

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MANEJO E CONSERVAÇÃO DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS NO SEMIÁRIDO**

MARIA JORGIANA FERREIRA DANTAS

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NA
CULTURA DO MAMÃO: REDUÇÃO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO
AMBIENTAL**

FORTALEZA - CE

2010

MARIA JORGIANA FERREIRA DANTAS

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NA CULTURA
DO MAMÃO: REDUÇÃO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido.

Orientador: Prof. Dr. Renildo Luiz Mion

FORTALEZA - CE

2010

MARIA JORGIANA FERREIRA DANTAS

AValiação de um sistema de aplicação de agrotóxicos na cultura
do mamão: redução do risco de contaminação ambiental

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renildo Luiz Mion (Orientador)
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti (Examinador)
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dr. Nilson Salvador (Examinador)
Universidade Federal de Lavras-UFLA

Aos meus pais:

*Raimundo Alves Dantas e Josefa Ferreira
de Oliveira, exemplos de amor,
honestidade, humildade e dedicação.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus;

Aos meus pais, por todo apoio e amor em mim depositados;

Aos irmãos Júlio, Jorge e Givaldo, que junto aos meus pais contribuíram, com enorme carinho, em todos os momentos;

A todos os familiares e amigos;

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Professor Renildo Luiz Mion, pela confiança e orientação durante todas as etapas desta dissertação;

Aos professores Carlos Alberto Viliotti e Nilson Salvador pela disponibilidade para participação na banca examinadora;

A Empresa Frutacor – Razão Social João Teixeira Júnior, pelo apoio à realização do trabalho de pesquisa;

Ao Banco do Nordeste - ETENE/FUNDECI, pelo auxílio financeiro para realização do projeto;

Ao João Paulo Cajazeira pela ajuda e disposição durante a realização do experimento;

Aos estudantes de agronomia (ajudantes) Moacir, Everton, Lineker, Gabriel e Diego pelo auxílio nos trabalhos de campo;

A todos os professores que fazem o Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, de modo especial, aqueles pelos quais tive oportunidade de compartilhar conhecimentos e experiências: José Carlos de Araújo, Marcos Esmeraldo, Claudivan Feitosa,

Luiz Alberto, Marcus Bezerra, Thales, Adunias Teixeira, Eunice, Omar Jesus Pereira, Luís Camboim e Albanise Barbosa Marinho;

Aos companheiros do departamento, por compartilharem comigo momentos importantes nas nossas vidas: Ana Paula, Joseilson, Amauri, Luizinho, Marcos Meireles, Mário Wiegand, Yuri, Hernandes, Bruno, Sávio, Kelly, Mário, Adrissa, Soneca, Haroldo, Ray, Rochele, Viviane, Cicero, Carlos Alexandre, Clayton Moura, Kleiton Rocha, Leila, Cley Anderson, Eveline, Fernando, Firmino, Débora, Carlos Henrique, Elivânia, Fabrícia e Susana;

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, pelo apoio e pela boa convivência de um modo especial a Aninha, Toinha, Maurício, Terezinha, Ivan, Willa e Maria Fátima;

Aos funcionários do Laboratório de Eletrônica e Máquinas Agrícolas (LEMA) Seu Zé Maria e Carlão;

Aos amigos irmãos e companheiros de estudo pela amizade constante *especialmente*: José Vidal de Figueiredo, Adriana Oliveira, Dirceu, Lobato, Helba, Eliomar Nogueira, Luiz Alves, Alan e Robstânia, pela paciência e atenção comigo sempre que precisei, pela compreensão em todos os momentos de convívio;

Com medo de não me lembrar de todos e de que estes agradecimentos ficassem maiores que o trabalho, agradeço a todos que direta ou indiretamente colaboraram com este momento de minha vida e contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desta pesquisa.

“Quando amamos e acreditamos do fundo de nossa alma, em algo, nos sentimos mais fortes que o mundo, e somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá nos vencer. Esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão certa, na hora exata e, quando atingimos nossos objetivos ficamos surpresos com nossa própria capacidade”.

Paulo Coelho

RESUMO

O mamoeiro é uma cultura de grande expressão agrícola e a utilização de agrotóxicos nas lavouras é uma preocupação constante dos produtores. O objetivo deste trabalho foi avaliar um sistema de aplicação de agrotóxicos na cultura do mamão (*Carica papaya L.*) no Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas, CE. As avaliações do espectro e da deriva de calda foram feitas através da análise digital de gotas. A análise da deposição e das perdas foram realizadas por meio do método da condutividade elétrica das soluções obtidas após a lavagem das folhas de mamão (alvos) e o perfil de distribuição de calda aplicada nas diferentes alturas da cultura foi analisado utilizando-se uma mesa vertical de ensaios de campo. O experimento foi realizado em um lote agrícola situado no município de Russas – CE, com as seguintes coordenadas geográficas latitude 4° 57' 44" S e longitude 23° 02' 40" W. Foram utilizados como plantas de mamão Formosa, com espaçamento de 3 m entre fileiras e 2,5 m entre plantas. As aplicações foram efetuadas com um conjunto de pulverização tratorizado, constituído por um trator e um pulverizador turboatomizador ARBUS 2000. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial (3x2) + 1: três tipos de ponta de pulverização JA-1, JA-5 (jato cônico vazio) e TVI (jato cônico vazio com indução de ar) com duas diferentes pressões de trabalho (402 kPa e 1402 kPa) e a aplicação realizada pelo produtor, ponta J5-2 com pressão de 666 kPa (testemunha). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias discriminadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade empregando-se o software estatístico SAEG 9.0. Os resultados mostraram que, a ponta JA-1 com uma pressão de 1.402 kPa apresentou maior potencial de deriva e perdas de calda de 17% nas duas pressões analisadas. A ponta TVI com pressão de 402 kPa apresentou o menor potencial para deriva e perdas de 8,53 e 10,43% nas pressões de 1.402 e 402 kPa respectivamente. A ponta JA-5 nas duas pressões de trabalho testadas, apresentou valores médios de perdas de calda de 6%. As maiores perdas foram verificadas com a aplicação realizada pelo produtor com valores de 20,16%. Para as alturas estudadas a maior deriva foi nas alturas de 2,0; 2,5 e 4,0 m do que nas de 3,0 e 3,5 m. O aumento da pressão de pulverização aumentou a deriva, recomenda-se que para redução das perdas em uma aplicação utilizem-se pressões menores. A mesa vertical de ensaios de campo para aferição do equipamento de aplicação de agrotóxicos, mostrou-se eficiente. No geral todas as pulverizações depositaram menos calda nas regiões superiores da cultura do mamoeiro. Verificaram-se grandes perdas de agrotóxicos para o solo em todos os tratamentos aplicados. Há necessidade de se estudar em futuros trabalhos, a mesa vertical desenvolvida, para ajustar configurações dos bicos às condições específicas da cultura do mamoeiro, como também estudos referente às melhorias nos equipamentos de pulverização utilizados e desenvolvimento de novas técnicas para aplicação de agrotóxicos na cultura do mamão.

Palavras-chave: Pontas de pulverização. Deposição. Tecnologia de Aplicação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate a pesticide application in papaya crop in the irrigated area in Russas, Ceará, Brazil. Evaluations of the spectrum and spray drift were made by digital analysis of drops. The analysis of the deposition and losses were made by the method of electrical conductivity of the solutions obtained after washing the leaves of papaya (*Carica papaya L.*). The distribution profile of solution applied at different height of the crop was analyzed using a vertical spray patternator in a field test. The experiment was conducted in an agricultural plot in the municipality of Russas - CE, with the following geographic coordinates: latitude 4° 57' 44" S and longitude 23° 02' 40" W. Were used as targets of the application system plants of papaya, spaced 3 m between rows and 2.5 m between plants. The applications were made with a set of tractor sprayer, comprising a tractor MF 275 mark and an air assisted spray ARBUS 2000. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in a factorial (3x2) + 1: Three types of nozzles JA-1, JA-5 (hollow cone) and TVI (hollow cone air induction) with two different working pressures (402 kPa and 1,402 kPa) and the application made by the farmer, J5-2 at a pressure of 666 kPa (control). The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey's test at 5% probability, employing the statistical software SAEG 9.0. The results showed that the nozzle of JA-1 with a pressure of 1402 kPa had a higher drift and loss of syrup of 17% in the two pressures studied. Nozzle TVI with pressure of 402 kPa had the lowest potential of drift and losses of 8.53 and 10.43% at pressures of 1402 kPa and 402 respectively. The tip of JA-5 in two working pressures tested, showed mean losses of solution of 6%. The greatest losses were observed with the application system used by the farmer that showed losses of 20.16%. The leeway were higher in the heights of 2.0, 2.5 and 4.0 m than 3.0 and 3.5 m. It was observed that the increased in pressure resulted in higher values of drift. So, it is recommended the use of lower pressures to reduce losses during application of chemicals. The vertical table used in a field tests showed to be efficient to measuring the profile of the applied chemicals. In general, all sprays deposited less syrup in the upper regions of papaya and there were large losses of pesticides to the soil in all treatments. It is need the development of future works related to the vertical table for filed tests, aiming to adjust the nozzle settings to the specific conditions of the papaya crop, as well as studies related to improvements in spray equipment and the development of new techniques for applying pesticides in this crop.

Keywords: Spray nozzles. Deposition. Technology Application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização da área em estudo	37
Figura 2 Conjunto de pulverização tratorizado utilizado	38
Figura 3 Pontas de pulverização hidráulica de jato cônico vazio utilizadas nos tratamentos	39
Figura 4 Posicionamento dos alvos artificiais nas distintas partes da planta de mamão	39
Figura 5 Torres de madeira com os papéis hidrossensíveis	40
Figura 6 Papel hidrossensível colado na torre de madeira após a aplicação da calda	41
Figura 7 Início da aplicação de calda na cultura do mamão	41
Figura 8 Cultivar de mamão utilizada	54
Figura 9 Conjunto de pulverização tratorizado utilizado	55
Figura 10 Pontas de pulverização jato cônico vazio utilizadas	56
Figura 11 Conjunto folha de mamão, saco plástico e água destilada	58
Figura 12 Determinação da Condutividade Elétrica das soluções	58
Figura 13 Perdas de calda na cultura do mamão em função da ponta e pressão de trabalho utilizadas	63
Figura 14 Vista frontal do coletor de gotas (1- Mesa vertical, 2- estrutura de ferro, 3- lamela de plástico, 4- funil de zinco)	72
Figura 15 Cultivar de mamão utilizada no experimento	73
Figura 16 Conjunto de pulverização tratorizado utilizado	74
Figura 17 Pontas de pulverização jato cônico vazio utilizadas no experimento	74
Figura 18 Mesa vertical para ensaios de campo instalada a uma distância de 1,20 m do sistema de pulverização	75
Figura 19 Calibração do manômetro do equipamento com manômetro padrão	77
Figura 20 Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica JA-1 com pressão de 402 e 1.402 kPa	78
Figura 21 Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica JA-5 com pressão de 402 e 1.402 kPa	79
Figura 22 Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica TVI com pressão de 402 e 1.402 kPa	80
Figura 23 Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica J5-2 com pressão de 666 kPa	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMV), diâmetro mediano numérico (DMN), densidade de gotas (DG) e diâmetro médio (Dmed) em função das pontas e pressões de trabalho	43
Tabela 2 Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMV), nas diferentes alturas em função das alturas e tratamento aplicado	45
Tabela 3 Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMN), nas diferentes alturas em função das alturas e tratamento aplicado	46
Tabela 4 Descrição dos tratamentos em função do tipo de ponta, pressão de trabalho, vazão, volume de calda e DMV	56
Tabela 5 Médias dos depósitos de calda aplicada na folha da cultura do mamão (ml.cm ⁻²) em função do tipo de ponta e pressão de trabalho utilizadas	61
Tabelas 6 Médias das perdas de calda aplicada na cultura do mamão (%) em função do tipo de ponta e pressão de trabalho utilizadas	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PIF - Sistema de Produção Integrada de Frutas	16
IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas	17
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	17
PIB - Produto Interno Bruto	17
FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação	17
ECO - 92 - Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e o Meio Ambiente	18
IPECE - Instituto de Pesquisas Econômicas do Ceará	20
INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial	21
MAPA - Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento	21
DOU - Diário Oficial da União	23
DMV - Diâmetro Mediano Volumétrico	26
DMN - Diâmetro Mediano Numérico	40
DG - Densidade de gotas	40
Dmed - Diâmetro médio	40
SAEG 9.0 - Sistema para Análises Estatísticas	40
LEMA - Laboratório de Eletrônica e Máquinas Agrícolas	71
NEMASA - Núcleo de Estudos de Máquinas Agrícolas do Semiárido	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Fruticultura	17
2.2	Cultura do Mamão	19
2.3	Produção Integrada de Frutas – PIF	21
2.4	Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos	23
2.5	Avaliação do sistema de pulverização	27
2.6	Contaminação Ambiental	30

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DO ESPECTRO DE GOTAS E DERIVA DE CALDA APLICADA NA CULTURA DO MAMÃO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO E PONTA DE PULVERIZAÇÃO

	RESUMO	33
	ABSTRACT	34
1	INTRODUÇÃO	35
2	MATERIAL E MÉTODOS	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4	CONCLUSÕES	48

CAPÍTULO 2

DEPÓSITO E PERDAS DE CALDA DE UM SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO COM TURBOATOMIZADOR NA CULTURA DO MAMÃO

	RESUMO	49
	ABSTRAT	50
1	INTRODUÇÃO	51
2	MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1	Etapas	57
2.1.1	Estimativa do depósito de calda nas folhas	57
2.1.2	Cálculo da área foliar	57
2.1.3	Elaboração da equação para estimativa do depósito de calda nas folhas	57
2.1.4	Coleta e processamento das folhas após a aplicação dos tratamentos	59
2.1.5	Cálculo do volume de calda nas folhas	59
2.1.6	Estimativa das perdas	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4	CONCLUSÕES	65

CAPÍTULO 3

DISTRIBUIÇÃO VOLUMÉTRICA DE CALDA NA CULTURA DO MAMOEIRO POR DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E PRESSÕES DE TRABALHO

RESUMO	66
ABSTRACT	67
1 INTRODUÇÃO	68
2 MATERIAL E MÉTODOS	71
2.1 Coletor de gotas	71
2.2 Ensaio de campo	73
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4 CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

A procura constante por alternativas para a exploração agrícola e sua diversificação tem consagrado à fruticultura como uma ótima opção de atividade econômica, com grande capacidade de geração de emprego e renda, e por isso apresenta significativa importância social. A fruticultura brasileira apresentou um grande avanço nos últimos anos, devido principalmente a disponibilização de condições edafo-climáticas favoráveis, como também a grande disponibilidade de área agricultável, o que permite a atração e instalação de agroindústrias.

O Nordeste brasileiro apresenta grande potencial para produção de fruteiras tropicais entre as quais se destaca o mamoeiro (*Carica papaya L.*), entretanto, existem fatores limitantes na sua produção nessa região, especificamente no semi-árido, entre as quais se enfatiza a escassez e a irregularidade pluviométrica. Assim a utilização de práticas de irrigação é indispensável à sustentabilidade do setor surgindo como uma excelente opção para ajudar a superar o problema sócio-econômico causado pela estiagem, gerando renda e emprego para a população.

Nesse contexto, a cultura do mamão, considerada uma frutífera de grande expressão agrícola e uma das poucas plantas capaz de produzir durante todo o ano, representa uma das atividades de elevada importância econômica. No entanto, essa cultura requer um grande consumo de agrotóxicos, sendo isso necessário para o controle de pragas e doenças que são os principais fatores limitantes da cultura do mamoeiro no Brasil acarretando em perdas econômicas severas na produção.

Para combater essas limitações fazem-se necessário o uso de alternativas como os programas de controle químico das doenças e pragas agrícolas realizadas através do uso de agrotóxicos. Em alguns casos esses produtos são usados de forma indiscriminada sem haver preocupação com os impactos ambientais e com a saúde humana, isso se deve, principalmente, à falta de metodologias adequadas, pois as quantidades utilizadas de produtos normalmente são muito maiores do que as necessárias para o controle efetivo do problema.

O consumo de agrotóxicos tem influência nos custos operacionais, por esse motivo o seu uso adequado e o conhecimento da tecnologia de aplicação é uma preocupação cada vez mais constante dos produtores agrícolas que vem enfatizando a necessidade de procurar tecnologia sofisticada que permita a redução desses custos.

Com o surgimento da demanda por sustentabilidade na agricultura, fomentado pelos movimentos ambientalistas pela preservação dos recursos naturais e por produtos saudáveis “ambientalmente corretos” a adoção do Sistema de Produção Integrada de Frutas - PIF evoluiu em curto espaço de tempo, absorvendo muitas áreas existentes em países tradicionais de produção de frutas visando obter ao final, processos ecologicamente e socialmente mais seguros, frutas de melhor qualidade, pressupondo a utilização racional e a busca de metodologias que permitem uma melhor escolha dos agrotóxicos.

A manipulação dos agrotóxicos desperta um interesse especial juntamente com verificações das técnicas de aplicação dos mesmos que podem aumentar a eficiência da aplicação. Uma seleção racional das tecnologias, junto com manutenção e calibração adequadas dos pulverizadores, resulta na redução de perdas e o risco de contaminação.

As pontas de pulverização são componentes essenciais no sucesso da aplicação de produtos líquidos, elas determinam a cobertura da aplicação, além de controlar a quantidade e a uniformidade da aplicação. Portanto, a escolha e o uso adequado desses componentes constituem passos importantes para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de agrotóxicos.

É notório que as inovações tecnológicas nem sempre foram acompanhadas de estudos científicos sobre os efeitos adversos dos agrotóxicos no meio ambiente e na saúde humana. Ainda não há fundamentação científica que sustente níveis seguros da presença de desses produtos no meio ambiente e no corpo humano. Desta forma é absolutamente necessário melhorar e adaptar todos os processos de aplicação dos agrotóxicos aos interesses da produtividade e da sustentabilidade ambiental.

Face ao exposto, reconhecendo os efeitos negativos da contaminação por agrotóxicos, este trabalho teve como objetivos:

- Avaliar um sistema de aplicação de agrotóxicos na cultura do mamão no perímetro irrigado Tabuleiro de Russas no município de Russas – CE;
- Avaliar o espectro de gotas do sistema de pulverização;
- Avaliar a deriva de calda pulverizada no mamoeiro com pontas de jato cônico vazio em diferentes pressões de trabalho;
- Avaliar a deposição e as perdas de calda aplicadas no mamoeiro;
- Analisar o perfil de distribuição de calda aplicada nas diferentes alturas da cultura do mamão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fruticultura

A fruticultura brasileira vem, ao longo dos anos, participando mais ativamente do mercado internacional aumentando sua participação na economia do País. Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas – IBRAF, em 2005 a fruticultura nacional movimentou US\$ 5,8 milhões somente com produtos frescos e US\$ 12,2 bilhões quando são considerados todos os derivados das frutas. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a fruticultura brasileira representa algo em torno de 11,5% do Produto Interno Bruto - PIB agrícola e 0,625% do PIB nacional.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, perdendo apenas para a China e a Índia, atualmente ocupa o 15º lugar nas exportações, devido a um expressivo consumo interno. Em 2007, o país exportou 918 mil toneladas, 14% mais que em 2006. O setor de fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional. Os índices de produtividade e os resultados comerciais obtidos nas últimas safras são fatores que demonstram não apenas a vitalidade, como também, o potencial desse segmento produtivo (BRASIL, 2009).

Por ser uma atividade com elevado efeito multiplicador de renda, a fruticultura possui uma força suficiente para dinamizar economias locais estagnadas e com poucas alternativas de desenvolvimento. O cenário, do ponto de vista do mercado, é favorável e revela uma perspectiva animadora de crescimento de demanda por frutas nos mercados interno e externo. As estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO indicam que tanto o consumo mundial *per capita* de frutas como o consumo brasileiro continuarão crescendo, nos próximos anos, com taxas superiores à da economia mundial e doméstica (BRASIL, 2009).

Contudo, a plena realização do potencial produtivo e social da fruticultura brasileira depende de uma melhor organização do setor, da modernização da comercialização e de incentivos para a inovação tecnológica e agregação de valor. Oliveira (2005) destaca que

a identificação e melhor compreensão dos obstáculos que limitam o desenvolvimento da fruticultura no Brasil é um passo relevante de grande importância tanto para a definição e afinamento de políticas públicas de fomento como para a conscientização e tomada de decisão dos fruticultores e empresas que atuam no setor.

