; CUNHA *et al.*, 2004). Esses autores afirmam que as pontas de jato cônico apresentam gotas de menor tamanho, possuindo um alto potencial de deriva necessitando de estratégias para sua redução. À medida que se aumenta a pressão, o risco de deriva e evaporação também aumenta.

A ponta TVI com pressão de 402 kPa apresentou a maior média de DMV, com valor de 300,7 μm , diferindo, significadamente, dos demais tratamentos. Esse tipo de ponta apresenta gotas maiores, devido ao seu sistema de indução de ar. A forma de aplicação realizada pelo produtor, utilizando a ponta J5-2 e pressão de trabalho de 666 kPa, apresentou valor de DMV de 151,4 μm , não diferindo significadamente dos demais, exceto da TVI, com pressão de 402 kPa, mostrando, assim, que nas condições de aplicação analisadas a testemunha também apresentou deriva. Percebe-se que o incremento da pressão proporcionou uma diminuição no diâmetro das gotas. Variações no tamanho das gotas provenientes de pontas de jato cônico vazio, com a variação da pressão do líquido, também foram constatadas por Raetano (1996). Para obter diminuições do tamanho das gotas, deve-se aumentar a pressão, o que nem sempre é desejável.

Para o diâmetro mediano numérico para a pressão de 1.402 kPa, a ponta JA-1 apresentou a menor valor. Trabalhando com essa mesma pressão, as pontas JA-5 e TVI não apresentaram diferenças significativas. Já para o tratamento com uma pressão de 402 kPa a ponta de pulverização TVI proporcionou DMN de 160,8 μm e, conseqüentemente, a maior média entre os tratamentos. A testemunha mostrou um comportamento mediano entre os valores extremos apresentados para os outros tratamentos.

Os valores do CH variaram de 1,08 a 1,87 (Quadro 1), indicando que o tamanho de gotas

produzido é homogêneo, estando nas condições aceitáveis para pontas de pulverização do tipo cônico, que, segundo a recomendação de Carrero (1996), se encontra entre 1.8 a 5. Pode-se verificar que a ponta TVI na pressão de 402 kPa foi o tratamento que apresentou maior CH. Essa informação torna-se relevante, pois esse tratamento foi o que apresentou a menor deriva. O tratamento JA-5 com pressão de 402 kPa, apresentou o menor valor de CH, mas não maior deriva de calda no mamoeiro, a ponta JA-1 com pressão de 1.402 kPa foi o tratamento que apresentou maior deriva com valor do coeficiente de homogeneidade de 1,17 que não diferiu estatisticamente do tratamento anteriormente citado.

Para o parâmetro diâmetro médio (Dmed), verificou-se que não houve diferença estatística entre nenhum tratamento, porém, nota-se que os resultados obtidos seguem a mesma tendência dos parâmetros analisados anteriormente, onde a ponta JA-1, com uma pressão de 1.402 kPa, apresentou a menor média (122,5 μm) e TVI, com pressão de 402 kPa, apresentou a maior média, 172,3 μm . As demais pontas, inclusive a testemunha, não diferiram significadamente entre si.

Analisando a densidade de gotas, percebe-se que a ponta JA-1 apresentou a maior média, com pressão 1.402 kPa, e a menor média foi para o tratamento TVI, com pressão de 402 kPa, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Para este parâmetro a testemunha proporcionou valor de 122,3 N/cm², diferindo apenas do tratamento aplicado pela ponta JA-1, com pressão de 1.402. Isso constata que o aumento da pressão de trabalho provocou uma diminuição do tamanho das gotas e, conseqüentemente, o aumento da densidade das mesmas, ou seja, com o aumento da pressão há incremento de deriva das gotas de menor tamanho.

As pulverizações com pontas de jato cônico vazio, conforme Christofolletti, (1992) e Cunha *et al.* (2003), podem propiciar exoderiva de gotas, além de produzirem grande volume de gotas com diâmetro inferior a 100 μm , as quais são mais sujeitas à deriva. Essas mesmas pontas foram analisadas em folhagem densa, onde se verificou que a folhagem impede a entrada das gotas o que não é o caso do mamoeiro que possui folhagem rala.