Em praticamente todos os países desenvolvidos produtores de frutíferas, existem políticas públicas dirigidas especificamente para as várias cadeias produtivas desse setor. Tais políticas adotam abordagem sistêmica e integrada e têm como foco central estimular a interação entre os agentes econômicos e sociais que compõem a cadeia e atuam em particular junto aos agentes e elos que determinam a dinâmica do segmento (PINHEIRO, 2007).

Buainain e Batalha (2007) descrevem que o potencial brasileiro na área de fruticultura, pode levar a uma ampliação de participação do mercado internacional e que os produtores do setor passaram a investir em um sistema de cultivo de frutas de alto padrão de qualidade e sanidade que é a Produção Integrada de Frutas.

A implantação da PIF permite a gestão ambiental das atividades agrárias de forma sustentável, estabelecendo normas que assegurem uma cuidadosa utilização dos recursos naturais, minimizando o uso de agrotóxicos e insumos na exploração (BRASIL, 2009).

De acordo com Andrigueto e Kososki (2005), o cenário mercadológico internacional de frutas sinaliza que cada vez mais será valorizado o aspecto qualitativo e o respeito ao meio ambiente na produção de qualquer produto. Os principais países importadores e as principais frutas exportadas pelo Brasil mostram a grande potencialidade de mercado ainda existentes nesse setor, tendo em vista, principalmente, o aperfeiçoamento dos mercados, a mudança de hábitos alimentares e a necessidade de alimentos seguros.

No entanto, no Brasil como em vários países, o agronegócio tem gerado impactos ambientais preocupantes. A agricultura foi apontada como a principal forma difusa de poluição pela Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e o Meio Ambiente (ECO-92), realizada no Rio de Janeiro (FUNASA, 2006).

Segundo Tavanti *et al.* (2009) alguns dos principais fatores sempre citados como perturbadores do meio ambiente no cenário agrícola são a ineficiência energética e os impactos decorrentes da erosão e a salinização dos solos, a poluição das águas e dos solos por fertilizantes e agrotóxicos, a contaminação do homem do campo e dos alimentos, o desflorestamento, entre outros.

2.2 Cultura do Mamão

O mamoeiro (*Carica papaya L.*) pertencente à família Caricaceae, originária da América Tropical, encontra-se distribuído em vários países tropicais e subtropicais, em latitudes que variam de 30°N a 32°S, em todas as regiões que lhes são ecologicamente favoráveis, com clima quente, pluviosidade abundante, solos ricos e bem drenados. Nessas condições apresenta ciclo semiperene, com pico de produção entre três a cinco anos, sendo uma das poucas plantas frutíferas com capacidade de produzir o ano inteiro. A cultura do mamoeiro possui elevada expressão econômica e se caracteriza como de grande importância social, já que gera emprego durante todo o ano e absorve mão de obra de forma continuada (MURAYAMA, 1986 *apud* RAMOS *et al.*, 2008).

A cultura do mamão tem sido cultivada em mais de cinquenta países sendo os três maiores produtores mundiais, em ordem decrescente: Brasil, México e Malásia sendo o Brasil o maior produtor mundial de mamão com 24,0% do total mundial e o terceiro maior exportador. Dentre os frutos tropicais produzidos no Brasil, o mamão encontra-se listado na pauta de exportações, com uma tendência de crescimento no mercado futuro das frutas tropicais (COELHO FILHO; COELHO, 2007).

Na última década, o cultivo mundial de mamão registrou acréscimo, tanto na produção, quanto na área colhida. Em 1995 a produção mundial foi de 4.556.497 toneladas, numa área colhida de 269.851 ha, enquanto que, no ano de 2005 a produção foi de 6.810.727 toneladas em uma área colhida de 387.467 ha, representando um incremento de 49,5% na produção e cerca de 43,6% na área colhida (TODA FRUTA, 2009).

De acordo com dados da FAO, a produção de mamão em 2006 representou um recorde nacional, com 1.897.639 toneladas e um incremento de 20,6% em relação a 2005. A área colhida somou 36.650 ha; e o rendimento médio, 51.777 kg/ha (BRASIL, 2009).

Dados do IBGE (2009) mostram que no Brasil foram plantados 34.973 ha de mamão em 2007, produzindo cerca de 1.650 mil toneladas, o cultivo do mamoeiro destina-se basicamente para a produção de frutos visando seu consumo como fruta fresca, tanto no mercado nacional como no internacional. De acordo com dados do AGRIANUAL (2009) com os consideráveis incrementos das exportações nacionais, a produção brasileira destinada à exportação reflete pouco mais de 2% do total produzido.

O Nordeste brasileiro apresenta grande potencial para produção de fruteiras tropicais, entre as quais se destaca o mamoeiro, sendo responsável por 73,1% da área plantada nacional, com 29.000 ha e colheita anual de 1,14 milhões de toneladas. Os principais estados produtores são Bahia, Espírito Santo, Paraíba, Ceará, Pará e Rio Grande do Norte (LEITÃO *et al.*, 2009).

De acordo com Oliveira e Anjos, (2008) o estado da Bahia é o primeiro produtor nacional, com uma produção de 914.679 toneladas de mamão, 48,2% do total nacional. A produção baiana cresceu 25,8% em relação a 2005. No estado, estão 13 dos 20 municípios maiores produtores de mamão. No ano de 2008, a região do extremo sul do estado teve destaque na produção do mamão (Havaí e Formosa) surgindo como a mais importante exploração frutícola com área plantada de 12.703 ha, o que corresponde a 78,37% da área cultivada com mamão no Estado. O faturamento da cultura foi de R\$ 312,3 milhões em 2008, 20,92% superior em relação ao de 2007 (IBGE, 2009).

Estudo realizado pelo Instituto Pesquisas Econômicas do Ceará - IPECE (2009), mostrou que o crescimento da economia cearense é resultado do desempenho positivo do setor agropecuário. Em 2008, esse setor apresentou um crescimento de 24,59 % quando comparado a 2007. A produção de frutas vem apresentando bons resultados, dado a prática de uma agricultura diferente da tradicional, introduzindo tecnologia na produção de culturas como o mamão, banana e abacaxi.

A cultura do mamão no Estado do Ceará atualmente ocupa uma área de 1.008 ha, com produção de 29.300 toneladas, projetando uma renda com valores aproximados de R\$ 6.690,00. Com relação à mão de obra a cultura do mamão emprega diretamente 848 e indiretamente 2.120 pessoas. O governo do estado vem incentivando o uso de novas tecnologias e infra-estrutura para a fruticultura, o que projeta um aumento considerável em especial a cultura do mamão (IBGE, 2009).

Segundo o Boletim do Agronegócio (2009) a área colhida e a produção cearense apresentaram uma tendência crescente, com taxas anuais médias de crescimento superiores a 15%. A produção em 2007 foi de 79.556 toneladas e em 2008 de 100.674 toneladas. A área colhida em 2007 foi de 1.817 ha, e em 2008 de 2.150 ha. Essa relação mostra que o estado está agregando mais valor ao seu produto.

2.3 Produção Integrada de Frutas – PIF

Produção Integrada de Frutas é um sistema de produção econômico e de avaliação da conformidade desenvolvido pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) em conjunto com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que objetiva produzir frutas de maior qualidade, através de metodologias que permitem uma melhor escolha dos agrotóxicos, substituir as práticas convencionais onerosas por um processo que possibilite a diminuição dos custos de produção, melhoria da qualidade do produto, redução dos danos ambientais e aumento do grau de credibilidade e confiabilidade do consumidor em relação às frutas brasileiras (INMETRO, 2009).

A preocupação com a questão do uso de agrotóxicos tem crescido no meio científico, estudos desenvolvidos em várias regiões do mundo mostram o quanto esses agentes químicos são impactantes na saúde ambiental. Segundo Dores e De-Lamonica-Freire (2001) a qualidade do meio ambiente deve ser tratada a partir das variáveis ambiental e econômica. A melhoria da qualidade ambiental está intimamente ligada ao desenvolvimento de processos econômicos ecologicamente sustentáveis, que são aqueles a partir da utilização dos recursos renováveis (solo, plantas e animais) respeitando seus limites de renovação e de recomposição.

Andrigueto e Kososki (2005), afirmam que no caso das inovações na gestão da produção, relacionadas à difusão de ferramentas modernas de gerenciamento, cabe destaque para a Produção Integrada de Frutas, dada a importância dos problemas fitossanitários para a competitividade das frutas. A implantação da PIF permite a gestão ambiental das atividades agrárias de forma sustentável, estabelecendo normas que assegurem uma cuidadosa utilização dos recursos naturais, minimizando o uso de agrotóxicos e insumos na exploração.

Esse sistema tem base nas normas da série ISO 14001, o qual possibilita ainda a aplicação da norma ISO 9001, no que se refere ao acompanhamento da cadeia produtiva e da pós-colheita orientados à produção de produtos agrícolas de qualidade internacional, que atendam as necessidades e exigências do consumidor final. O sistema propõe um conjunto de boas práticas agrícolas a serem estabelecidas em normas e procedimentos (PINHEIRO, 2007).

Oliveira (2005) destaca que esse conjunto de inovações pode ser considerado como o grande responsável pelo bom desempenho dos custos de produção e, portanto, da competitividade das frutas brasileiras, uma vez que outros fatores exerceram forte pressão em especial o custo dos insumos.

Azevedo e Monteiro (2000) informam que a partir da década de 1980, houve um gradativo incremento na demanda por sustentabilidade da agricultura, fomentado pelos movimentos ambientalistas de preservação dos recursos naturais e pela demanda por produtos saudáveis e “ambientalmente corretos”.

Harder (2007) menciona que o Brasil vem vivenciando um momento extremamente favorável no que se refere à produção e oferta de alimentos; ao mesmo tempo, percebe-se um movimento voluntário das cadeias produtivas agropecuárias na busca de qualificar os seus produtos, fato que pode representar o diferencial competitivo do Brasil frente à constantes barreiras impostas pelos principais clientes e a garantia da oferta de alimentos com qualidade, saudáveis e seguros para a sociedade brasileira.

A produção integrada tem por princípio, desde sua concepção, a visão sistêmica, inicialmente no manejo integrado de pragas, evoluindo para a integração de processos em toda a cadeia produtiva. Portanto, sua implantação deve ser vista de forma holística, estruturada sob quatro pilares de sustentação: organização da base produtiva, sustentabilidade do sistema, monitoramento dos processos e informação e banco de dados, componentes que interligam e consolidam os demais processos (PINHEIRO, 2007).

Preceituados pela produção integrada, os procedimentos e as boas práticas agrícolas adotados têm que ser vistos com base no rol de exigências dos mercados importadores, rigorosos em requisitos de qualidade e sustentabilidade, enfatizando sempre proteção do meio ambiente, alimento seguro, condições de trabalho, saúde humana e viabilidade econômica (LIMA *et al.*, 2001).

De acordo com Oliveira (2005) com a consolidação do ideal de desenvolvimento sustentável, para que uma atividade, empresa ou país seja considerado bem sucedido, é necessário que ele seja mais do que economicamente viável. É preciso também haver justiça social e respeito aos recursos ambientais, sendo necessário tomar as medidas de manejo cabíveis para preservar a qualidade dos recursos naturais.

A adoção do Sistema PIF evoluiu em curto espaço de tempo, tomando conta de muitas áreas existentes em países tradicionais de produção de frutas. Pinheiro (2007) cita que uma das ações prioritárias da PIF no Brasil consiste em um sistema de produção orientada e

de livre adesão por parte dos produtores e das empacotadoras, e pode ser utilizada como ferramenta para concorrer nos mercados nacional e internacional.

Pinheiro (2007) afirma que o Brasil possui seu marco legal da produção integrada, composto de diretrizes gerais e normas técnicas gerais para a produção integrada de frutas, regulamentadas por intermédio da Instrução Normativa N° 20, de 20/09/2001, publicada no Diário Oficial da União – DOU, no dia 15 de outubro de 2001.

A partir de março de 2003 o Ministério da Agricultura baixou um ato de instrução Normativa SARC N°. 004, sobre normas técnicas para a produção integrada de mamão, em que os produtores deverão atender a estas normas para receber este certificado (HARDER, 2007).

É importante salientar que para receber a certificação os produtores devem participar de treinamentos, destacando a regulagem e aferição de máquinas aplicadoras de produtos agrícolas, operação e manutenção de máquinas agrícolas, aplicação de agrotóxicos, equipamentos de proteção individual, armazenamento e embalagem de agrotóxicos.

2.4 Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos

Tecnologia de aplicação tem como definição todos os conhecimentos utilizados na atividade de pulverização e que são necessários para que ela seja eficaz, visando a colocação do produto ativo no alvo sem contaminação, de forma econômica e em quantidade suficiente (MATUO, 1990). A abordagem dos aspectos básicos, direcionados às técnicas de aplicação se faz necessária para a construção de uma sólida base de conhecimentos. A partir dessa base as demais discussões são possíveis e mais produtivas.

Terra (2006) afirma que para se obter sucesso no cenário agrícola se faz necessário reduzir os custos e produzir de forma sustentável. Neste aspecto, a tecnologia de aplicação tem sido de grande auxílio quando se trata da aplicação de agrotóxicos, uma vez que, na sua maioria, são realizadas através de pulverizações.

De acordo com Balastreire (1990) a pulverização é um processo mecânico de geração de um grande número de pequenas partículas (gotas) de uma calda (mistura, suspensão ou diluição) de uma formulação comercial de produto químico em um líquido colocada no tanque da máquina (pulverizador).

Aplicação de agrotóxicos é definida como o processo de se colocar o produto químico no alvo, para isso, existem diferentes técnicas e as baseadas na pulverização hidráulica são as mais difundidas, devido à flexibilidade que oferecem em diferentes situações, através do pulverizador, equipamento capaz de produzir gotas, em função de uma determinada pressão exercida sobre a calda (SILVA, 2004).

O sucesso de uma aplicação agrícola somente é efetivado quando se consegue atingir o alvo com a menor contaminação do ambiente possível, o que é obtido utilizando-se da técnica adequada de pulverização baseada em diversas variáveis tais como: classe de tamanho de gotas, alvo da aplicação, cobertura do alvo, tipo de produtos utilizados, deriva, efeito das condições meteorológicas sobre as gotas, pontas hidráulicas, volume pulverizado, dentre outros (PEREIRA, 2006; TACHIBANA, 2004).

Segundo Tokura (2006), uma pulverização eficiente e eficaz fica condicionada ao momento de sua realização e a influência dos fatores meteorológicos, biológicos e agrônômicos. Muitas vezes as pulverizações podem produzir o efeito desejado, porém de forma ineficiente, porque não se utilizou a melhor técnica disponível ou o melhor equipamento de aplicação, que determina o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo na obtenção dos mesmos resultados.

As pontas são componentes essenciais no sucesso da aplicação de produtos líquidos, juntamente com as peneiras elas fazem parte dos componentes do bico. Nos bicos, o líquido sob pressão (fonte de energia potencial para a formação das gotas) passa pelo filtro e por fim pelo orifício da ponta, produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas (MATUO *et al.*, 2005).

Existe no mercado uma variedade de pontas hidráulicas com diferentes especificações e usos definidos (CUNHA; RUAS, 2006). Quanto à forma do jato e distribuição, as pontas se dividem em pontas de jato cônico, com orifício e deposição circular e de jato plano com orifício em forma de fenda originando jato em forma de leque e com deposição linear (MATUO *et al.*, 2005). Segundo Christofletti (1992), as pontas de jato cônico foram amplamente utilizadas devido a sua formação de gotas menores de maior potencial de penetração.

As pontas hidráulicas de jato cone vazio, de acordo com Debortoli (2008) trabalham em pressões mais elevadas e tendem a produzir gotas de menor diâmetro ficando mais susceptível à deriva, causando risco à saúde humana e ao meio-ambiente. Recentemente, lançou-se no mercado uma variável desta ponta com indução de ar que gera gotas de maior

diâmetro, com isto, reduziu-se o risco de deriva, no entanto, a cobertura ficou comprometida (AGROTEC, 2007; CUNHA, 2003).

O uso de pontas de pulverização com a tecnologia de indução de ar tem aumentado entre os produtores rurais, em função da possibilidade de realizar aplicações em condições climáticas menos propícias e a necessidade de altas velocidades de deslocamento do conjunto trator-pulverizador (DELMOND; REIS, 2007).

A combinação de tipo de ponta e pressão de trabalho determina o tamanho de gotas aplicadas, que afeta ambos a cobertura do dossel da planta e o potencial de deriva da gota. Com relação à pressão de trabalho estabelecida pelos fabricantes, Matuo *et al.* (2005) fazem uma ressalva dizendo que o aumento da pressão acima da recomendada, não leva necessariamente as gotas a uma distância maior, podendo acontecer o inverso, ou seja, aumentando a pressão, haverá a diminuição do tamanho das gotas, as quais terão pouco peso e a distância percorrida pelas mesmas diminuirá, não importando a força com que sejam lançadas.

A eficiência da pulverização é afetada pela forma, tamanho e posição do alvo; densidade, diâmetro e velocidade de gota e pela velocidade e direção do fluxo de ar que envolve o alvo. As gotas muito grandes, pelo seu peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo, já no caso de gotas muito pequenas, geralmente ocorre boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar ocorrendo assim o fenômeno da deriva. (TEIXEIRA, 1997 *apud* BALAN, 2005).

Segundo Ozmeri e Cilingir (1992), para aferir a eficiência de uma pulverização primeiro é necessário determinar características como diâmetro médio das gotas, espectro de gotas, densidade de gotas e grau de cobertura da pulverização. Saber o quanto do produto químico atinge a planta é muito importante, mas somente isto não responde se o controle esperado ocorrerá.

O espectro de gotas é fundamental para tecnologia de aplicação e varia de acordo com a ponta de pulverização, embora as de jato tipo cone sejam recomendadas para aplicações de fungicidas, elas produzem espectro de gotas muito finas, que são muito propensas à deriva (MATTHEWS, 1992 *apud* MENEGHETTI, 2006).

Para caracterizar o tamanho de gotas utilizam-se os conceitos de diâmetro mediano volumétrico (DMV), que de acordo Christofolletti (1992) é o diâmetro de gota que divide a massa de gotas da amostra analisada em duas partes, de forma que a soma dos volumes das gotas de diâmetro menor que o DMV é igual a soma dos volumes das gotas de

diâmetro maior que o DMV, e diâmetro mediano numérico (DMN) definido como o diâmetro de gota que divide a massa de gotas em duas partes, sendo que 50% das gotas (em número) tem diâmetro maior que o DMN e 50% (em número) tem diâmetro menor que o DMN. Silva (2004) afirma que a relação entre estes fatores fornece um bom parâmetro para se analisar a homogeneidade do espectro de gotas produzidas.

Vários fatores influenciam nas perdas de produtos aplicados nas culturas, podendo ser por escorrimento ou deriva. Exemplos de desperdícios têm sido relatados em diversos trabalhos científicos, como por exemplo, Graham-Bryce (1977), citado por Fernandes (2008) em uma revisão sobre agrotóxicos, observou que somente entre 0,02% e 30% dos ingredientes ativos aplicados são efetivamente utilizados, sendo o restante desperdiçado. Chaim; Valarine; Pio (2000) estudando perdas nas aplicações em pulverização constataram que estas podem ultrapassar 70%, totalizando perdas de mais de um terço do volume pulverizado.

Pessoa e Chaim (1999) ao estudarem a deposição de herbicidas em arroz irrigado, constataram perdas de 50%, Chaim *et al.* (1999) observaram que, dependendo do porte das plantas, as perdas de agrotóxicos na cultura do feijão permaneceram entre 49 a 88%, e na cultura do tomate, entre 44 e 71%.

Em culturas de porte arbustivo, como a videira, as perdas de agrotóxicos para solo variaram entre 35 e 49% (Pergher *et al.*, 1997). Em tomate estaqueado, Chaim; Maia; Pessoa (1999) detectaram que a porcentagem de agrotóxico depositado nas plantas variou entre 24 e 41%. As perdas no solo ficaram entre 20 e 39%, e cerca de 30 a 45% perdeu-se provavelmente por evaporação ou deriva.

A evaporação está relacionada com o tamanho de gotas produzidas e a condições meteorológicas como temperatura e umidade relativa do ar. Em uma mesma condição, gotas menores apresentam maior facilidade de evaporação e de deriva do que gotas maiores (CUNHA, 2003). Vários pesquisadores consideram que gotas menores que 250 μm são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (CUNHA 2008; MURPHY *et al.*, 2000; SUMNER, 1997; WOLF; FROHBERG, 2002). Gotas com diâmetro acima de 500 μm têm pouco problema de deriva e gotas abaixo de 50 μm , em geral, evaporam antes de atingir o solo.

Avaliando estratégias para redução da deriva Cunha *et al.* (2003), verificaram que independente da pressão de trabalho para uma mesma ponta de pulverização a adição de um adjuvante aumentou o DMV e reduziu a amplitude relativa de gotas pulverizadas. A porcentagem do volume pulverizado composto por gotas de tamanho menor que 150 μm

também foi reduzida. A mesma situação foi observada quando foi comparado pontas de jato plano comum com pontas antideriva.

Os mesmos autores destacam a possibilidade do uso alternativo de pontas de jato plano, em substituição as de jato cônico vazio, por trabalharem em pressões menores, geralmente entre 100 e 400 kPa e gerarem gotas relativamente maiores. No entanto, essas pontas, geralmente, proporcionam pior cobertura do alvo e menor penetração do jato pulverizado no dossel da planta.

O controle da deriva é dever de todo produtor visto que, além de representar uma fonte considerável de prejuízos, é a responsável pela contaminação do trabalhador e do ambiente (RAMOS, 2001). Cunha (2008) propõe que para se fazer um controle efetivo da deriva, é necessário, conhecer alguns dos princípios básicos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Vários são os fatores não controláveis nesse processo, entretanto, vários são também aqueles passíveis de serem adequados, para que as perdas se situem dentro de um mínimo aceitável, sem interferir na eficiência dos produtos utilizados.

Faggion (2002) alerta que em uma pulverização, deve-se levar em consideração a importância das diversas interações entre alvo a ser atingido, tipo de gotas desejadas, equipamento disponível, orientação e posicionamento dos bicos, tipo de ponta, velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar, estabilidade e modo de ação do produto, tempo e custo da aplicação.

Portanto, é notório que, estudos sejam realizados para o aprimoramento de pulverizações, e conseqüente redução do risco de contaminação do operador e do meio ambiente, norteando e desafiando os estudos voltados à tecnologia de aplicação.

2.5 Avaliação do sistema de pulverização

A simples prática de pulverizar uma cultura com um defensivo químico, por si só, não pode ser considerada como racional, pois as quantidades utilizadas de produtos químicos normalmente são muito maiores do que as necessárias para o controle efetivo do problema (GRAHAM-BRYCE, 1977, *apud* PESSOA; CHAIM 1999).

Salyani (1988), afirma que a aplicação de agrotóxicos é o mais ineficiente processo industrial em uso no mundo porque somente de 1 a 3% do produto aplicado chega ao

alvo e contribui para o controle de pragas e doenças, por isso, é importante dominar a técnica utilizada para diminuir o desperdício do produto químico utilizado e diminuir a contaminação do meio ambiente.

Conhecer a melhor técnica de aplicação é fator decisivo para medidas fitossanitárias eficazes, conforme Irla (1990) não basta escolher o produto apropriado e o pulverizar no momento propício, mas igualmente estudar a forma de aplicação eficaz. As diferenças importantes podem ser observadas nas características e no projeto destas ferramentas.

Para determinar o teste padrão vertical da distribuição, ou a quantidade depositada pelo pulverizador em várias alturas, diversos métodos foram propostos, incluindo: método fluido da separação por meio do separador lamelar do pulverizador (ADE; VENTURI, 1994), o método da absorção (BALSARI; TAMAGNONE, 1995), placas retangulares (PERGHER; GUBIANI, 1997), o nivelamento líquido de medição e a distribuição de ar (PORSKAMP *et al.*, 1993).

Estes métodos são muito eficazes em verificar o líquido aplicado, com os valores que variam entre 47% e 90% para um separador lamelar (ADE; VENTURI, 1994) e entre 77% e 96% para a versão de absorção (BALSARI; TAMAGNONE, 1995), mas a maioria destes sistemas são de alto custo, difíceis de manusear, e quase impossível de serem usados ao ar livre, o que dificulta os testes de campo para calibração de pulverizadores com ventiladores.

O uso de uma mesa vertical para avaliar o procedimento da calibração de pulverizadores em aplicações na cultura da videira permite a redução considerável na quantidade total de agrotóxicos aplicados por área (GIL, 2003).

Pergher *et al.* (2002) estudaram uma mesa vertical para ajustar configurações dos bicos às condições específicas da aplicação da cultura. Baseado nestes resultados, os autores concluíram que a mesa vertical pode ser usada para prever os depósitos finais do pulverizador nos dosséis da videira.

Farooq e Landers (2004) usaram uma mesa vertical para medir os depósitos de gotas do pulverizador em diferentes alturas. Encontraram que o melhor ajuste foi de 72% do pulverizador que estava regulado para a altura do dossel. Os testes similares com os pulverizadores típicos de fazendas, encontrando somente 25% do pulverizador na zona do dossel.

A ponta de pulverização segundo Souza (2006) é o principal componente do pulverizador sendo responsável pela vazão, distribuição da calda e pela formação de gotas. A

sua escolha não é tarefa fácil e pode-se considerar um dos passos mais importantes da regulação de pulverizadores.

Christofolletti (1992) acentua que a definição de qual ponta utilizar no momento da pulverização é função do modo de ação do produto, das condições climáticas e da situação do alvo e classifica as gotas quanto ao diâmetro médio que elas apresentam, estas se classificam em aerossol ($15\mu\text{m}$), nuvem ($30\mu\text{m}$), névoa ($100\mu\text{m}$), garoa ($200\mu\text{m}$) e chuva leve ($500\mu\text{m}$).

Segundo Faggion (2002) o tamanho médio das gotas determina a sua densidade, a qual é expressa pelo número de gotas por unidade de área, correspondendo à quantidade de produto ativo depositado sobre o alvo. Christofolletti, (1992) assinala que com a redução do diâmetro das gotas, aumenta-se a densidade destas e conseqüentemente maior será a probabilidade de haver problemas com deriva e evaporação, sendo esta última diretamente relacionada com a temperatura e umidade do ar.

Em pesquisas que envolvem tecnologia de aplicação de produtos, as avaliações dos depósitos de calda são utilizadas como instrumento para desenvolver e melhorar as técnicas de aplicação (SOUZA, 2006). Rodrigues (2006) afirma que o método mais representativo para entender os diversos aspectos relacionados à pulverização de produtos é a avaliação dos depósitos da calda aplicada em alvos naturais ou artificiais.

A determinação das perdas ou do produto não depositado no alvo pretendido também é uma avaliação importante dos sistemas de pulverização, sendo comumente utilizada. É comum e adequada a associação da avaliação da deposição com a avaliação das perdas. Os trabalhos de Abi Saab (1996, 2000), Holownicki *et al.* (2002) e Balan (2005) são alguns exemplos destas avaliações conjuntas.

A combinação dos métodos de avaliação da deposição, e conseqüentes perdas, utilizando a determinação da condutividade elétrica das soluções de lavagem de alvos e da cobertura utilizando traçante fluorescente, foi utilizada com sucesso nos trabalhos de Abi Saab (1996, 2000), Antuniassi *et al.* (1996) e Balan (2005).

2.6 Contaminação Ambiental

Segundo o Decreto 4074/2002 (BRASIL, 2002), os agrotóxicos são “produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento”.

De acordo com Esquerdo (2002) os agrotóxicos constituem grande parte do custo total dos insumos utilizados na produção agrícola: 56% na soja, 52% para o algodão e 35% para o feijão e o milho. Palladini (1992) assinala que além de reduzir a lucratividade, o alto consumo de tais produtos vem causando contaminações ao meio ambiente, quando estes são utilizados de maneira indiscriminada, o que vem provocando pressões da sociedade para que cada vez menos agrotóxicos sejam aplicados nas lavouras de forma a possibilitar uma agricultura menos poluidora e produtos mais saudáveis.

A agricultura, além de ser a maior consumidora dos recursos hídricos, em decorrência da ineficiência de sua distribuição e aplicação, é também uma das maiores fontes da poluição. Os resíduos agrícolas que retornam aos cursos d'água superficiais ou subterrâneos apresentam grandes quantidades de sais, nutrientes e de agrotóxicos, contribuindo para a deterioração da qualidade da água (QUININO *et al.*, 2000).

O modelo de produção agrícola, baseado na utilização de agrotóxicos para aumento da produtividade rural, foi capaz de atender as crescentes necessidades alimentares da população. Porém, só recentemente, houve a formação de uma consciência científica sobre as possíveis conseqüências do uso indiscriminado desses produtos na agricultura. Com isso, levantou-se a hipótese de que sua utilização, em certos casos, poderia gerar impactos à saúde humana e ao meio ambiente, maiores do que os benefícios associados aos seus ganhos de produtividade (PESSOA, *et al.*, 2006).

A agricultura tem sido competente para frustrar, com a ampliação da produtividade, antigos prognósticos de fome por falta de alimentos. No entanto, nota-se que o

impacto ambiental causado por esta atividade vem ocupando, nos últimos anos, vastos espaços na mídia, porém, com pouco impacto na opinião pública. Moreira *et al.* (2002) avaliaram o impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola e concluíram que a sociedade tem consciência da importância da preservação do meio ambiente, da forma como a sua adequada gestão pode melhorar qualidade de vida e como um ambiente adequadamente gerido, pode repercutir-se favoravelmente.

Os autores supracitados verificaram também que velhos hábitos e/ou mesmo uma formação educacional não voltada para a necessidade de preservação do meio ambiente tem feito com que a grande maioria da população, apesar de reconhecer essa necessidade, não está disposta a "pagar o preço" da inevitável mudança de hábitos e comportamentos, para inserção em uma sociedade onde o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental sejam as prioridades.

Reis (2002) afirma que o crescimento rápido e indiscriminado do consumo de agrotóxicos se transformou em fonte de danos dramáticos à saúde e à própria vida dos trabalhadores. Além da contaminação quase generalizada dos alimentos consumidos pela população, eles se transformaram em um dos principais veículos da poluição dos recursos hídricos, contaminando os rios, lagos e o lençol freático.

Desde o início de seu desenvolvimento, a produção agrícola está diretamente relacionada com a aplicação de agrotóxicos usados para controlar as pragas que atacam os produtos agrícolas, prejudicando as colheitas (PESSOA *et al.*, 2006). Apesar de apresentarem papel de fundamental importância dentro do sistema de produção agrícola vigente, os agrotóxicos têm sido alvos de crescente preocupação por parte dos diversos segmentos da sociedade, em virtude de seu potencial risco ao meio ambiente (BARCELLOS, 1998 *apud* CUNHA, 2003).

Vieira *et al.* (2006) cita que alguns dos produtos aplicados podem ser cancerígenos, mutagênicos, teratogênicos e mimetizadores de hormônios, sendo aplicados em grande quantidade, em áreas bastante extensas, possuindo grande persistência no meio ambiente. Gaspar *et al.* (2005) avaliando o risco de pesticidas aplicados no estado do Maranhão, constataram que o efeito e a magnitude decorrentes do uso de agrotóxicos no ambiente dependem basicamente dos processos de transferência e transformações que ocorrem em cada compartimento do sistema solo-água-planta-atmosfera.

A deriva e o escoamento da calda pulverizada são fontes difusas de disseminação descontrolada dos agrotóxicos no ambiente, conduzindo à poluição do solo e da água (superficial e subterrânea) podendo ocorrer durante e após a aplicação e a limpeza do

equipamento ou através da eliminação descontrolada, ilegal dos agrotóxicos e ou de seus recipientes, que pode ser minimizada por controles e por boas práticas da aplicação (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Pinheiro (2007) cita alguns dos impactos desses produtos ao meio ambiente tais como: lixiviação para os rios e mares, atingir espécies de animais benéficas que estejam na área aplicada ou nas proximidades da plantação, contato do trabalhador com o agrotóxico gerando insalubridade, risco de contaminação do consumidor aos resíduos de agrotóxicos que permanecem nas frutas, entre outros.

Os métodos de aplicação de agrotóxicos podem ser de varias maneiras, a aplicação por via líquida é o método predominante, nesse tipo de aplicação a calda é aplicada na forma de gotas através da pulverização (RODRIGUES, 2006). Christofolletti (1999) descreve que a partir da aplicação da calda, a distribuição do produto no meio ambiente pode ocorrer através do atraso ou impedimento da chegada ao alvo, desvio de rota, erro do alvo, entre outros. O ajuste correto do pulverizador pode ser considerado o primeiro passo para o sucesso da ação do agrotóxico e a redução do seu impacto indesejável no ambiente. Qualquer quantidade de agrotóxico que não atinja o alvo não terá o efeito desejado e representará uma forma de perda e uma fonte de contaminação ambiental (CABRAL; RIGHETTTO; QUEIROZ, 2009).

Com o objetivo de aumentar a produtividade das lavouras, o uso de agrotóxicos tornou-se prática generalizada na agricultura brasileira. Apesar disso, pouco se sabe sobre o destino desses compostos em solos representativos do Brasil (CABRERA; COSTA; PRIMEL, 2008). Com relação aos vários processos que ocorrem com os pesticidas nos solos, Ribeiro *et al.* (2007) afirmam que a sorção é determinante do destino dos compostos no ambiente do solo.

De acordo com Bortoluzzi *et al.* (2006) o termo sorção de pesticidas em solos refere-se ao processo geral de retenção dos compostos na fase sólida, sem distinção entre adsorção, absorção e precipitação. Ongley (2000) relata que a aplicação de inseticidas no solo constitui prática muito comum na agricultura brasileira, depois de aplicados no solo, os inseticidas ficam sujeitos aos processos de adsorção nos colóides do solo, absorção pelas raízes, degradação, lixiviação, etc.

De forma geral os impactos negativos na natureza decorrentes do uso indevido de agrotóxicos ocorrem desde o processo de manipulação, aplicação até o destino final das embalagens dos produtos. Estes, por sua vez, afetam diretamente as espécies não alvo do sistema de aplicação podendo impactar o meio ambiente e o homem de várias formas.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DO ESPECTRO DE GOTAS E DERIVA DE CALDA APLICADA NA CULTURA DO MAMÃO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO E PONTA DE PULVERIZAÇÃO

RESUMO

O mamoeiro é uma cultura de grande expressão agrícola e a utilização de agrotóxicos nas lavouras é uma preocupação constante dos produtores. As pontas de pulverização são um dos componentes mais importantes no processo de aplicação de agrotóxicos, sendo a deriva um dos maiores problemas da agricultura. Este trabalho estudou o espectro de gotas e a deriva de calda aplicada na cultura do mamão em função da pressão e ponta de pulverização, no perímetro irrigado Tabuleiro de Russas – CE. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 04 repetições em esquema fatorial (3x2) + 1: três tipos de ponta de pulverização JA-1, JA-5 (jato cônico vazio) e TVI (jato cônico vazio com indução de ar) com duas diferentes pressões de trabalho (402 kPa e 1402 kPa) e a aplicação realizada pelo produtor, ponta J5-2 com pressão de 666 kPa (testemunha). Para análise da deriva empregou-se uma distribuição prática de papéis hidrosensíveis em torres de madeira em cinco alturas em relação ao solo (2; 2,5; 3; 3,5 e 4 m). As gotas formadas nos alvos foram analisadas através do software e-Sprinkle e os dados submetidos à análise de variância com médias discriminadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade através do SAEG 9.0. Todos os tratamentos aplicados mostraram grande potencial de deriva. A ponta JA-1 com pressão de 1.402 kPa apresentou maior potencial de deriva e a TVI com pressão de 402 kPa o menor potencial para esse fenômeno. Nas alturas estudadas a deriva foi maior nas extremidades (2; 2,5 e 4 m) do que nas intermediárias (3,0 e 3,5 m), já que nessas alturas situa-se a parte do dossel da cultura do mamão.

Palavras-chave - Tecnologia de aplicação. Agrotóxicos. Tamanho de gotas.

EVALUATION OF DRIFT OF SPRAY APPLIED IN THE CULTURE OF PAPAYA DEPENDING ON THE PRESSURE AND SPRAY NOZZLES

ABSTRACT

Papaya is a crop of great agricultural expression in the use of pesticides on crops is a constant concern. The spray nozzles are the main component in the pesticide application. Drift is a main problem in agriculture. This work studied the drift in each spray applied in the papaya crop at function of pressure and nozzle. Study was carried in the Irrigated Perimeter Board of Russas - CE. It was used the completely randomized design with 04 replications in a factorial (7x5): seven treatments (nozzle hollow cone JA-1, JA-5 and TVI, with 02 pressure: 402 kPa and 1,402 kPa and the control tip-J5 2 pressure of 666 kPa) and five heights above the ground (2, 2.5, 3, 3.5 and 4 m). It was used a practice distribution of roles in hidrosensíveis in form of wooden towers. The drops were analyzed using the software e-Sprinkle, and the data were submitted to analysis of variance with means broken down by the Tukey test at 5% probability. It was used the software SAEG 9.0. Results showed that all treatments had great potential for drift and the tip of JA-1 with a pressure of 1,402 kPa presented a higher potential. The TVI pressure of 402 kPa was the lowest potential for this phenomenon. The methodology used to study the drift was adequate. On the heights studied, the drift was greater in the ends (2, 2.5 and 4 m) than in the intermediate (3.0 and 3.5 m), as in this heights it is situated the part of the canopy in papaya crop.

Key words - Application technology. Pesticides. Droplet size.

1 INTRODUÇÃO

A busca constante por novas formas de exploração agrícola e sua diversificação tem consagrado a fruticultura como uma excelente opção de atividade econômica, com grande capacidade de geração de emprego e renda para a população.

O Brasil apresentou grande avanço nos últimos anos no setor agrícola devido principalmente a disponibilização de condições edafo-climáticas favoráveis. A região Nordeste do país aliada ao surgimento da fruticultura irrigada oferece grande potencial para produção de fruteiras tropicais, nesse contexto insere-se o mamoeiro (*Carica papaya L.*), considerado uma cultura de grande expressão agrícola sendo uma das poucas plantas frutíferas capazes de produzir durante todo o ano, representando uma das atividades de elevada importância econômica.

A cultura do mamão apresenta grande importância social, gerando emprego o ano inteiro e tem se constituído em uma importante fonte de divisas para o país, onde, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, nos últimos dez anos, as exportações de mamão aumentaram aproximadamente cinco vezes, passando de US\$ 7,2 milhões, em 1998, para US\$ 34,4 milhões, em 2007, nesse período, o volume exportado saltou de 9.878 para 32.060 toneladas.

Os problemas de pragas e doenças são os principais fatores limitantes dessa cultura no Brasil acarretando perdas econômicas severas na produção. A utilização de agrotóxicos nas lavouras é uma preocupação constante de agricultores e técnicos, tendo em vista a possibilidade de contaminação do aplicador, consumidor, meio ambiente e alto custo dos produtos e aplicações (RAMOS *et al.*, 2008).

Dentre as diferentes técnicas de aplicação de agrotóxicos disponíveis, as que se baseiam na pulverização hidráulica, são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em distintas situações (TEIXEIRA, 2008).

As pontas de pulverização são componentes essenciais no sucesso da aplicação de produtos fitossanitários líquidos, de acordo com Butzen *et al.* (2005) elas determinam a cobertura da aplicação, além de controlar a quantidade e a uniformidade da aplicação. Com relação à pressão de trabalho estabelecida pelos fabricantes, Matuo *et al.* (2005), fazem uma advertência, expondo que o aumento da pressão acima da recomendada, não leva obrigatoriamente as gotas a uma distância maior, podendo acontecer o contrário, isto é,

umentando a pressão, ocorrerá a diminuição do tamanho das gotas, as quais terão menor peso e mais favoráveis de se perderem por deriva.

De acordo com Balan (2005) as condições locais de aplicação influenciam o espectro das gotas pulverizadas, Cunha *et al.* (2005) confirmam que o espectro de gotas é fundamental para tecnologia de aplicação e varia de acordo com a ponta de pulverização, as pontas do tipo cônico vazio, trabalham em pressões mais elevadas e tendem a produzir gotas com menor diâmetro, por serem muito finas suas gotas são muito propensas à deriva causando maior contaminação ambiental.

Vários pesquisadores consideram que gotas menores que 250 μm são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (CUNHA, 2008; MURPHY *et al.*, 2000; PERGHER; GUBIANI; TONETTO, 1997). Gotas com diâmetro acima de 500 μm têm pouco problema de deriva e gotas abaixo de 50 μm , em geral, evaporam antes de atingir o solo.

Viana (2006) afirma que a escolha da ponta de pulverização a se utilizar, sua manutenção e conservação, o controle do tamanho de gotas, deriva e deposição das gotas geradas, são fatores essenciais para que se possa obter sucesso na aplicação de qualquer produto agrícola, causando danos mínimos ou nulos ao meio ambiente e ao próprio homem.