Ao analisar os parâmetros em cada altura da torre, constatou-se que houve interação significativa entre altura e tratamento para o DMV e o DMN, não ocorrendo o mesmo para os demais parâmetros (DG e Dmed). Nos Quadros 2 e 3 estão os resultados da interação obtida.

Pelos resultados expostos, pode-se verificar que os maiores valores de DMV foram encontrados nas alturas de 2,0 e 4,0 m, para a ponta TVI. Resultados semelhantes foram encontrados por Veliz (2007) ao estudar a deriva de calda aplicada em citros com diferentes alturas, constatando que os maiores valores de DMV encontraram-se mais nas extremidades das torres (0,5; 5,0 e 5,5 m) do que

nas alturas intermediárias (2,0 e 3,0 m), resultando em uma maior deriva nessas alturas, já que nas alturas intermediárias situa-se a parte do dossel da cultura. Observações similares foram relatadas por Monteiro (2006), onde pulverizações através de pontas cônicas têm a capacidade de produzir gotas finas de espectro homogêneo, maximizando as condições de penetrar no dossel e cobrir todas as partes da planta, pois proporciona formação de maior número de gotas de mesmo tamanho, ressaltando que devido ao tamanho reduzido dessas gotas, há um grande risco de deriva para outras áreas, através de aplicações acima da velocidade do vento recomendada para o equipamento.

Quadro 2. Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMV) em cada altura em função das pontas e pressões de trabalho

Ponta	Pressão (kPa)	Altura (m)				
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
DMV (µm)						
JA-1	402	137,2 cA	146,7 aA	135,4 bA	135,4 aA	135,4 abA
	1.402	173,3 bcB	189,7 aB	383,6 aA	116,5 aB	116,5 bB
JA-5	402	200,8 bcA	234,3 aA	166,9 bA	152,7 aA	160,9 abA
	1.402	174,9 bcA	146,6 aA	135,4 bA	135,4 aA	135,4 abA
TVI	402	353,4 abA	169,1 aB	189,3 bAB	228,8 aAB	270,0 abAB
	1.402	464,4 aA	249,9 aB	229,7 abB	249,9 aB	310,9 aAB
J5-2	666	196,3 bcA	174,1 aA	162,5 bA	154,3 aA	170,5 abA

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas para cada tratamento, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, segundo teste de Tukey

Quadro 3. Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMN), em cada altura em função das pontas e pressões de trabalho

Ponta	Pressão (kPa)	Altura (m)				
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
DMN (µm)						
JA-1	402	126,8 bA	116,5 bA	116,5 aA	116,5 aA	116,5 aA
	1.402	137,2 bA	137,2 bA	116,5 aA	116,5 aA	95,9 aA
JA-5	402	192,4 bAB	234,5 aA	125,9 aBC	92,5 aC	106,2 aC
	1.402	137,2 bA	137,2 bA	116,5 aA	116,5 aA	116,5 aA
TVI	402	282,7 aA	152,7 bB	135,4 aB	95,9 aB	135,4 aB
	1.402	156,0 bA	135,4 bA	135,4 aA	135,4 aA	135,4 aA
J5-2	666	136,3 bA	156,0 abA	136,3 aA	119,1 aA	125,9 aA

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas para cada tratamento, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, segundo teste de Tukey

Verificou-se que com aumento da pressão de pulverização, ocorreu redução significativa do DMV para as pontas estudadas, demonstrando que as perdas em uma aplicação podem ser reduzidas ao utilizar pressões menores, dependendo do equipamento. Essa constatação é corroborada por Christofolletti (1999), verificando que quanto maior a pressão de pulverização para uma mesma ponta, menor é o tamanho da gota e maior o risco de deriva.