A deriva de agrotóxicos continua sendo um dos maiores problemas da agricultura moderna (SUMNER; SUMNER, 1999 *apud* CUNHA, 2008). Os obstáculos na trajetória das gotas produzidas de atingiram seu alvo estão relacionados, principalmente, ao seu tamanho e às condições ambientais.

O controle da deriva é dever de todo produtor visto que, o tamanho de gotas requerido para promover a cobertura necessária para cada situação pode ser obtido pelo ajuste das pontas de pulverização, assim, para um mesmo tipo de ponta, volume de aplicação e pressão de trabalho, pode-se obter densidades diferentes e, inclusive, substituí-las ao longo do trabalho para atender o comportamento das condições climáticas, garantindo a boa deposição sobre o alvo biológico (CUNHA, 2003).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o espectro de gotas e a deriva de calda pulverizada na cultura do mamão com diferentes pontas de pulverização de jato cônico vazio, em diferentes pressões de trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um lote agrícola situado no município de Russas – CE, pertencente à Empresa Frutacor, com as seguintes coordenadas geográficas latitude $4^{\circ} 57' 44''$ S e longitude $23^{\circ} 02' 40''$ W. Na Figura 1 está a localização da área em estudo.

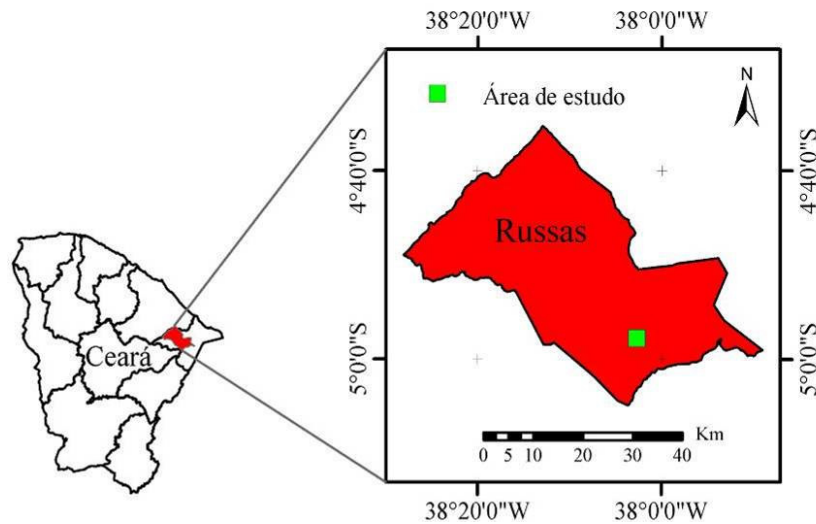


Figura 1 – Localização da área em estudo

Foram utilizadas como alvos do sistema de aplicação cultivares de mamão Formosa, com espaçamento de 3 m entre fileiras e 2,5 m entre plantas. As aplicações foram efetuadas com o conjunto de pulverização tratorizado (Figura 2), sendo um trator marca MF, modelo 275 e um pulverizador turboatomizador marca Jacto, modelo ARBUS 2000 composto por tanque de 2000 litros 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, manômetro, mangueiras e engates para vinte e quatro bicos com posição (ângulo) regulável.



Figura 2 - Conjunto de pulverização tratorizado utilizado

A calda foi composta da mistura de Nitrato de potássio 2% (granulado para adubação) e água. As aplicações foram executadas sempre pelo produtor com a intenção de manter o mínimo possível de variações na qualidade das aplicações. Antes da aplicação o pulverizador foi calibrado e testado. As aplicações foram efetuadas sem obstáculos de maneira que eventuais diferenças nos tratamentos não ocorressem.

O monitoramento das condições ambientais foi realizado utilizando um termo-higro-anemômetro luxímetro digital portátil modelo (Thal-300)¹, para verificar a temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento tomando-se o cuidado de efetuar a ordem de aplicação de forma contrária à predominância do vento.

Os tratamentos aplicados foram: três tipos de pontas de pulverização jato cônico vazio JA-1, JA-5 e TVI (com indução de ar) todas da marca Jacto® (Figura 3) com duas diferentes pressões de trabalho: 402 kPa e 1.402 kPa e a ponta J5-2 com pressão de 666 kPa aplicação utilizada pelo produtor que serviu como testemunha, totalizando 7 tratamentos.

As pontas são construídas em cerâmica, material esse de alta resistência ao desgaste. Madalosso (2007) descreve que as pontas de jato cônico, possuem um núcleo conhecido como difusor que serve para proporcionar movimento helicoidal ao jato líquido fazendo com que as gotas se concentrem somente na periferia do cone propiciando assim gotas de menor tamanho e, em consequência, maior risco potencial de serem arrastadas pelo vento. Schmidt (2006) acentua que as pontas com indução de ar possuem orifícios por onde o

¹ Deve-se lembrar que a citação de marcas comerciais não implica em recomendação de uso, além de serem de propriedade e responsabilidade dos respectivos fabricantes.

ar é succionado pela própria passagem do líquido, assim, ar e líquido se misturam e as gotas formadas são arremessadas contendo bolhas de ar.

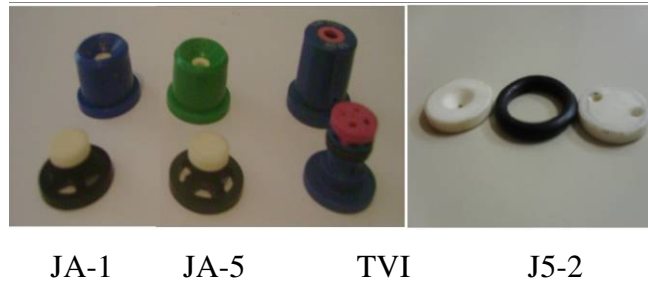


Figura 3 – Pontas de pulverização hidráulica de jato cônico vazio utilizadas como tratamentos

Para análise do espectro de gotas, utilizaram-se como alvos do sistema papéis hidrosensíveis distribuídos na planta, através da metodologia proposta por Derksen; Gray (1995), os papéis foram colados com fita adesiva (Figura 4) em locais específicos da cultura em estudo, os quais foram: solo, caule, fruto e folha. Sendo quatro (04) papéis em cada local, perfazendo um total de dezesseis (16) por planta. Foram utilizadas quatro parcelas, sendo que cada planta foi considerada uma parcela, totalizando sessenta e quatro (64) amostras por tratamento.



Figura 4 – Posicionamento dos alvos artificiais nas distintas partes da planta do mamão

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.

Em laboratório, foram feitas avaliação e quantificação dos alvos. Para isso, os papéis hidrosensíveis foram digitalizados por meio de um scanner (resolução espacial de 600 dpi) e analisados utilizando-se do programa computacional e-Sprinkle (versão 2004d), que é específico para essa finalidade. Empregou-se o módulo DropCap para a captura das gotas digitalizadas, e em seguida, determinaram-se os seguintes parâmetros: diâmetro mediano volumétrico (DMV) em μm , Diâmetro mediano numérico (DMN) em μm , Densidade de gotas (DG) em N/cm^2 e Diâmetro médio (Dmed) em μm .

Os dados do espectro de gotas de cada ponta foram avaliados considerando o delineamento experimental como inteiramente casualizado com quatro repetições e submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas empregando-se o programa estatístico SAEG 9.0 UFV.

Para a análise da deriva foram instaladas quatro torres de madeira por trás das plantas utilizadas como parcelas, cada torre distante 1,00 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, 2,5, 3, 3,5 e 4 m de altura, contabilizando 5 papéis por cada torre. A Figura 5 mostra como foram colocadas as torres e os papéis hidrosensíveis para a análise de deriva. Devido ao fato da umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento influenciarem na aplicação de defensivos, todos os tratamentos foram realizados em condições similares, evitando assim a influência dos fatores meteorológicos nos resultados.



Figura 5 - Torres de madeira com os papéis hidrosensíveis.

Empregou-se uma distribuição prática de papéis hidrossensíveis colados com fita adesiva nas torres de madeira e em seguida, aproximadamente 5 minutos após a aplicação, tempo requerido para a secagem dos alvos, os papéis hidrossensíveis foram retirados, e imediatamente armazenados em sacos de papel devidamente identificados e transportados para laboratório. As gotas formadas no papel (Figura 6) foram analisadas seguindo a metodologia descrita anteriormente.



Figura 6 - Papel hidrossensível colado na torre de madeira após a aplicação da calda

Foram avaliados nos alvos das torres os seguintes parâmetros: diâmetro mediano volumétrico - DMV (μm), Diâmetro mediano numérico - DMN (μm), Densidade de gotas - DG (N/cm^2) e Diâmetro médio de gotas - Dmed (μm). Na Figura 7 observa-se o início da aplicação.



Figura 7 - Início da aplicação de calda na cultura do mamão

Para a análise estatística da deriva foram calculadas as médias de cada parâmetro em cada tratamento para cada altura da torre. A partir desses dados foi realizado o exame estatístico considerando o modelo do delineamento inteiramente ao acaso com tratamentos dispostos no arranjo fatorial. Cada tratamento foi considerado um fator e cada altura considerada outro fator. 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 UFV.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados presentes na Tabela 1 mostram as médias dos parâmetros analisados nos papéis hidrosensíveis, para cada tratamento, nas diversas partes da planta.

A velocidade do vento no momento da aplicação foi em média de 0,9 m/s, a umidade relativa do ar estava em torno de 50%, e a temperatura média de 30°C. As condições climáticas ocorridas em campo durante as aplicações da calda foram, de forma geral, adequadas às aplicações. A velocidade do trator foi constante no momento da aplicação de 5,71 km/h.

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

Ponta	Pressão (kPa)	DMV (μm)	DMN (μm)	DG (N/cm^2)	Dmed (μm)
JA-1	402	195 ab	120 ab	126 b	126 a
	1402	138 b	118 b	271 a	122 a
JA-5	402	162 b	150 ab	45 bc	132 a
	1402	149 b	124 ab	77 bc	129 a
TVI	402	300 a	160 a	38 c	172 a
	1402	242 ab	139 ab	97 bc	168 a
J5-2	666	151 b	119 ab	122 bc	131 a

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

As pontas apresentaram espectro de gotas diferenciado, constataram-se diferenças significativas nos parâmetros analisados. Para o diâmetro mediano volumétrico verificou-se que a variação foi de 138 a 300 μm , sendo que a ponta JA-1 com uma pressão de 1.402 kPa a que apresentou a menor média (138 μm), entre os tratamentos analisados. Cunha e Teixeira (2001) afirmam que médias de DMV inferiores a 250 μm indicam risco potencial de deriva, que ocorre principalmente em virtude das gotas menores que 100 μm , entretanto, médias de DMV superiores a 500 μm acarretam problemas de escorrimento que ocorrem, comumente, com gotas de DMV maiores que 800 μm .

Conforme os autores supracitados as pontas de jato tipo cone apresentam gotas de menor tamanho possuindo um potencial de deriva alto, necessitando por isso, de estratégias

para sua redução. No entanto essas gotas proporcionam maior densidade sobre o alvo, para um mesmo volume de aplicação.

A ponta TVI com pressão de 402 kPa apresentou a maior média de DMV com valor de 300 μm . A utilização de pontas com indução de ar gera gotas grossas devido a seu sistema de indução de ar, conforme Faggion (2002) muitas dessas gotas possuem uma ou mais bolhas de ar. Sua utilização, portanto, deve ser muito criteriosa.

A forma de aplicação realizada pelo produtor utilizando a ponta J5-2 com uma pressão de trabalho de 666 kPa apresentou valor de DMV de 151 μm , não diferindo estatisticamente entre os demais tratamentos através do teste de Tukey ao nível 5 % de significância, exceto da TVI com pressão de 402 kPa.

Percebe-se que o incremento da pressão proporcionou uma diminuição no DMV 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), esse autor concluiu que para obter diminuições do tamanho das gotas, deve-se aumentar muito a pressão, o que nem sempre é desejável em virtude do desgaste do equipamento.

Com relação ao DMN, observou-se que para a pressão de 1.402 kPa a ponta JA-1 apresentou a menor média entre os tratamentos aplicados, trabalhando com essa mesma pressão as pontas JA-5 e TVI não apresentaram diferenças significativas entre si. Para a pressão de 402 kPa o tratamento constituído pela ponta de pulverização TVI apresentou DMN de 160 μm , constituindo a maior média entre os tratamentos, já a testemunha apresentou média que não diferiu estatisticamente dos tratamentos constituídos pela ponta JA-5 nas duas pressões analisadas. De acordo com a literatura este parâmetro, o DMN, só não tem muita importância, mas analisado em conjunto com o DMV propiciam uma melhor avaliação do espectro das gotas e da homogeneidade da população.

Para o parâmetro diâmetro médio (Dmed), verificou-se que ele segue a mesma tendência dos analisados anteriormente onde JA-1 com uma pressão de 1.402 kPa apresentou a menor média (122 μm) e TVI com pressão de 402 kPa apresentou a maior média (172 μm) as demais pontas, inclusive a testemunha não diferiram significadamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação à densidade de gotas (DG), 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 sendo os únicos tratamentos que diferiram dos demais. Nas pontas analisadas o aumento da pressão de trabalho provocou uma diminuição no tamanho das gotas e, conseqüentemente um aumento na densidade de gotas sobre o alvo. Resultados semelhantes

foram encontrados por Cunha *et al.* (2004) avaliaram pontas de pulverização de jato cônico vazio com pressões a partir de 400 kPa.

O tratamento considerado como testemunha seguiu a mesma tendência dos demais tratamentos. As pulverizações com pontas de jato cônico vazio conforme Christofolletti, (1992); Cunha, (2003), propiciam maior deposição de gotas fora da área considerada como alvo, além de produzirem grande número de gotas com diâmetro inferior a 100 μm , as quais são mais sujeitas à deriva. Essas mesmas pontas quando foram analisadas em folhagem densa, onde verificou-se que a folhagem impede a entrada das gotas e o movimento do ar ocasiona a suspensão das mesmas que, conseqüentemente, ficam mais sujeitas aos fenômenos climáticos.

A interpretação dos dados apresentados na Tabela 1 permite que seja estimado o potencial de deriva dos tratamentos aplicados. As pontas tipo jato cônico vazio são relativamente mais sujeitas a deriva independentemente da pressão de trabalho utilizada, todavia não existe um valor considerado padrão para indicar o quanto uma aplicação será segura ou indicar risco de deriva.

Ao se analisar os parâmetros em cada altura da torre, constataram-se que houve interação significativa entre altura e tratamento para os parâmetros DMV e DMN. Nas tabelas 2 e 3 estão presentes os resultados dessa interação significativa.

Tabela 2 - Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMV), nas diferentes alturas em função das alturas e tratamento aplicado

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
	1402	173,3 bcB	189,7 aB	383,6 bA	116,5 aB	116,5 bB
JA-5	402	200,8 bcA	234,3 aA	166,9 bA	152,7 aA	160,9 abA
	1402	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
	1402	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 a nível de 5% de probabilidade, segundo teste de Tukey.

Tabela 3 - Médias de diâmetro mediano volumétrico (DMN), nas diferentes alturas em função das alturas e tratamento aplicado

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
	1402	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
	1402	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
	1402	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 a nível de 5% de probabilidade, segundo teste de Tukey.

Pelos resultados expostos nas tabelas 2 e 3 pode-se verificar que os maiores valores de DMV foram encontrados nas alturas de 2 e 4 m, resultados semelhantes foram encontrados por Veliz (2007), ao estudar a deriva em citrus com diferentes alturas constatando que as maiores diferenças encontraram-se 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.

Verificou-se que com aumento da pressão do líquido na pulverização, ocorreu redução significativa do DMV para as pontas estudadas demonstrando que as perdas em uma aplicação podem ser reduzidas ao utilizar pressões menores. Essa constatação é corroborada por Bode *et al.* (1976), ao verificarem que a utilização de menores pressões reduziu a deriva de aplicações usando pontas de jato cônico ou plano. Christofolletti (1999) e Ozmeri (1992) também informaram 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 número de gotas com diâmetro inferior a 100 μm , as quais são mais sujeitas à deriva, além disso, a turbulência gerada por essas pontas, 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 delas, que ficam mais sujeitas aos fenômenos climáticos.

Christofolletti (1991) 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. Vários autores ao estudarem a redução da deriva concluíram que os fatores que mais influenciaram a intensidade da deriva foram as pontas de pulverização e a velocidade do vento.

4 CONCLUSÕES

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

A ponta TVI com pressão de 402 kPa apresentou o menor potencial de deriva.

A pulverização aplicada pelo produtor mostrou-se susceptível a deriva.

Para as alturas estudadas verificou-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), já que nas alturas intermediárias situa-se a parte do dossel da cultura do mamão.

O aumento da pressão de pulverização para as pontas estudadas, aumentou a deriva recomendando-se que para redução das perdas em uma aplicação podem ser utilizadas pressões menores.

CAPÍTULO 2

DEPÓSITO E PERDAS DE CALDA DE UM SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO COM TURBOATOMIZADOR NA CULTURA DO MAMÃO

RESUMO

A produtividade do mamoeiro enfrenta a limitação da ocorrência de pragas e doenças, para combater esse problema aplicam-se agrotóxicos tradicionalmente através de turbopulverizadores hidráulicos com grandes volumes de calda. A utilização desses produtos de forma inadequada vem acarretando uma série de impactos negativos ao meio ambiente entre os quais as perdas de produto e a conseqüente contaminação ambiental. Este trabalho teve como objetivo avaliar o depósito e as perdas de calda de um sistema de pulverização com turboatomizador na cultura do mamão. O experimento foi realizado em um lote agrícola situado no perímetro irrigado Tabuleiro de Russas – CE. A cultivar de mamão utilizada foi a Formosa, implantada com espaçamento de 3 m entre fileiras e 2,5 m entre plantas, com seis meses de idade. Utilizou-se um conjunto de pulverização tratorizado sendo um trator marca MF 275 Tda e pulverizador turboatomizador ARBUS 2000. Para a avaliação da deposição e das perdas, empregou-se o método de determinação da condutividade elétrica das soluções obtidas após a lavagem das folhas de mamão (alvos). O experimento foi desenvolvido com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas, no delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: três tipos de pontas JA-1, JA-5, TVI marca Jacto (jato cônico vazio), com duas diferentes pressões 402 kPa e 1.402 kPa, e a testemunha, aplicação realizada pelo produtor (ponta J5-2 com pressão de 666 kPa). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias discriminadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade empregando-se o software estatístico SAEG 9.0. A ponta JA-5 nas duas pressões de trabalho testadas, apresentou valores médios de perdas de 6%, a ponta TVI com indução de ar, apresentou perdas de 8,53 a 10,43%. Isso se deve provavelmente ao fato de que, por formar gotas grandes elas apresentam dificuldade de penetração no interior da copa das plantas acarretando em perdas para o meio ambiente através do escorrimento. Já a ponta JA-1 ao trabalhar nas pressões de 402 e 1.402 kPa apresentou perdas de 17%. As maiores perdas foram verificadas com a aplicação utilizada pelo produtor (ponta J5-2 com pressão de 666 kPa) com perdas de 20,16%. Os resultados obtidos mostraram que os maiores volumes de calda aplicados resultaram em maior depósito sobre as folhas. As metodologias utilizadas nas avaliações se mostraram adequadas aos propósitos do trabalho, demonstrando que existe necessidade de desenvolvimento de novas técnicas para aplicação de agrotóxicos na cultura do mamão.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação. Agrotóxicos. Deposição.

ABSTRAT

DEPOSITION AND SPRAY LOSSES IN AN AIR-ASSISTED SPRAYER SYSTEM IN PAPAYA

The productivity of papaya face the limitation of the occurrence of pests and diseases, to combat this problem apply pesticides by airblast traditionally with large hydraulic sprayers, the use of these products inappropriately has brought a series of negative impacts including the loss of product and the consequent contamination of the environment. This study aimed to evaluate the deposit and the loss of solution of a system for air assisted spraying in papaya crop, held in a farm lot located in the irrigated tray Russas, Ceará - Brazil. The papaya cultivar used was Taiwan, implanted with 3 m spacing between rows and 2.5 m between plants, with six months of age. We used a set of spray sprayer and a tractor MF 275 mark Tda and air assisted spray ARBUS 2000. For the evaluation of deposition and losses, it was used the method of determining the electrical conductivity of the solutions obtained after washing the leaves of papaya (targets). The experiment was conducted with seven treatments and four replications, totaling 28 plots in a completely randomized design. The treatments were: three types of nozzles JA-1, JA-5, Jet brand TVI (hollow cone) with two different pressures 402 kPa and 1,402 kPa, and the witness, application made by the producer (J5-2 tip with pressure 666 kPa). The data were subjected to analysis of variance and means Tukey's test at 5% probability of employing the statistical software SAEG 9.0. The tip of JA-5 in two working pressures tested, showed mean losses of 6%, to end TVI air induction, showed losses from 8.53 to 10.43%. This is probably due to the fact that, by forming large drops they have difficulty in entering the interior of the tree canopy resulting in losses to the environment through runoff. Since the tip JA-1 while working at pressures of 402 kPa and 1,402 showed losses of 17%. The greatest losses were observed with the application used by the producer (tip J5-2 at a pressure of 666 kPa) with losses of 20.16%. The results showed that the largest volumes of solution applied resulted in greater deposition on the leaves. The methods used in the assessments were adequate to the purposes of work, demonstrating that there is need to develop new techniques for applying pesticides in the cultivation of papaya.

Keywords: Application Technology. Pesticides. Deposition.

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma planta tropical, que encontra excelentes condições de desenvolvimento em várias regiões do Brasil. A participação brasileira na produção mundial dessa cultura é da ordem de 24%, com 1,6 milhões de toneladas de frutos apresentando um valor da produção estimado em R\$ 765 milhões (BRASIL, 2009). O aumento da produtividade brasileira fica em torno de apenas 55 ton de frutos por hectare enquanto em nível de campo alguns produtores têm conseguido produtividades superiores a 120 ton (IBGE, 2009).

Dentre os estados brasileiros com maior produção de mamão destaca-se a Bahia, responsável por 46% da produção nacional, Espírito Santo, com 40% e o estado do Ceará, com 5%. O estado do Ceará apresentou uma tendência crescente de área colhida e produção, entre 1999 e 2009, com taxas anuais médias de crescimento superiores a 15% (IBGE, 2009).

Entre os fatores que limitam a produtividade do mamoeiro destaca-se a ocorrência de pragas e doenças, uma alternativa para controlar esse problema é a aplicação de agrotóxicos, aplicados tradicionalmente com turbopulverizadores, dotados de bicos de pulverização. Embora neste caso, esses equipamentos se mostrem mais eficientes que outros, eles ainda necessitam de estudos que avaliem sua eficiência (RAMOS *et al.*, 2007).

Nos bicos, o líquido sob pressão (fonte de energia potencial para a formação das gotas) passa pelo filtro e pelo orifício das pontas de pulverização produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas (MATUO *et al.*, 2005).

Entre os componentes que fazem parte dos bicos a ponta é considerada o mais importante, a combinação do tipo de ponta e pressão de trabalho determina o tamanho de gotas aplicadas, que afeta tanto a cobertura do dossel da planta como o potencial de deriva da gota.

Para a aplicação em frutíferas as pontas mais utilizadas são as de jato cônico vazio, porém em virtude do seu espectro de gotas propiciar a deriva, tem-se tentado utilizar também as de jato plano. No entanto, este tipo de ponta pode comprometer a cobertura das plantas, em virtude de as gotas serem de maior tamanho (CUNHA, 2003).

Cunha *et al.* (2004) afirmam que gotas pequenas propiciam maior cobertura do alvo, condição essa desejada, porém são mais facilmente transportadas pelo vento causando ineficiência da aplicação e contaminação do meio ambiente.

Entre as variáveis importantes em uma aplicação de agrotóxicos pode-se destacar o volume de calda aplicado por unidade de área e a dosagem de produtos químicos. As aplicações com volume e dosagens fora da recomendação, aliados à falta de cuidados essenciais na aplicação tem corroborado para a crescente degradação ambiental e aumento das intoxicações ocupacionais um dos principais problemas de saúde pública no meio rural brasileiro (ESQUERDO, 2002).

Ramos (2000) cita que a utilização dos agrotóxicos de forma inadequada tem trazido uma série de conseqüências tanto para o ambiente como para a saúde do trabalhador e que de forma geral, essas conseqüências são condicionadas por fatores intrinsecamente relacionados, tais como o uso inadequado dessas substâncias, a alta toxicidade de certos produtos, a falta de utilização de equipamentos de proteção e a precariedade dos mecanismos de vigilância.

A simples prática de pulverizar uma cultura, por si só, não pode ser considerada como racional, pois as quantidades utilizadas de produtos químicos normalmente são muito maiores do que as necessárias para o controle efetivo do problema. As perdas nas aplicações em pulverização podem ultrapassar 70%, (CHAIM; VALARINI; PIO, 2000). Já outros autores constataram perdas entre 30% e 50% (BUISMAN *et al.*, 1989; PERGHER; GUBIANI; TONETTO, 1997; SALYANI; WHITNEY, 1988). É muito importante dominar a técnica utilizada para diminuir o desperdício do produto químico utilizado e diminuir a contaminação do meio ambiente.

É possível conseguir uma boa cobertura e redução das perdas através da diminuição do volume de calda aplicado, buscando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização. O uso de menor volume aumenta a capacidade operacional dos pulverizadores (CUNHA, 2003; SANTOS, 1998; SILVA 1999). Existe a necessidade de estudos que viabilizem e otimizem a redução do volume de aplicação nas pulverizações em diferentes culturas, para permitir a utilização de pontas e volumes de calda adequados, para a avaliação dos tratamentos fitossanitários, adota-se critério baseados na análise de distribuição do produto sobre a cultura.

A distribuição da calda nas várias partes da planta é um fator de extrema importância na avaliação da qualidade de uma aplicação. Na avaliação da efetividade dos métodos de aplicação, a quantificação dos depósitos de pulverização constitui-se em um dos meios mais rápidos e menos exigentes de recursos (BALAN, 2005). Muitos são os métodos utilizados para a avaliação da deposição da calda, tais como a colorimetria (OZMERI; CILINGER, 1992; SALYANI; WHITNEY, 1988), a espectrometria (CHAIM *et al.*, 1999;

DERKSEN; GRAY, 1995; GIL, 2000; PLANAS *et al.*, 1996), a fluorimetria (NORBDO, 1992; PERMIN *et al.*, 1992) e a determinação da condutividade elétrica de soluções como parâmetro de avaliação (ABI SAAB, 1996; 2000; ABI SAAB; ANTUNIASSI, 1997; ABI SAAB *et al.*, 2002; BALAN, 2005; FOX *et al.*, 1998; NOGUEIRA; ANTUNIASSI; VELINI, 1997; VELINI *et al.*, 1995;).

Este último processo apresenta grande versatilidade e precisão para a quantificação da calda depositada, Velini *et al.*, (1995), apresentaram as características de um sistema de quantificação da calda depositada em função da condutividade elétrica da solução de lavagem de alvos, permitindo em muitos casos, a utilização da própria folha das plantas para a amostragem, conforme exemplificado nos trabalhos de Abi Saab (1996; 2000); Balan (2005). Isso é importante porque nenhum alvo artificial representa melhor a folha do que ela mesma.

A determinação das perdas, entendida como a parcela do produto não depositada no local desejado da planta, é uma avaliação importante dos sistemas de pulverização, sendo comumente utilizada. Os trabalhos apresentados por Val *et al.* (1988) *apud* Balan (2005); Irla (1990) e Permin *et al.* (1992), avaliaram a penetração da calda pulverizada na planta, a associação da avaliação da deposição com a avaliação das perdas, é uma prática comum, os trabalhos de Abi Saab (1996; 2000); Holownicki *et al.* (2002) e Balan (2005), mostram essas avaliações conjuntas.

Mesmo reconhecendo a necessidade de geração de conhecimentos para resolver alguns problemas da aplicação de agrotóxicos, pode-se afirmar que já se dispõe de um conjunto de tecnologias capazes de contribuir para melhorar esse processo na produção do mamão.

O objetivo deste trabalho foi determinar o depósito e as perdas de calda de um sistema de aplicação com turboatomizador na cultura do mamão através do método da condutividade elétrica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em dezembro de 2008 em um lote agrícola situado no perímetro irrigado Tabuleiro de Russas – CE, pertencente à Empresa Frutacor, com as seguintes coordenadas geográficas latitude 4° 57' 44" S e longitude 23° 02' 40" W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSw'h' com os seguintes valores médios anuais: precipitação de 857,7 mm, bastante irregular; temperatura de 26 a 28,5°C; umidade relativa do ar 62%; insolação 3.030 horas ano⁻¹ (DNOCS, 2009).

A cultivar de mamão utilizada foi a Formosa, implantada com espaçamento de 3 m entre fileiras e 2,5 m entre plantas, com seis meses de idade (Figura 8).



Figura 8 - Plantas de mamão utilizadas

O conjunto de pulverização tratorizado utilizado (Figura 9) foi um trator marca MF 275 Tda e um pulverizador turboatomizador ARBUS 2000, sendo composto por tanque de 2000 litros 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, acionada pela tomada de potência do trator, manômetro, mangueiras e engates para 24 bicos com posição (ângulo) regulável.



Figura 9 - Conjunto de pulverização tratorizado utilizado

Para a realização deste trabalho, foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos: galões plásticos (50 L) para preparo da calda, sacos de plástico e de papel, papel hidrossensível, Nitrato de potássio, Condutivímetro, água destilada e deionizada, trena, régua plástica, arame, termo-higro-anemômetro, calculadoras, balanças e vidrarias em geral.

Utilizou-se neste trabalho, para a avaliação da deposição e das perdas, o método de determinação da condutividade elétrica das soluções obtidas após a lavagem das folhas de mamão (alvos). A calda utilizada foi composta da mistura de Nitrato de potássio (granulado para adubação) em água, nas seguintes proporções: 10 kg de Nitrato de Potássio em 1000 litros de água. Para a compreensão do comportamento dos tratamentos utilizados, fez-se a avaliação da deposição e da perda da calda aplicada na cultura.

A definição dos tratamentos foi baseada nas variações possíveis, a partir da praticada pelo produtor, que representa a maioria dos usuários dessa tecnologia de aplicação no perímetro irrigado Tabuleiro de Russas.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial $(3 \times 2) + 1$: três tipos de ponta de pulverização, construídas de material cerâmico, sendo: JA-1, JA-5 (jato cônico vazio) e TVI (jato cônico vazio com indução de ar) Jacto®, com duas diferentes pressões de trabalho (402 kPa e 1402 kPa) e a aplicação realizada pelo produtor, ponta J5-2 com pressão de 666 kPa (testemunha) em um total de sete tratamentos. Na Figura 10, são mostradas as pontas de pulverização hidráulica utilizadas.

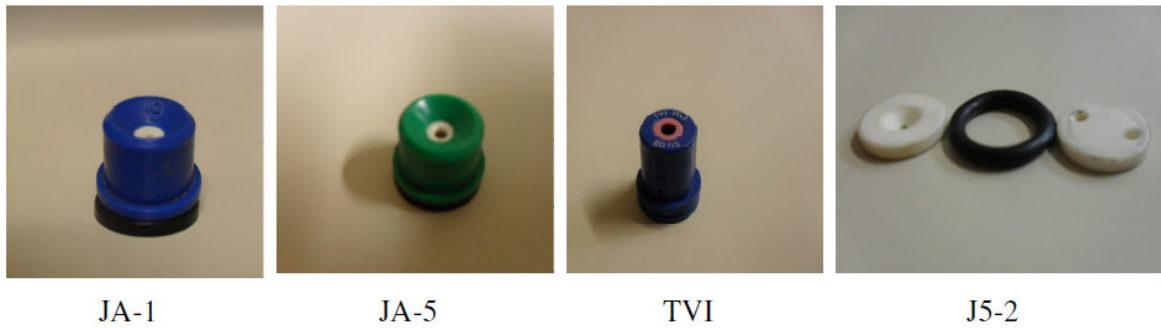


Figura 10 – Pontas de pulverização jato cônico vazio utilizadas

A partir desses dados foi realizado o exame estatístico considerando o modelo do delineamento inteiramente ao acaso, 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 UFV. Em cada parcela, foram coletados os dados relativos à temperatura e umidade relativa do ar. Tomando-se o cuidado de efetuar a ordem de aplicação nas parcelas de forma contrária à predominância do vento e a coletas de dados logo após a secagem da calda em cada aplicação.

Os valores médios de volume de calda ($L. ha^{-1}$), em cada tratamento, foram calculados em função da vazão e estão descritos na Tabela 4. Antes de cada aplicação, a vazão de calda foi quantificada, tomando-se como base o manômetro do equipamento, aferido com manômetro padrão, rotação de 540 rpm na tomada de potência do trator, mantendo-se o conjunto ativo fora da área de cada parcela. O DMV (μm) descrito na tabela 4 foi obtido analisando o espectro de gotas nas folhas do mamão.

Tabela 4 - Descrição dos tratamentos em função do tipo de ponta, pressão de trabalho, vazão, volume de calda e DMV

Ponta	Número de pontas	Pressão (kPa)	Vazão por ponta ($L.min^{-1}$)	Volume de calda ($L. ha^{-1}$)	DMV (μm)
JA-1	24	402	0,32	269,00	295,00 b
	24	1.402	0,54	462,35	233,00 b
JA-5	24	402	1,59	1.336,60	3.770,00 a
	24	1.402	2,86	2.311,73	930,00 b
TVI	24	402	1,44	1.210,51	1.309,00 b
	24	1.402	2,65	2.126,80	674,00 b
J5-2	24	666	2,05	1.723,29	291,00 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a avaliação das perdas e do depósito volumétrico da calda sobre as folhas, utilizou-se o método baseado na determinação da condutividade elétrica da calda pulverizada, sugerida inicialmente por Velini *et al.*, (1995), utilizada e descrita em detalhes por Abi Saab (1996; 2000); Abi Saab e Antuniassi (1997); Balan (2005); Balan *et al.* (2006; 2008).

2.1 Etapas

2.1.1 Estimativa do depósito de calda nas folhas

Para a avaliação das perdas e do depósito volumétrico da calda sobre as folhas utilizou-se uma metodologia baseada na determinação da condutividade elétrica da solução pulverizada, sugerida por Velini *et al.* (1995); Abi Saab (1996; 2000). Optou-se por esta metodologia devido ao fato de sua simplicidade e comprovada sensibilidade e, por considerar-se que nenhum alvo artificial possibilitaria uma reprodução absolutamente fiel das próprias folhas que são usadas diretamente como alvo no sistema proposto. A seguir descreve-se detalhadamente a utilização desta metodologia.

2.1.2 Cálculo da área foliar

Determinou-se a área de 50 folhas da cultura em estudo através do método direto de medida de área foliar por imagens digitais capturadas por máquina fotográfica, sendo estas imagens posteriormente processadas no software de classificação de imagens ENVI 4.0 calculando assim a área de cada folha. Adami *et al.* (2007), estudaram formas de determinar as reais áreas foliares através deste método e concluíram que a precisão é similar ao medido em um aparelho integrador de área foliar além de apresentar as vantagens de menor custo e portabilidade para uso no campo.

2.1.3 Elaboração da equação para estimativa do depósito de calda nas folhas

Em laboratório utilizando vidrarias específicas (Figura 12), volumes conhecidos de calda foram depositados sobre as folhas, após a deposição, cada folha foi colocada em um saco plástico, onde foram introduzidos 200 ml de água destilada deionizada. O conjunto folha,

saco plástico e água (Figura 11) foi agitado durante um (01) minuto e imediatamente depois foi medida a condutividade elétrica da solução obtida.



Figura 11 – Conjunto folha de mamão, saco plástico e água destilada



Figura 12 – Determinação da Condutividade Elétrica das soluções

Avaliou-se nas mesmas condições a condutividade elétrica da solução de lavagem de folhas sem a calda e dos sacos plásticos sem as folhas, complementando os dados necessários para a elaboração da equação. Com esses dados, determinou-se uma equação que

correlaciona volume de calda depositado sobre as folhas, condutividade da solução de lavagem e área foliar.

$$D_{tf} = 0,032 C_s + 0,015 A_f - 33,226 \quad (r^2 = 0,8994) \quad (1)$$

Em que:

D_{tf} = depósito total de calda estimado sobre a folha (ml)

C_s = condutividade elétrica da solução de lavagem da folha ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

A_f = área calculada da folha (cm^2)

2.1.4 Coleta e processamento das folhas após a aplicação dos tratamentos

Em campo após aproximadamente 20 minutos da aplicação dos tratamentos, tempo de secagem da calda, foram coletadas três folhas por tratamento (totalizando 28 folhas), sendo que cada folha foi imediatamente colocada em um saco de plástico com identificação, estas folhas foram encaminhadas para laboratório onde passaram pelo mesmo processo de lavagem, cálculo da área foliar e determinação da condutividade elétrica das soluções obtidas pela lavagem.

2.1.5 Cálculo do volume de calda nas folhas

Os dados de condutividade foram aplicados à Equação 1, fornecendo valores estimados do volume total de calda depositado em cada folha amostrada. Os valores obtidos na Equação 1 foram aplicados a Equação 2, fornecendo o depósito estimado de calda por cm^2 de folha. Para cada condição de aplicação foi calculada a média do volume de calda nas 21 folhas amostradas.

$$V_{cf} = D_{tf}/A_f \quad (2)$$

Em que:

Vcf = volume de calda depositado sobre a folha (ml/cm²)

Dtf = depósito total de calda estimado sobre a folha (ml)

Af = área estimada da folha (cm²)

2.1.6 Estimativa das perdas

Em cada tratamento avaliado, a estimativa das perdas (volume não depositado nas folhas) foi realizada por meio da comparação entre o volume de calda recuperado nas folhas e o volume efetivamente aplicado durante as pulverizações. Para a determinação do volume recuperado, realizou-se avaliação da área foliar correspondente a 1 m² de solo na cultura. Assim, multiplicando-se o depósito médio pela área foliar, obteve-se o total de depósito correspondente a 1 m² de solo. Comparando-se esse valor com o volume de calda efetivamente aplicado, as perdas de calda foram estimadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos as médias do depósito de calda nas folhas e perdas são apresentados nas Tabelas 5 e 6 respectivamente.

Tabela 5 - Médias dos depósitos de calda aplicada na folha da cultura do mamão (ml.cm^{-2}) em função do tipo de ponta e pressão de trabalho utilizadas

Tratamento	Tipo de ponta	Pressão (kPa)	Depósito (ml.cm^{-2})
1	JA-1	402	6,90 d
2		1.402	7,21 d
3	JA-5	402	6,95 d
4		1.402	11,95 c
5	TVI	402	8,70 cd
6		1.402	16,41 b
7	J5-2	666	20,23 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A partir dos dados presentes na tabela 5 pode-se observar que os menores depósitos de calda sobre as folhas da cultura, através da metodologia utilizada, foram observados para a ponta JA-1 nas duas pressões analisadas, bem como para a ponta JA-5 com 402 kPa e a ponta TVI na pressão de 402 kPa. O maior depósito observado foi para a situação utilizada pelo produtor, que é a ponta de pulverização J5-2 na pressão de trabalho de 666 kPa.

Salyani e Whitney (1988); Pergher; Gubiani; Tonetto (1997); Balan (2005) verificaram que os maiores volumes de calda aplicados resultaram em maior depósito sobre as folhas. No presente trabalho, tal constatação também foi verificada onde os maiores volumes de calda (L.ha^{-1}) presentes na Tabela 4 apresentaram maiores deposições (Tabela 5) quando comparados aos demais tratamentos. Geralmente gotas maiores, menos sujeitas à deriva, promovem maiores depósitos quando comparadas com gotas menores, o que não foi verificado neste estudo, onde o maior depósito não dependeu do tamanho de gotas.

Chaim *et al.* (2003) descreve que a determinação das perdas, ou produto que não deposita no alvo pretendido é uma avaliação muito importante dos sistemas de pulverização, sendo bastante utilizada para avaliação da eficiência de aplicação de agrotóxicos, na avaliação

de sistemas de pulverização almeja-se menores quantidades de produtos aplicados, economia de água, maior rendimento operacional e menor contaminação ambiental.

Na análise das perdas de calda aplicada na cultura do mamão, observa-se na tabela 6 que os resultados obtidos mostraram que todos os tratamentos apresentaram perdas significativas do produto aplicado. As menores perdas foram verificadas com a ponta JA-5 nas duas pressões de trabalho testadas, com valores médios de 6%, não havendo diferença estatisticamente entre as duas pressões testadas.