Para o tratamento com a ponta J5-2 (testemunha) não houve diferenças significativas entre os demais tratamentos, para os parâmetros analisados, apresentando deriva em todas as alturas aplicadas. As pontas de jato cônico vazio produzem grande volume de gotas com diâmetro inferior a 100 µm, as quais são mais sujeitas à deriva. Além disso, a turbulência gerada por esses bicos pode auxiliar a penetração do jato no dossel das plantas, mas também pode provocar efeito oposto quando a folhagem densa impede a entrada das gotas. O movimento do ar provoca a suspensão das mesmas, que ficam mais sujeitas aos fenômenos climáticos. Christofolletti (1992) constatou o risco potencial de deriva das aplicações de agrotóxicos com esse tipo de ponta. As vantagens dessa técnica de aplicação dependem não somente do tamanho das gotas de pulverização, mas também do tipo de cobertura vegetal na área a ser tratada. O tipo de cobertura vegetal não foi analisado neste trabalho o que seria muito interessante para uma análise mais detalhada.

Entre os vários fatores que podem influenciar em uma pulverização, são estritamente necessários o conhecimento da densidade da cultura, o tamanho e forma da planta para que haja uma boa deposição e distribuição dos produtos fitossanitários. Há necessidade de se estudar em trabalhos futuros as configurações dos bicos às condições específicas da aplicação na cultura do mamoeiro, como também estudos referente às melhorias nos equipamentos de pulverização utilizados, possibilitando manejo integrado das culturas e redução dos impactos da produção agrícola sobre o meio ambiente.

CONCLUSÕES

- A ponta JA-1 com uma pressão de 1.402 kPa apresentou maior deriva;

- A ponta TVI com pressão de 402 kPa apresentou menor deriva;
- Para as alturas estudadas constatou-se maior deriva nas extremidades das torres (2,0; 2,5 e 4,0 m) do que nas alturas intermediárias (3,0 e 3,5 m); e
- O aumento da pressão de pulverização para as pontas estudadas aumentou a deriva. Recomenda-se que para redução das perdas em uma aplicação sejam utilizadas pressões menores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDEF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. São Paulo/SP. 2010. Disponível em: < http://www.andef.com.br/manuais/arquivos/Manual_Tecnologia.pdf > Acesso em: 31 de maio de 2012.

BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SASAKI, E. H. Distribuição da calda na cultura da videira por turboatomizador com diferentes configurações de pontas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, Brasil, v. 36, n. 03, p.731-738, 2006.

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

CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. 1 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 159 p.

CHAIM, A.; BOTTON, M.; SCRAMIN, S. *et al.* Deposição de agrotóxicos pulverizados na cultura da maçã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 7, p. 889-892, jul. 2003.

CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; FERRACINI, V.L. Eficiência de deposição de pulverização em videira, comparando bicos e pulverizadores. **Pesticidas: revista de**

ecotoxicologia e meio ambiente, Curitiba, PR, v. 14, p. 39-46, jan./dez. 2004.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Campinas, SP, Brasil: Shell, 1992. 122p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas aplicações agrícolas e seu controle**. São Paulo, SP, Brasil: Teejet South América, 1999. 15 p.

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E.F. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação. **Irriga, Botucatu**, Botucatu, SP, Brasil, v. 12, n. 04, p. 519-531, 2007.

COSTA, A.G. F.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, Brasil, v.25, n.1, p.203- 210, 2007.

COSTA, A.G.F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C.V.S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; CORDEIRO, J. G. F.; SILVA, J. R. M. Efeito de pontas e pressões de pulverização na deriva de glyphosate + 2,4-D em condições de campo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, PR, Brasil, v.11, n.1, p.62-70, jan./abr. 2012.

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, PB, Brasil, v. 05, n. 02, p. 344-348, 2001.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, MG, Brasil, v. 21, n. 02, p. 325-332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA,

F. R.; FERNANDES, C. H.; COURY, R. J. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, Brasil, v. 39, n. 10, p. 977-985, 2004.

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, PB, Brasil, v. 09, n. 01, p. 133-138, 2005.