Tabelas 6 - Médias das perdas de calda aplicada na cultura do mamão (%) em função do tipo de ponta e pressão de trabalho utilizadas

Tratamento	Tipo de ponta	Pressão (kPa)	Perdas (%)
1	JA-1	402	17,70 b
2		1.402	17,46 b
3	JA-5	402	6,60 e
4		1.402	6,06 e
5	TVI	402	10,43 c
6		1.402	8,53 d
7	J5-2	666	20,16 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na figura 13 ilustra-se a porcentagem das perdas de calda na cultura do mamão em função da ponta e pressão de trabalho utilizadas.

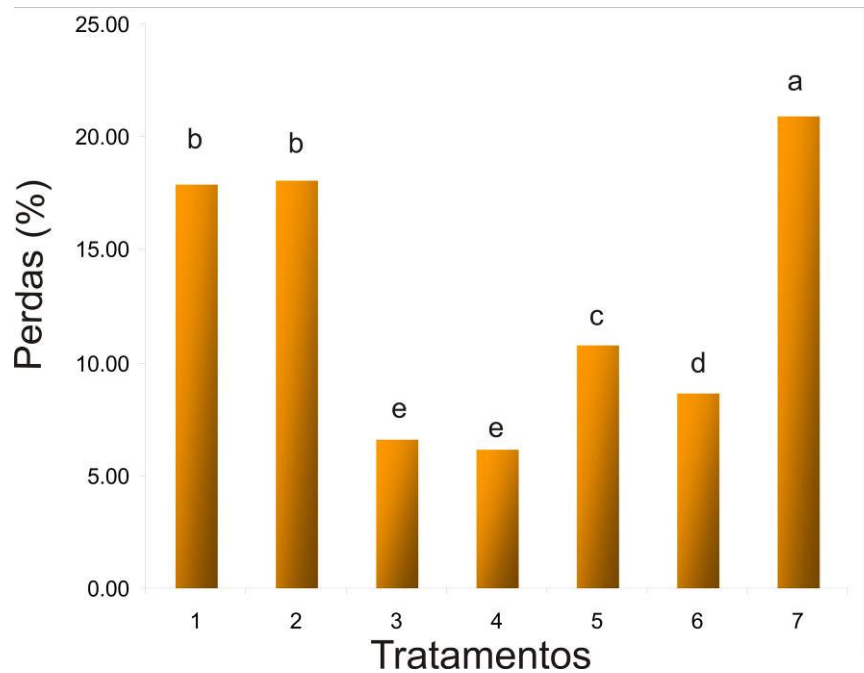


Figura 13 - Perdas de calda na cultura do mamão em função da ponta e pressão de trabalho utilizadas

As pontas de pulverização tipo TVI com indução de ar têm sido recomendadas para casos de prevenção de deriva, porque o tamanho das gotas produzidas é maior do que o das produzidas com as pontas convencionais (CUNHA; RUAS, 2006). Esse tipo de ponta testada nas duas diferentes pressões de trabalho apresentou perdas de 8,53 a 10,43%, o que se deve, provavelmente, ao fato de gotas grandes apresentam dificuldade de penetração no interior da copa das plantas, acarretando em perdas para o meio ambiente através do escorrimento. Por outro lado, as perdas de calda avaliadas com a ponta JA-1 ao trabalhar nas pressões de 402 e 1.402 kPa apresentaram valores médios semelhantes não diferindo estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, acarretando em uma média de 17% de volume de calda que não atingiu o alvo.

Esperava-se que as perdas de produto aplicado na cultura em estudo (*Carica papaya L.*), fossem similares aos valores encontrados na literatura. Entretanto, na prática, isso não ocorreu. Estudos mostram que os desperdícios de agrotóxicos podem ultrapassar até 70% do total do produto aplicado (CHAIM *et al.*, 1999; 2000). Outros autores verificaram perdas entre 30% e 50% (BUISMAN *et al.*, 1989; PERGHER *et al.*, 1997). Isso pode ser explicado pelo fato de, as perdas terem sido calculadas através de uma relação entre a estimativa do volume de calda recolhido nas folhas e o volume de calda efetivamente aplicado, considerando apenas um estágio de crescimento da planta o que deve ter contribuído para o resultado apresentado.

Chaim *et al.* (1999) afirma que o porte das plantas influencia as perdas para o solo, mas maiores porcentagens de deriva ou evaporação ocorrem em situações de umidade relativa abaixo de 40% e ventos com velocidades superiores a 4,0 m/s .

Estudando um método simples para verificar a deposição de agrotóxicos na cultura de tomate estaqueado utilizando calda marcada com traçador, Chaim *et al.* (1999), verificaram que as perdas foram de 59 a 76%. No feijão, a deposição em diferentes estádios de crescimento das plantas demonstrou que as perdas variaram entre 49 a 88% do total do produto aplicado, para a cultura de tomate rasteiro as perdas variaram entre 44 e 71%. (CHAIM *et al.*, 1999; 2000).

Para a cultura em estudo (*Carica papaya L.*), as maiores perdas foram verificadas com a aplicação utilizada pelo produtor (ponta J5-2 pressão de 666 kPa) com perdas de 20,16% (Figura 13). A cultura do mamão apresenta uma geometria bastante complexa, sendo que as perdas podem variar com a idade ou porte da cultura. Esse resultado comprova que a distribuição de agrotóxico em cultura de porte arbustivo varia de acordo com o porte da cultura e com os estádios fenológicos das plantas. Da mesma forma, Scramin *et al.* (2002) verificaram que a porcentagem de deposição de agrotóxico em culturas de porte semelhante ao da cultura em estudo, como o tomate estaqueado, encontraram perdas 24% a 41% para as plantas e 20% a 39% para o solo.

Observou-se também que, os tratamentos com maiores perdas foram os que proporcionaram os menores tamanhos de gotas (Tabelas 4 e 6). Esse resultado pode está associado ao fato de que gotas menores estão mais sujeitas aos fatores climáticos como vento e por possuírem menor massa essas gotas provocam maiores perdas por deriva (CUNHA *et al.*, 2004).

Cunha (2008) afirma que o tamanho de gota ótimo é aquele que promove o máximo de deposição de produto no alvo, com mínimo de contaminação do meio ambiente. O que se pode observar neste trabalho é que a não utilização de gotas de tamanhos adequados tem proporcionado perdas significativas de produto, contaminando o homem e o meio ambiente. Magalhães (1997) denota que em alguns casos, mais de um terço dos produtos aplicados podem estar sendo perdidos para o solo por meio da endoderiva e que uma parte significativa constituída pelas gotas pequenas, pode está sendo levada pelo vento para fora da área tratada, na exoderiva.

Outro fato que pode ser observado neste estudo é a relação entre volume de calda aplicado, depósito de calda sobre as folhas e perdas, essa constatação é consoante a observada por Abi Saab (1996), partindo-se do princípio de que as perdas foram calculadas através de

uma relação entre a estimativa do volume de calda recolhido nas folhas (através do depósito medido) e o volume de calda efetivamente aplicado. Dessa forma, pode-se observar que há necessidade de se realizar experimentos levando em consideração, além das características avaliadas neste trabalho, a adoção de outras metodologias para determinação das perdas de calda aplicada na cultura do mamão.

4 CONCLUSÕES

Todos os tratamentos avaliados apresentaram perdas de produto aplicado.

Os resultados obtidos mostraram que a aplicação realizada pelo produtor apresentou a maior perda de calda aplicada com valores de 20,16%.

A ponta JA-1 ao trabalhar nas pressões de 402 e 1.402 kPa apresentou perdas de 17%.

A menor perda foi encontrada com o tratamento constituído pela ponta JA-5 com pressão de 1.402 kPa, com valores de 6,06%.

As metodologias utilizadas nas avaliações se mostraram adequadas aos propósitos do trabalho.

Existe necessidade de desenvolvimento de novas técnicas para aplicação de agrotóxicos na cultura do mamão e o estabelecimento de estratégias para a aplicação que evite menores perdas de produtos.

CAPÍTULO 3

DISTRIBUIÇÃO VOLUMÉTRICA DE CALDA NA CULTURA DO MAMOEIRO POR DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E PRESSÕES DE TRABALHO

RESUMO

As atividades agropecuárias realizadas no Brasil são dependentes de agrotóxicos, a tecnologia de aplicação tem como objetivo colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado e para se avaliar o procedimento das aplicações dos pulverizadores em culturas vem-se utilizando uma mesa vertical permitindo a redução considerável na quantidade total de produto aplicado. O objetivo deste trabalho foi analisar a distribuição de calda aplicada nas diferentes alturas da cultura do mamão usando uma mesa vertical de ensaios de campo. O estudo em campo foi conduzido em um lote agrícola situado no Perímetro irrigado Tabuleiro de Russas – CE. Os tratamentos foram constituídos de três pontas de pulverização (JA-1, JA-5 e TVI), trabalhando com duas pressões de trabalho (402 e 1.402 kPa) e a aplicação efetuada pelo produtor (ponta J5-2 com pressão de 666 kPa), totalizando 7 tratamentos. A cultivar de mamão utilizada foi a Formosa, implantada com espaçamento de 3 m entre fileiras e 2,5 m entre plantas, com seis meses de idade. O conjunto de pulverização tratorizado utilizado foi um trator marca MF 275 Tda e pulverizador turboatomizador ARBUS 2000. Em todas as aplicações, as condições climáticas foram monitoradas de modo que os tratamentos ocorressem de maneira mais uniforme possível. Os resultados mostraram que os perfis de distribuição vertical do líquido foram similares para todos os tratamentos aplicados independente da pressão de trabalho analisada, verificou-se que os maiores volumes foram depositados na parte inferior da planta e os menores volumes na parte superior onde se localiza a área do dossel da cultura com uma grande massa foliar e frutos. A mesa vertical, de ensaio de campo para aferição do equipamento de aplicação de agrotóxicos, nas condições analisadas mostrou-se eficiente. Há necessidade de se estudar esse equipamento para ajustar as configurações dos bicos às condições específicas da aplicação a cultura do mamoeiro possibilitando assim, redução dos impactos da produção agrícola sobre o meio ambiente.

Palavras-chave - Mesa vertical. Agrotóxicos. Perfil de distribuição.

VOLUMETRIC DISTRIBUTION OF SPRAY IN THE CULTURE OF PAPAYA BY DIFFERENT NOZZLES SPRAY AND WORK PRESSURE

ABSTRACT

Agricultural activities carried out in Brazil are dependent on pesticides, application technology aims to put the right amount of active ingredient in the desired target and to evaluate the procedure of application of sprays on crops comes to using a table allowing you to reduce vertical considerably in the quantity of product applied. The objective of this study was to analyze the distribution of spray applied at different times of the papaya crop using a table of vertical field trials. The field study was conducted in a farm lot located in the irrigated perimeter tray Russian - CE. The treatments consisted of three nozzles (JA-1, JA-5 and TVI), with two working pressures (402 and 1,402 kPa) and the application made by the producer (nozzle J5-2 at a pressure of 666 kPa) total of 7 treatments. The papaya cultivar used was Formosa, implanted with 3 m spacing between rows and 2.5 m between plants, with six months of age. The set of spray sprayer used was a brand tractor MF 275 Tda and air assisted spray ARBUS 2000. In all applications, climatic conditions were monitored so that treatments occur more evenly as possible. The results showed that the vertical distribution patterns were similar for all treatments regardless of work pressure tested, it was found that the largest volumes were deposited at the bottom of the plant and lower volumes at the top where is the area plant canopy with a large leaf mass. The table vertical test field for calibration of application equipment of pesticides, under the conditions tested was efficient. There is a need to study this equipment is to adjust the nozzle to the specific application of the papaya crop thus enabling reduction of the impacts of agricultural production on the environment.

Key words - Patternator. Pesticides. Distribution profile.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de agrotóxicos na agricultura brasileira é preocupante, destacando-se mundialmente e encontra-se em franca expansão. No país as vendas desses produtos de janeiro a outubro de 2008, comparado ao mesmo período de 2007, apresentaram um crescimento acumulado de 31%. O Brasil é responsável por 50% da quantidade de agrotóxicos utilizados na América Latina, ocupando o terceiro lugar no ranking mundial de consumo destes insumos (SINDAG, 2009).

De acordo com Milhome *et al.* (2009) as atividades agropecuárias realizadas no Brasil são dependentes de agrotóxicos, esse fato vem colocando o país entre os maiores usuários desses compostos no mundo, demandando de estudos sobre seus impactos no meio ambiente.

Moreira *et al.* (2002) relata que desde a década de 1950, quando se iniciou a “revolução verde”, foram observadas profundas mudanças no processo tradicional de trabalho na agricultura, bem como em seus impactos negativos. Novas tecnologias, muitas delas baseadas no uso extensivo de agentes químicos, foram disponibilizadas para o controle de doenças nas culturas, aumento da produtividade e proteção contra insetos e outras pragas.

Embora o uso de produtos químicos tenha contribuído para a prática agrícola, por meio da redução de mão-de-obra, aumento da produção, menores custos e melhorando a qualidade dos alimentos, sua utilização deve ser feita de maneira racional, dentro do contexto mais amplo da proteção integrada de plantas. O impacto ambiental negativo de práticas inadequadas do uso de agrotóxicos tem sido evidenciado em trabalhos sobre as perdas de produtos aplicados para os diferentes compartimentos do ambiente (CERDEIRA *et al.*, 2002; FERRACINI *et al.*, 2001; FILIZOLA *et al.*, 2002) e suas implicações para a saúde humana, além de avaliações da eficiência da aplicação dos produtos e de equipamentos (CHAIM *et al.*, 2002; CHAIM; PESSOA; FERRACINI, 2004).

Uma aplicação eficiente de agrotóxicos inicia com a identificação correta do alvo a ser atingido. Qualquer quantidade do produto químico (ou agente de outra natureza) que não atinja o alvo não terá qualquer eficiência e estará representando uma forma de perda (GIL; BADIOLA, 2007).

O objetivo da tecnologia de aplicação é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, sem

afetar o meio ambiente (DURIGAN, 1989 *apud* CUNHA, 2003). O sistema de aplicação de agrotóxicos praticado na fruticultura é predominantemente de alto volume (de 2.000 a 5.000 L.ha⁻¹), tendo como resultado um consumo crescente de agrotóxico (3,2 kg.ha⁻¹) e substanciais perdas por deriva que é consequência da aplicação (VELIZ, 2007).

A aplicação de produtos em pomares frutícolas é normalmente, feita com turbopulverizadores, esses equipamentos se mostram mais eficientes que outros (HOLOWNICKI *et al.*, 2002), no entanto, ainda necessitam de estudos que avaliem sua eficiência (KAUL *et al.*, 2002). A aplicação excessiva de líquido, em relação ao que a planta consegue reter, tipos de pontas, pressões e volumes de aplicação elevados são freqüentemente responsáveis pela perda de produtos e pela contaminação do ambiente, Matuo (1988); Chaim *et al.* (1999), mencionam perdas de 30 a 70% do produto aplicado.

Carman *et al.* (1975), Morgan (1981), constataram perdas, por ocasião da aplicação dos agrotóxicos em pomares por escorrimento ou deriva de mais de um terço do volume pulverizado ou até mesmo 60% da calda aplicada. A utilização de menores volumes de aplicação pode ser eficaz no controle de algumas pragas, pelo fato de se observar menor coalescência das gotas e, conseqüentemente, menor escorrimento, favorecendo maior freqüência de contato entre o alvo e as gotas produzidas (McCOY; LYE; SALYANI, 1990). Porém, ao se utilizar baixos volumes de aplicação e maiores velocidades de deslocamento do equipamento aplicador aumenta-se a variabilidade nos níveis de depósitos (McCOY; LYE; SALYANI, 1990; SALYANI; WHITNEY, 1990).

A eficiência no controle de pragas está intimamente relacionada com a uniformidade de distribuição do produto químico sobre a superfície tratada, tamanho de gotas e cobertura da pulverização (SALYANI; McCOY, 1989), volume de aplicação e estrutura da planta (CARMAN, 1975).

A manipulação dos agrotóxicos desperta um interesse especial juntamente com verificações das técnicas de sua aplicação que podem aumentar sua eficiência. Uma seleção racional das tecnologias, junto com a manutenção e calibração adequadas dos pulverizadores, resulta na redução de perdas e do risco de contaminação ambiental. Desta forma é absolutamente necessário melhorar e adaptar todos os processos de aplicação dos agrotóxicos nos interesses da produtividade e da sustentabilidade ambiental (LEVITAN, 2000; MATTHEWS, 1982).

Para determinar a distribuição vertical do líquido pulverizado, ou a quantidade depositada pelo pulverizador em várias alturas da cultura, diversos métodos foram propostos, tais como o método do fluido da separação por meio do separador lamelar do pulverizador

(ADE; VENTURI, 1994), o método da absorção (BALSARI; TAMAGNONE, 1995), placas retangulares (PERGHER; GUBIANI, 1997), o nivelamento líquido de medição, a distribuição de ar (PORSKAMP *et al.*, 1993) entre outros. Estes métodos são muito eficazes em verificar o líquido aplicado, mas a maioria destes sistemas são caros, difíceis de manusear, e quase impossível usar ao ar livre, o que dificulta os testes de campo para calibração de pulverizadores com ventiladores.

O uso de uma mesa vertical para avaliar o procedimento da calibração em aplicações dos pulverizadores na cultura da videira permitiu a redução considerável na quantidade total de calda aplicada por área (GIL, 2003). Pergher *et al.* (2002) estudaram a mesa vertical para ajustar configurações dos bicos às condições específicas da aplicação da cultura. Baseado nestes resultados, os autores concluíram que a mesa vertical pode ser usada para prever os depósitos finais do pulverizador nos dosséis da videira.

Ao usarem uma mesa vertical para medir os depósitos de gotas do pulverizador em diferentes alturas para a cultura da uva, Farooq e Landers (2004) encontraram que o melhor ajuste foi de 72% do pulverizador que estava regulado para a altura do dossel. Uma boa correlação entre a distribuição da área da folha com altura e o perfil medido com uma mesa vertical foi estabelecida por Cerruto *et al.* (2003).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho analisar o perfil vertical de distribuição de calda aplicada nas diferentes alturas da cultura do mamão usando uma mesa vertical de ensaios de campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em etapas com a construção de um coletor de gotas (mesa vertical), ensaios preliminares e ensaio de campo para aferição do equipamento de aplicação de agrotóxicos. A construção da mesa vertical e os ensaios preliminares foram realizados no Laboratório de Eletrônica e Máquinas Agrícolas (LEMA) e no Núcleo de Estudos de Máquinas Agrícolas do Semiárido (NEMASA) da Universidade Federal do Ceará, localizados em Fortaleza Ceará, Brasil.

2.1 Coletor de gotas

A estrutura do coletor de gotas constitui-se de um quadro de secção retangular, com as seguintes dimensões: 2,90 m de altura, e 1,42 m de largura, com entalhes laterais a cada 21 mm onde são montadas as lamelas de plástico. As lamelas são canais horizontais com 1,55 m de comprimento, de secção ondulada e ressalto interno longitudinal, conforme metodologia desenvolvida por Costa (2002). As laterais do quadro são abertas e o coletor de gotas foi disposto sobre uma estrutura de ferro com 1 m de comprimento e 0,18 m de largura, como pode ser visto na Figura 14.

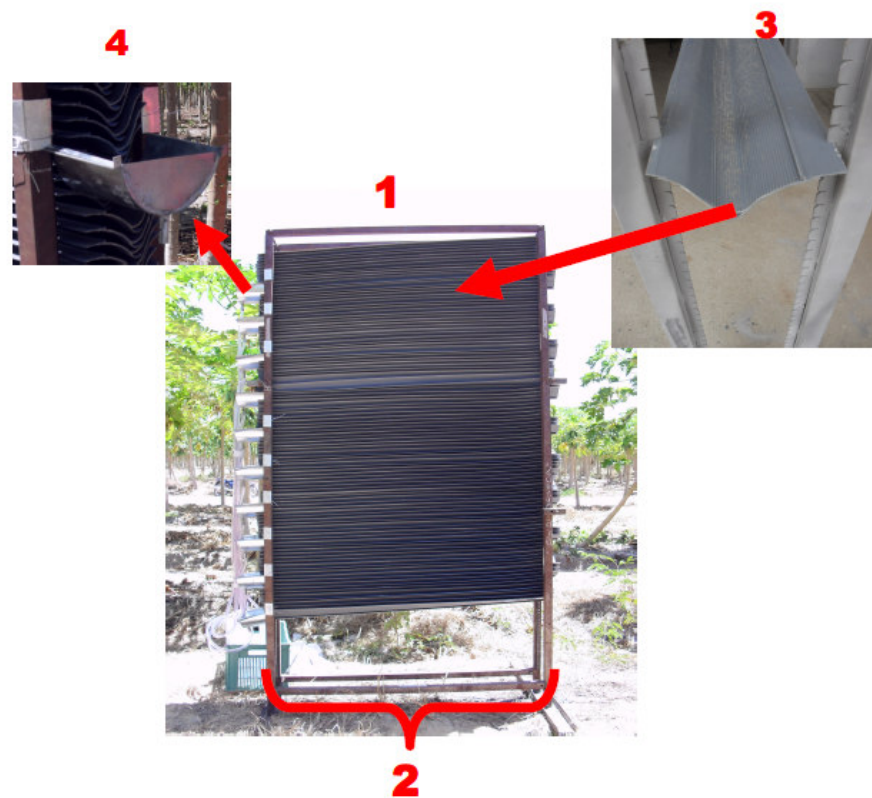


Figura 14 – Vista frontal do coletor de gotas (1- Mesa vertical, 2- estrutura de ferro, 3- lamela de plástico, 4- funil de zinco)

Na estrutura principal a cada dez (10) lamelas foram fixadas chapas de ferro, onde foram colocados funis projetados para a frente da área de captura do líquido pulverizado, funcionando como coletores das águas captadas nas lamelas conduzindo-as até provetas graduadas, por meio de mangueiras de polietileno conectadas a saída do funil com diâmetro de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ ’’).

As lamelas foram posicionadas no interior da estrutura com uma declividade de 12° , sendo que a primeira saída lateral para a coleta do líquido situou-se após a 10^a lamela e assim sucessivamente.

2.2 Ensaio de campo

O ensaio de campo foi desenvolvido em outubro de 2009 em um lote agrícola situado no Perímetro irrigado Tabuleiro de Russas – CE, pertencente à Empresa Frutacor, com as seguintes coordenadas geográficas latitude 4° 57' 44" S e longitude 23° 02' 40" W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSw'h' com os seguintes valores médios anuais: precipitação de 857,7 mm, bastante irregular; temperatura de 26 a 28,5°C; umidade relativa do ar 62%; insolação 3.030 horas ano⁻¹ (DNOCS, 2009).

A cultivar de mamão utilizada foi a Formosa, implantada com espaçamento de 3 m entre fileiras e 2,5 m entre plantas, com seis meses de idade (Figura 15).



Figura 15 - Cultivar de mamão utilizada no experimento

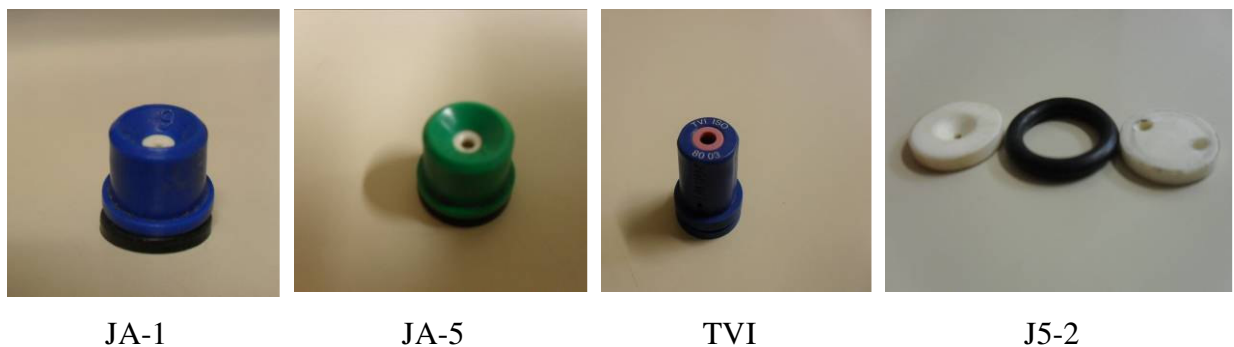
O conjunto de pulverização tratorizado utilizado (Figura 16) foi um trator marca Valmet, modelo 785 (4x2) e pulverizador turboatomizador marca Jacto, modelo ARBUS 2000, sendo composto por tanque de 2000 L em fibra de vidro, visor de nível com escala graduada, agitador mecânico com hélice de três pás, bomba de três pistões horizontais, com vazão de 100 L min⁻¹ a 540 rpm, acionada pela tomada de potência do trator, manômetro, mangueiras e engates para 24 bicos com posição (ângulo) regulável.



Figura 16 - Conjunto de pulverização tratorizado utilizado

Os tratamentos foram: Três tipos de pontas de pulverização hidráulica JA-1, JA-5 (jato cônico vazio), TVI (jato cônico vazio), marca Jacto (Figura 17) com duas diferentes pressões 402 kPa e 1.402 kPa e a ponta J5-2 com pressão de 666 kPa, aplicação realizada pelo produtor (testemunha), totalizando 7 tratamentos.

A definição dos tratamentos foi baseada nas variações possíveis, a partir do que é praticado pelo produtor, que representa a maioria dos usuários dessa tecnologia de aplicação no Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas - CE.



JA-1

JA-5

TVI

J5-2

Figura 17 – Pontas de pulverização jato cônico vazio utilizadas no experimento

A mesa vertical foi instalada entre as plantas de mamão na linha, a uma distância de 1,20 m do sistema de pulverização, sendo considerada uma parcela experimental (Figura 18). Foram feitas medições da altura da cultura e no dia da realização deste experimento a altura média da planta foi de 2,80 m. Os funis de captura do líquido pulverizado foram

dispostos nas dez seguintes alturas em relação ao solo: 0,48; 0,72; 0,97; 1,16; 1,40; 1,62; 1,82; 2,05; 2,30 e 2,50 m. O tempo de coleta do líquido pulverizado foi de 60 segundos, sendo que os testes foram realizados com três repetições para cada tratamento, as médias dos volumes pulverizados foram plotados em gráficos no software Excel 2003®.

As aplicações foram executadas sempre pelo produtor com a intenção de manter o mínimo possível de variações na qualidade das pulverizações. Em todas as aplicações, as condições climáticas foram monitoradas de modo que os tratamentos ocorressem de maneira mais uniforme possível.



Figura 18 – Mesa vertical para ensaios de campo instalada a uma distância de 1,20 m do sistema de pulverização

Antes das aplicações o pulverizador foi calibrado e testado. Antes de cada aplicação, a vazão de calda foi aferida, tomando-se como base o manômetro do equipamento e testado com manômetro padrão, conforme Figura 19.



Figura 19 – Calibração do manômetro do equipamento com manômetro padrão

Os testes foram efetuados sem obstáculos de maneira que eventuais diferenças nos tratamentos não ocorressem. No monitoramento das condições ambientais utilizou-se um termo-higro-anemômetro luxímetro digital portátil modelo (Thal-300)®, para verificar a temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento. Deve-se lembrar que a citação de marcas comerciais não implica em recomendação de uso, além de serem de propriedade e responsabilidade dos respectivos fabricantes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as aplicações as condições climáticas foram monitoradas e constatou-se no dia da realização do experimento que a umidade relativa do ar foi entre 57 a 65%, recomenda-se que a pulverização seja paralisada quando este fator estiver inferior a 50%. A temperatura variou de 28 a 30°C, sendo que, a pulverização deve ser evitada quando a temperatura for inferior a 10 °C ou superior a 35°C. A velocidade do vento oscilou entre 0,9 e 3,0 m/s. Em geral, as condições ambientais foram consideradas dentro dos padrões ideais para aplicação (MATUO, 1990; RUEDELL, 2002). O período de aplicação foi de 09h15min às 10h35min, horário esse favorável à pulverização, pois nas horas iniciais da manhã e nas finais da tarde, são os períodos indicados onde a umidade relativa está maior e, portanto, mais adequados à pulverização (OZKAN, 1994).

Nas figuras 20 a 23 encontram-se os perfis de distribuição volumétrica de calda aplicada na cultura do mamoeiro por diferentes pontas de pulverização e pressões de trabalho, usando uma mesa vertical de ensaios de campo. Observa-se que todos os tratamentos aplicados apresentaram uma distribuição irregular do líquido pulverizado.

Para a cultura em estudo, o mamoeiro (*Carica papaya L.*), os alvos da aplicação são as folhas e os frutos, localizados na parte mais alta da planta a uma altura de aproximadamente 2,0 a 2,5 m.

Os tratamentos constituídos pela ponta de pulverização JA-1 com pressões de trabalho de 402 kPa e 1.402 kPa apresentaram perfis de distribuição da calda bastante irregular (Figura 20). Houve maior concentração de volume aplicado na região do caule do mamoeiro com seis meses de idade, isto é, na altura inferior a 0,5 m. Os menores volumes aplicados foram encontrados nas alturas de 1,5 e 2,5 m, compreendida como a área do dossel da cultura, com uma grande número de folhas e frutos.

Para a pressão de 402 kPa os volumes encontrados na mesa vertical foram de 140 mL na parte inferior (abaixo de 0,5 m), diminuindo gradativamente até a altura de 1,50 m com volume de 35 mL. A partir da altura de 1,50 m o volume de aplicação manteve-se com distribuição irregular e com o aumento do volume aplicado na altura de 1,75 m com 75 mL, reduzindo em seguida até a altura final com 35 mL. Para a pressão de 1402 kPa observou-se

desempenho semelhante, entretanto, com o aumento da pressão ocorreu um aumento do volume aplicado.

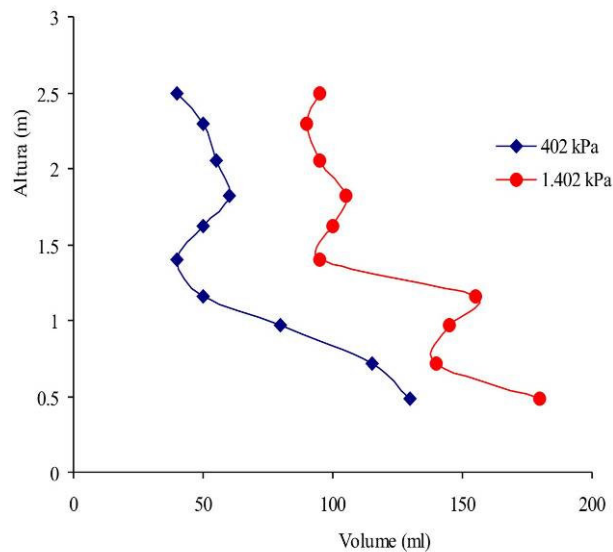


Figura 20 – Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica JA-1 com pressão de 402 e 1.402 kPa

Pela figura 21 verifica-se que a utilização da ponta de pulverização hidráulica tipo cone vazio JA-5 nas pressões de 402 e 1.402 kPa, resultou em perfis de distribuição volumétrica de calda aplicada no mamoeiro, similares aos da ponta JA-1 (Figura 20), independente da pressão de trabalho analisada. Verifica-se que independentemente do tipo de ponta de pulverização e da pressão de trabalho aplicada, os dados médios de depósitos nas alturas inferiores a 0,5 m foram superiores aos encontrados nas partes superiores, ou seja, nas alturas a partir de 1,5 m foram encontrados valores de 400 a 800 mL enquanto que abaixo de 0,5 m os volumes foram em média de 1200 a 1500 mL, para as pressões de 402 e 1.402 kPa, respectivamente.

Avaliando as perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate, Chaim *et al.*, (1999) verificaram que, dependendo do porte das plantas, as perdas para o solo variaram entre 30 e 74%, Raetano e Bauer (2004), trabalhando com deposição e perdas de calda de pulverização em feijoeiro, com pontas do tipo jato cônico vazio, verificaram que as perdas para o solo são elevadas, acima de 60% do volume aplicado. Dessa forma, pode-se observar que, a quantidade de líquido que foi perdida neste trabalho foi depositada no solo, independente da pressão de trabalho e da ponta de pulverização.

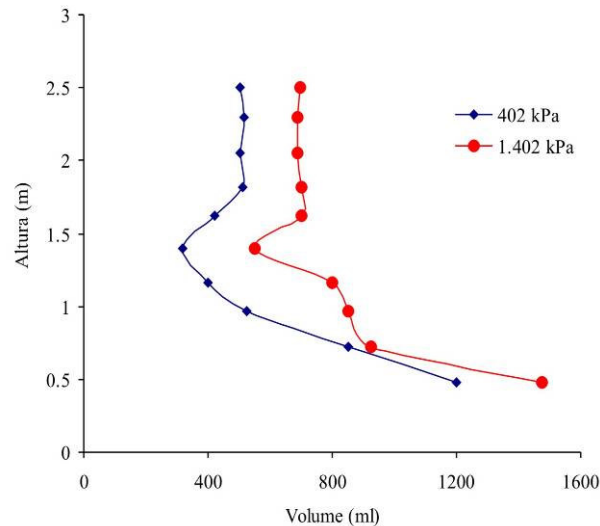


Figura 21 – Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica JA-5 com pressão de 402 e 1.402 kPa

Ainda na figura 21, observa-se, também que, com o aumento da pressão aplicada ocorreu um acréscimo do volume de pulverização. Para Boggio (1995) a pressão de trabalho recomendada para turboatomizadores é de, no máximo, 1.406 kpa (200 psi), pressões maiores que esta, aumentam o desgaste do conjunto mecânico sem melhorar a qualidade da aplicação. Avaliando pulverização em pomares de citros, Farooq e Salyani (2002), também detectaram que os volumes pulverizados na parte superior da planta são menores do que na parte inferior e essas diferenças são ainda maiores nas regiões mais distantes da pulverização. Isso ocorre provavelmente porque a maior densidade foliar encontra-se nas partes mais altas da planta.

Os perfis de distribuição da calda aplicada através da ponta tipo jato cônico vazio com indução de ar TVI, nas pressões de trabalho de 402 e 1.402 kPa respectivamente, são mostrados na Figura 22. Os resultados obtidos evidenciaram que não houve diferença entre os perfis de distribuição para as pontas de pulverização e pressão de trabalho utilizadas. Dessa forma, os depósitos proporcionados por esse tipo de ponta foram de maneira geral, similares aos demais tratamentos com as pontas tipo cone vazio sem indução de ar (Figuras 20 e 21).

Os resultados indicam que, para a pressão de 402 kPa os volumes encontrados na mesa vertical foram de aproximadamente 600 mL na parte inferior (0,5 m), diminuindo bruscamente até a altura de 1,15 m com volume de 100 mL. A partir da altura de 1,50 m o volume encontrado manteve-se com uma distribuição irregular. Nas alturas superiores o depósito de calda foi de em média 200 mL. Para a pressão de 1.402 kPa observou-se desempenho semelhante, entretanto, com o aumento da pressão ocorreu um aumento no volume coletado na parte inferior. Na altura de 0,5 m, os volumes encontrados foram de, em média 1000 mL, as distribuições do líquido com maior pressão apresentaram mesmo

comportamento das obtidas com pressão de trabalho menor, as quais apresentaram uma redução drástica do volume aplicado a uma altura de 1,15 m correspondente a 200 mL. A partir da altura de 1,50 m o volume coletado manteve-se com uma distribuição irregular correspondente a 400 mL. Resultados semelhantes foram encontrados por Gil e Badiola (2007) ao estudarem uma mesa vertical de ensaios de campo para análise do perfil de distribuição da calda pulverizada na cultura da uva, onde verificaram que os maiores volumes coletados foram abaixo de 1 m de altura.

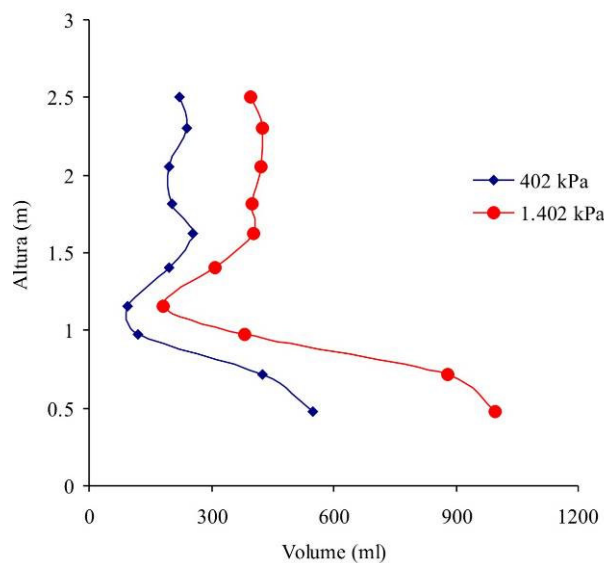


Figura 22 – Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica TVI com pressão de 402 e 1.402 kPa

Na figura 22 verifica-se que com a ponta de pulverização TVI nas pressões analisadas, parte do volume de calda atinge o alvo desejado e outra parte atinge alvos indesejados ou se perde durante a aplicação por várias formas. Avaliando as perdas nas pulverizações realizadas em pomar de macieiras, utilizando o sistema convencional (pulverizador com jato divergente), Holownicki *et al.* (2002) também detectaram perfis de distribuição vertical do líquido irregulares com perdas para o solo em função do porte da planta.

Esperava-se que a aplicação realizada pelo produtor utilizando a ponta J5-2 na pressão de 666 kPa (testemunha), apresentasse um perfil vertical de distribuição volumétrico do produto aplicado, diferenciado dos demais tratamentos aplicados, no entanto, o que pode-se observar foi que este seguiu a mesma tendência dos demais (Figura 23), apresentando maiores volumes depositados na parte inferior da cultura e menores volumes na parte superior, comprometendo assim a eficiência do controle fitossanitário.

Analisando os volumes de aplicação para esse tipo de ponta, pode-se notar que para as alturas inferiores a 0,5 m o volume de calda depositado foi de 525 mL. Considerando o comportamento do perfil de distribuição do líquido verificou-se que nas alturas a partir 1,5 m a distribuição volumétrica manteve-se, praticamente, constante com volumes de, aproximadamente 150 mL.

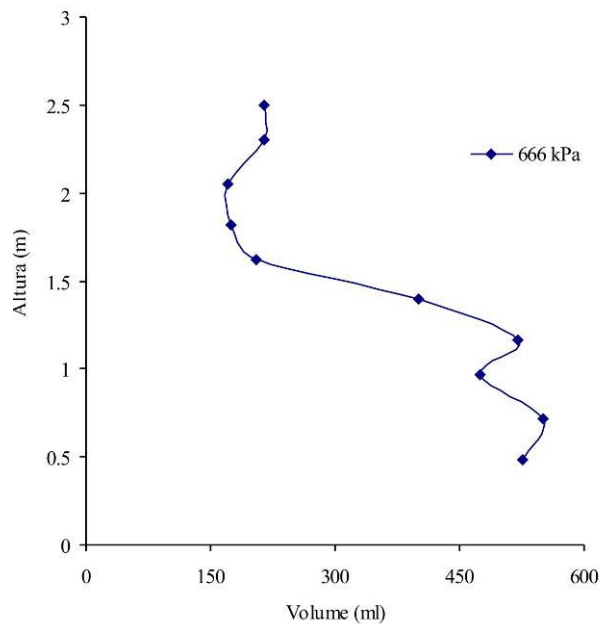


Figura 23 – Perfis de distribuição do líquido pulverizado com a ponta de pulverização hidráulica J5-2 com pressão de 666 kPa

Salyani (1988), em estudos sobre a eficiência da deposição da pulverização em citros, concluiu que a distância ao alvo e velocidade de operação da máquina afetaram a eficiência da deposição e que o tamanho da gota tem um efeito significativo na eficiência da deposição, para aplicação em citros, a maior dificuldade se encontra em atingir o interior da planta, tal constatação também foi comprovada nesse trabalho com a cultura do mamoeiro, onde na folhagem densa e pontos de amostragem na copa apresentaram menores volumes de deposição da calda.

Morgan (1981) concluiu que a deposição ideal do agrotóxico sobre as plantas é aquela que distribui uniformemente o produto e em quantidade suficiente em toda a copa da planta. No entanto, avaliações da deposição dos agrotóxicos têm mostrado que as partes internas e mais altas das plantas recebem quantidades insuficientes de produto, enquanto as partes externas e inferiores recebem as maiores quantidades. Chaim *et al.* (2003) ao estudarem a aplicação de agrotóxicos na cultura da maçã também verificaram que a deposição nas plantas foi decrescente da região apical para a basal. Em geral, os resultados encontrados

nessas avaliações encontram-se em conformidade com os encontrados pelos autores mencionados, embora seja em culturas diferentes.

Para uma aplicação eficiente é necessário conhecer alguns dos princípios básicos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos, pois vários são os fatores não controláveis nesse processo o que torna difícil a tomada de decisão quanto ao tipo de aplicação que deve ser realizada, entretanto, vários são também aqueles passíveis de serem adequados, para que as perdas se situem dentro de um mínimo aceitável, sem interferir no equilíbrio ambiental e na eficiência dos produtos utilizados. Esse fato reflete bem a importância de se desenvolver instrumentos para permitir a adaptação das características do pulverizador, sentido do jato, o tamanho das gotas, o fluxo e o ar, às condições específicas da cultura.