CUNHA, J.P.A.R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes métodos de aplicação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, Brasil, v. 39, n. 04, p. 487-493, 2008.

DERKSEN, R. C.; GRAY, L. E. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchard sprayers. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 38, n. 01, p. 5-11, 1995.

FAGGION, F. **Desenvolvimento de métodos para estimar a quantidade de ar incluído às gotas por pontas de pulverização com indução de ar**. Botucatu – SP. 2002. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus Botucatu, 2002.

FAGLIARI, J.R. *et al.* Efeitos e impacto econômico da aplicação de subdoses de 2,4-D, simulando deriva, sobre o tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). **Boletim Informativo Ciência das Plantas Daninhas**, São Paulo, Brasil, v.10, Suplemento, p. 200, 2004.

HOLOWNICKI, R. *et al.* The effect of air jet velocity on spray deposit in an apple orchard. **Aspects of Applied Biology** 66, Guilford, United Kingdom, v. 66, p. 277-283, 2002.

KAUL, K. *et al.* Mechanisms of distribution of plant protection products sprayed in orchards. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzens**, Berlin, v.54, n.5, p.110-17, 2002.

- MATTHEWS, G. A. Pesticide application methods. 3 ed. London: **Blackwell Science**, 2000. 432p.
- MATUO, T. **Técnica de aplicação de defensivos agrícolas**. Brasília, ABEAS; Viçosa, UFV; 2002. (Curso Proteção de Plantas. Módulo 1 – 1.1; 2.3, 139p).
- MATUO, T. *et al.* **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. Brasília, ABEAS; Viçosa, UFV; 2005. (Curso Proteção de Plantas. Módulo 2 – 2.1; 2.2, 86 p).
- MONTEIRO, M. V. de M. Eficiência na aplicação de defensivos com BVO aéreo. In: _____. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Passo Fundo, Ed. Plantio Direto Eventos. 2006. 146 p.
- MURPHY S. D. *et al.* The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **J Agric Engng Res**, London, v. 75, p. 127-137, 2000.
- PERGHER, G. *et al.* The relationship between vertical patterns from air-assisted sprayers and foliar deposits in vine canopies. **Aspects of Applied Biology** 66, Guilford, United Kingdom, v. 66, p. 323-330, 2002.
- PLANAS, S. *et al.* A proposal of methodology for air assisted sprayers assessment in apple orchards. **Ag. Eng.**, Madrid, n. 96, p.A-149, 1996.
- RAETANO, C. G. **Condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros**. 1996. 93f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- RAMOS, N. F.; NASCIMENTO, A. K. Q.; GONÇALVES, B. F. M.; LIMA, A. A. J. Presença dos vírus da mancha anelar e do amarelo letal em frutos de mamoeiro comercializados. **Revista Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, Brasil, v. 33, n. 06, p. 449-452, 2008.
- ROMÁN, A. A. R.; CORTEZ, W. J.; FERREIRA, da C. M.; OLIVEIRA, G. R. J. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, PR, Brasil, v. 10, n. 03, p. 223-232, 2009.
- RUEDELL, J. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Plantio Direto**, Brasília, v.19, n.6, p.9-11, 2002.
- TEIXEIRA, M. M. **Estudo das Populações de Gotas**. Viçosa, MG; Universidade Federal de Viçosa; Departamento de Engenharia Agrícola; 2000. (Notas de Aula).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Sistema para análise estatísticas, SAEG V-9.1. In: Minas Gerais. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, 2001.
- VELIZ, R. D. C. **Avaliação de dois sistemas para aplicação de agrotóxicos em citros**. Piracicaba – SP. 2007. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: área de concentração Máquinas Agrícolas) – Universidade São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.
- VIANA, R.G. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais**. Viçosa – Minas Gerais. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- WOLF, R.E. *et al.* Comparison of drift for four drift reducing flat-fan nozzle types measured in a wind tunnel and evaluated using droplet scan software. **ASABE**, 2002, 7 p. ASAE Paper n. 02-1101.