4 CONCLUSÕES

Considerando as condições em que o presente estudo foi desenvolvido e os resultados obtidos, pode-se concluir que:

O coletor de gotas (mesa vertical), de ensaio de campo para aferição do equipamento de aplicação de defensivos agrícolas, mostrou-se eficiente.

No geral todas as pulverizações depositaram menos calda nas regiões superiores da cultura do mamoeiro, sendo observadas grandes perdas de agrotóxicos para o solo aplicadas em todos os tratamentos.

Entre os vários fatores que podem influenciar 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 a mesa vertical para ajustar configurações dos bicos às condições específicas da aplicação da 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.

REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR**. 1996. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ABI SAAB, O.J.G.; ANTUNIASSI, U.R. Avaliação do depósito de calda em um sistema de aplicação de defensivos utilizados em videiras. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.12, n.2, p.1-11, 1997.
- ABI SAAB, O.J.G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- ABI SAAB, O.J.G. *et al.* Efeito do tamanho de gota e volume de aplicação na deposição de agrotóxicos em folhas de videiras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 221-228, jul./dez. 2002.
- ADAMI, M. *et al.* Estimativa de área foliar de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis, Brasil. **Anais...** Florianópolis: INPE, 1007. CD-ROM.
- ADE, G., VENTURI, P. Verifica dell'efficienza di una parete lamellare per il controllo della distribuzione delle irroratrici. **ATTI Giornate Fitopatologiche 1**: 115-122. 1994.
- AGRIANUAL 2009: Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2009. 521 p.
- AGROTEC - Tecnologia Agrícola e Industrial: Análise de gotas em pulverizações agrícolas utilizando digitalização de imagens. 2007. Disponível em <www.agrotec.etc.br>. Acessado em 04 de Outubro de 2009.
- ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. (Org.). **Desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil – até 2004**. 10 p. Brasília, DF. 2005. MAPA.

ANTUNIASSI, U. R. *et al.* Spray deposition and drift evaluation of air-carrier peach orchard sprayers, p. 1-7. In: International Conference on Agricultural Engineering. Madrid, AgEng 1, september. **Paper**, 96A-136. 1996.

AZEVEDO, A. A.; MONTEIRO, J. L. G. (Org.) **Análise dos Impactos Ambientais da Atividade Agropecuária no Cerrado e suas inter-relações com os Recursos Hídricos na Região do Pantanal.** 98 p. 2000.

BALAN, M. G. **Adequação operacional de pulverizadores de jato transportado (turboatomizadores) para a cultura da videira.** Londrina- PR. 2005.91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina.

BALAN, M. G., *et al.* Distribuição da calda na cultura da videira por turboatomizador com diferentes configurações de pontas. **Revista Ciência Rural**, v. 36, n. 03, p.731-738, 2006.

BALAN, M. G. *et al.* Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 02 p. 293-298, 2008.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas.** 1990.

BALSARI, P.; TAMAGNONE, M. Una attrezzatura mobile per il controllo della distribuzione delle macchine irroratrici per le colture arboree. **Revista di Ingegneria Agraria** 1: 27-35. 1995.

BODE, L. E.; LANGLEY, T. E.; BUTTLER, B. J. Performance characteristics of by-pass spray nozzles. *Trans AMER. SOC. AGRIC. ENG.* **American Society Agricultural Engineering**, v. 22, n. 5, p. 1016-1022, 1972.

BODE, L. E.; BUTLER, B. J.; GOERING, C. E. Spray drift and recovery as affected by spray thickner, nozzle type and nozzle pressure. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 19, p. 209-218, 1976.

BOGGIO, A.M. Aspectos gerais sobre a aplicação e compatibilidade defensivos em citros. **Revista Laranja**, v.16, n.2, p. 314-321, 1995.

BOLETIM AGRONEGÓCIO. Disponível em:
<http://www.ipece.ce.gov.br/categoria3/agropecuaria/BOLETIM_AGRONEGOCIO_CEARENSE_1tri_2009.pdf. Acesso em: 01 dez. 2009.

BORTOLUZZI, E. C. *et al.* Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.4, p.881-887, 2006.

BRASIL. Decreto Lei nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page?_pageid=33,971740&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 14 de dez. 2009.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Org.). **Cadeia Produtiva de frutas**. Série Agronegócios. Volume 7. MAPA 2007.

BUISMAN, P. *et al.* Field deposit patterns of a diflubenzuron spray mix, after application to apple orchard using an airblast sprayer, and a laboratory evaluation of physical properties and atomization characteristics. **Journal of Environmental Science and Health**, New York, v. 24, n. 4, p. 389-411, 1989.

BUTZEN, S. *et al.* Asian soybean rust: fungicide application technology. **Crop Insights**, v.15, n.1, p.5, 2005.

CABRAL, N. M. T.; RIGHETTTO, A. M.; QUEIROZ, M. A. Comportamento do nitrato em poços do aquífero Dunas/Barreiras nas explorações Dunas e Planalto, Natal, RN, Brasil. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 14, n. 3, jul/set 2009.

CABRERA, L. COSTA, F. P.; PRIMEL, E. G. Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do estado do RS. **Quim. Nova**, v. 31, n. 8, 1982-1986, 2008.

CARMAN, G. E. Spraying procedures for pest control on citrus, p. 28-34. In: Ciba - Geigy Agrochemicals (ed.), Citrus. Basle, Ciba-Geigy Agrochemicals. (Technical Monograph, 4). 1975.

CARMAN, G. E. *et al.* Pesticide deposition on citrus orchard soil resulting from spray drift and runoff. **Bull.Env. Cont.Toxicol.** 18: 706-10. 1975.

CERDEIRA, A. L. *et al.* Resíduos e lixiviação do herbicida picloram em água em área de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 3, n. 1, p. 75-81, 2002.

CERRUTO, E. *et al.* Study of the quality of treatments in a Sicilian vineyard. In Proc. of the VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, eds. P. Balsari, G. Doruchowski, and J. V. Cross, 77-84. Cuneo, Italy: Universit degli Studi di Torino. 2003.

CHAIM, A.; MAIA, A. H. N.; PESSOA, M. C. P. Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.6, p.963-969, jun. 1999.

CHAIM, A. *et al.* Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n. 5, p.741-747, maio 1999.

CHAIM, A. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. Meio Ambiente**, Curitiba, v.9, p.65-74, 1999.

CHAIM, A.; VALARINE, P. J.; PIO, L. C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. **Pesticida Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba. v. 10, p. 65-74, 2000.

CHAIM, A. *et al.* Comparison of microscopic method and computational program for pesticide deposition evaluation of spraying. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 493-496, abr. 2002.

CHAIM, A. *et al.* Deposição de agrotóxicos pulverizados na cultura da maçã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 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**, v. 14, p. 39-46, jan./dez. 2004.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Bicos de pulverização – seleção e uso**. Diadema: Spraying Systems, 1991. 9 p.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Manual Shell de máquinas agrícolas e técnicas de aplicação de defensivos**. São Paulo: Shell, 1992. 122 p.

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

COELHO FILHO, M. A., COELHO, E. F. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação. **Irriga, Botucatu**, v. 12, n. 4, p. 519-531, 2007.

COSTA, M. A. F. da. **Avaliação de desempenho operacional de um pulverizador pneumático costal motorizado utilizado no controle de mosquitos vetores de doenças.** Piracicaba - SP. 2002. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - área de concentração Máquinas Agrícolas) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

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

CUNHA, J.P.A.R., *et al.*, Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. 2003. **Revista Planta Daninha**, Viçosa-MG. v. 21, n.2, p.325-332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do Chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro.** Viçosa – Minas Gerais. 2003. 90 f. Tese (doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. 2004. **Pesq. agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 977-985.

CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. 2005. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.133-138.

CUNHA, J. P. A. R. TEIXEIRA, M. M. VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v 35, n. 5, p. 1069 – 1074, set-out, 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**, 36 (1): 61-66, 2006.

CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes métodos de Aplicação. 2008. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 487-493, out-dez, 2008.

DEBORTOLI, M. P. **Efeito do “rainfastness” e adjuvante na aplicação de fungicidas foliares em cultivares de soja**. Santa Maria – RS. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - área de concentração Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria.

DELMOND, J. G.; REIS E. F. dos. Características Técnicas de Pontas de Jato Plano com indução de ar. 2007. (**Apresentação de Trabalho/Seminário**). Universidade Estadual de Goiás, UNUCET/Anápolis – GO.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS). Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas. 2006. Disponível em <
<http://201.30.148.11/~apoena/php/projetos/projetos.php> > Acesso em 12 de out. 2009.

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. 1, p. 5-11, 1995.

DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. estudo de caso: águas usadas para consumo humano em primavera do leste, Mato Grosso – análise preliminar. **Revista Química Nova**, v. 24, n. 1, 27-36, 2001.

ESQUERDO, J. C. D. M. **Adaptação de um pulverizador convencional para a aplicação localizada de defensivos agrícolas**. Piracicaba - SP. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - área de concentração Máquinas Agrícolas) -. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

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 Agrônomicas Campus Botucatu.

FAROOQ, M.; LANDERS, A. J. Interactive effects of air, liquid and canopies on spray patterns of axial-flow sprayers. **ASAE Paper** n°. 041001. St. Joseph, Mich.: ASAE. 2004.

FAROOQ, M.; SALYANI, M. Spray Penetration into the Citrus tree Canopy from two Air-Carrier Sprayers. **ASAE Paper**. Vol. 45(5): 1287–1293 .2002.

FERNANDES, A. P. **Ácaro da mancha-anular do cafeeiro: controle em função da cobertura pela calda com ramais e volumes de aplicação**. Jaboticabal – SP. 2008. 60 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - área de concentração Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal.

FERRACINI, V.L. *et al.* Análise de risco de contaminações das águas subterrâneas e superficiais da Região de Petrolina/PE e Juazeiro/BA. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v. 11, p. 1-16, jan./dez. 2001.

FILIZOLA, H. *et al.* Contaminação dos solos em áreas agrícolas. In: MANZATO, C.V.; FREITAS JR, E. de; PERES, J.R.R. (Eds). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 79- 85 (Cap. 7).

FOX, R. D., *et al.* The reichard spray deposit analyser, a tool for measuring spray deposit by measuring conductivity. **Paper. AgEng.**, Oslo, n. 98-A-008, 1998. 7p.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3ª ed. rev. Brasília: 408 p. 2006.

GASPAR, S. M. F. S. *et al.* Avaliação de risco de pesticidas aplicados no município de Arari, Maranhão, Brasil: base para programa de controle ambiental do rio Mearim. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v. 15, p. 43-54, jan./dez. 2005.

GIL, E. Characterisation of two different conceptions of pneumatic sprayer in vineyard applications. **AgEng., Warwick**, n. 00, p.PM-033, 2000.

GIL, E. Metodologia criterios para la seleccion evaluacione equipos de aplicacione fitosanitarios para la via Unpublished PhD diss. Universitat de Lleida, Department of Agro Forest Engineering. Lleida, **Spain**. 2001.

GIL, E. Tratamientos en via Equipos y taicas de aplicacion Barcelona, **Spain. Edicions UPC**. 2003.

GIL, E.; BADIOLA, J. Design and Verification of a Portable Vertical Patternator for Vineyard Sprayer Calibration. Vol. 23(1): 35-42. **St. Joseph: ASABE**, 2007.17p.

GIL, E.; GARCIA, F. Compulsory inspection of sprayers in use: improving efficiency by training and formative aspects. First European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe - **SPISE, ed. H. Ganzelmeier and H. J. Wehmann**, Braunschweig, Germany, 114-119. 2004.

HARDER, I. C. F. **Fruticultura e desenvolvimento urbano do município de Louveira – SP**. Piracicaba - SP. 2007. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia - área de concentração: Fitotecnia) -. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

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

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:
<<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_%5Banual%5

IBRAF Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em:
<<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/ProducaoBrasileiradeFrutas2007.pdf>. Acesso 19 de set. 2009.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/pif.asp#mamao>. Acesso em 18 out. 2009.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Disponível em:<
http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/publicacoes/anuario/Index.htm. Acesso em 20 dez. 2009.

IRLA, E. Essais comparatifs de pulvérisateurs pour la vigne. **Rapports FAT, Tänikon**, n.382, 15p, 1990.

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

LANDERS, A. J.; WILCOX, W. Optimising spray penetration and deposition with air blast sprayers in New York and Pennsylvania. **Cornell University**. New York State. 2004.

LEITÃO *et al.* Avaliação de mudas de mamão submetidas á diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p.160-165.2009.

LIMA, R.C.A. *et al.* Etiologia e estratégias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 689-702. dez. 2001.

MADALOSSO, M. G. **Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *phakopsora pachyrhizi* sidow**. Santa Maria – RS. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - área de concentração Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria.

MAGALHÃES, M. M. **Sensibilidade ao risco ambiental e práticas dos agricultores de Leme-SP**. Campinas - SP. 1997. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - área de concentração Planejamento e Produção Agropecuária) - Universidade Estadual de Campinas.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 2. ed. New York: Longman. 1982.

MATUO, T. **Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citros**. Tese Livre Docência, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária / UNESP, Jaboticabal, 167p. 1988.

MATUO, T. **Técnica de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

MATUO, T. *et al.* **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. Brasília, ABEAS; Viçosa, UFV; 2005. 86 p.

MCCOY, C. W.; LYE, B. H.; SALYANI, M. Effect of spray volume on the residual control of citrus rust mite. **Citrus & Vegetable Magazine** 53: 23, 64-5, january. 1990.

MENEGHETTI, R. C. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura do trigo**. Santa Maria – RS. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - área de concentração Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria.

MILHOME, M.A.L. *et al.* Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Revista Eng. Sanit. Ambient.**, v.14, n.3, p. 363-372, 2009.

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.

MOREIRA, J. C. *et al.* Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 07, n. 02, p. 299-311, 2002.

MORGAN, N. G. Minimizing pesticide waste in orchard spraying. *Outlook on Agriculture* 10: 342-4. 1981.

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.

NASCIMENTO, W. M., VILLAÇA, M. G. Bacias hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. 2008. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, n. 07, ano 05, maio 2008.

NOGUEIRA, H. C., ANTUNIASSI, U. R., VELINI, E. D. Avaliação da uniformidade de deposição e perdas de calda na utilização de um pulverizador de herbicidas em ferrovias. **Energia na Agricultura**, v. 11, n. 2, 1997.

NORBDO, E. Effects of nozzles size, travel speed and air assistance on deposition on artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiment. **Crop Protection**, Kidlington, v.11, n.3, p.272-8, 1992.

OLIVEIRA, J. M. C.; ANJOS, A. P. A. Frutas da Bahia: desempenho e perspectivas. **Bahia Agríc.**, v.8, n. 2, nov. 2008.

OLIVEIRA, L. A. de. **A Importância das normas internacionais para o comércio da fruticultura brasileira**. Piracicaba - SP. 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas - área de concentração Economia Aplicada) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

ONGLEY, E. D. – **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas**. Campina Grande: UFPB. 2000. 92 p (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 55). 56 Organização Mundial da Saúde Guias para la calidad del agua potable: recomendaciones. 2 ed. Ginebra, 1995. v.1.

OZKAN, H.E. Herbicide formulations, adjuvants, and spray drift management. In: SMITH, A.E. **Handbook of weed management systems**. New York: Marcel Dekker, 1994. p.217-244.

OZMERI, A.; CILINGIR, I. Use of colorimetric technique in determining surface coverage in spraying. *Agricultural. Mechanization In Asia*, Tokio, v.23, n.1, p.37-8, 1992.

PALLADINI, L. A. Cobertura obtida na pulverização com turboatomizador em folhas de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v 14, n 1, p. 127 – 132, 1992.

PEREIRA, F. J. S. **Sistema de comutação de pontas na barra de pulverização para ajuste do tamanho de gotas às condições climáticas e aplicação em taxas variáveis**. Botucatu – SP. 2006. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus Botucatu.

PERGHER, G.; GUBIANI, R. Methods for the assessment of vertical spray distributions from air-assisted sprayers: a comparative study. **AgEng.**, Madrid, n. 96, p.A-127, 1996.

PERGHER, G.; GUBIANI, R. A comparison of methods for assessing vertical spray distributions form air-assisted sprayers. *Bulletin-OEPP* 27(2-3): 227-234. 1997.

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 25-33, 1997.

PERGHER, G. *et al.* The relationship between vertical patterns from air-assisted sprayers and foliar deposits in vine canopies. *Aspects of Applied Biology* 66, International Advances in Pesticide Application, 323-330. Guilford, United Kingdom. 2002.

PERGHER, G., D'ANTONIO, C. Calibration of a vineyard sprayer using a lamellate patternator. In *Proc. of the VII Workshop on Spray Application Techinques in Fruit Growing*, eds. P. Balsari, G. Doruchowski, and J. V. Cross, 77-84. Cuneo, Italy. Published by Universit egli Studi di Torino. 2003.

PERMIN, O. *et al.* Deposition characteristics and biological effectiveness of fungicides applied to winter and the hazards of drift when using different types of hydraulic nozzles. **Crop Protection**, v. 11, n. 06, p. 541- 6, 1992.

PESSOA, M. C. P. Y.; CHAIM, A. Programa computacional para estimativa de uniformidade de gotas de herbicidas aplicados por pulverização aérea. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.1, p.45-56, jan. 1999.

PESSOA, M. C. P. Y. *et al.* Vulnerabilidade natural das grandes bacias hidrográficas brasileiras à tendência de contaminação de águas por agrotóxicos em função dos tipos de solos predominantes. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, Curitiba, v. 16, p. 39-52, jan./dez. 2006.

PINHEIRO, E. B. **Avaliação dos riscos de impacto ambiental com agrotóxicos usados na produção convencional e integrada do mamão**. Vitória – ES. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo.

PLANAS, S. *et al.* A proposal of methodology for air assisted sprayers assessment in apple orchards. *AgEng.*, **Madrid**, n. 96, p.A-149, 1996.

PLANAS, S.; SOLANELLES, F.; FILLAT, A. Challenges of recycling tunnel sprayers (RTS) in mediterranean vineyards and fruit orchards. *AgEng.*, **Warwick**, n. 00, p.PM-057, 2000.

PORSKAMP, H. A. J. *et al.* Measuring system for the spray output distribution of orchard sprayers. Second International Symposium on Pesticides Application Techniques , 365-371. Strasbourg, France. Published by ANPP and BCPC. 1993.

QUININO, U. C. M. *et al.* Avaliação da qualidade das águas subterrâneas na bacia do rio Gramame no Estado da Paraíba. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5., Natal, 2000. **Anais...** Natal: RN, 2000. p.162-167.

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.

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

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

RAMOS, H. H. No lugar certo. **Cultivar Máquinas**. 2001.

RAMOS, H. H. *et al.* Características da pulverização em citros em função do volume de calda aplicado com turbopulverizador. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.27, n.esp., p.56-65, jan. 2007.

RAMOS, N. F. *et al.* Presença dos vírus da mancha anelar e do amarelo letal em frutos de mamoeiro comercializados. **Revista Tropical Plant Pathology**, v 33, n. 6, November – Dez. 2008.

REIS, L.F.S.S.D.; QUEIROZ, S. M.P. **Gestão ambiental em pequenas e médias empresas.** –Rio de Janeiro; Qualitymark Ed., 2002. 140 p.

RIBEIRO, M. L. *et al.* Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Quim. Nova**, v. 30, n. 3, 688-694, 2007.

RODRIGUES, A. C. P. **Efeito de pontas e volumes de aplicação sobre os depósitos da pulverização em plantas de feijoeiro, *Bidens pilosa* L. E *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.** Botucatu – SP. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de concentração Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus Botucatu.

RODRIGUES, F. CARVALHO, O. Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento e Gestão Geoambiental: Uma Proposta Metodológica. **Revista Fluminense de Geografia 2.** Niterói, ano 1- jul/dez de 2005. Disponível em http://www.agbniteroi.org.br/Revista2/rfg2_texto4.htm>. Acesso em 10 out. 2009.

RUEDELL, J. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Plantio Direto**, Brasília, v.19, n.6, p.9-11, 2002.

SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 31, n. 2, p.390-395, 1988.

SALYANI, M.; MCCOY, C. W. Spray droplet size effect on mortality of citrus rust mite. In: Hazen, J. L. & D. A. Hovde (eds.), *Pesticide formulations and application systems: International aspects*. Philadelphia, ASTM STP, 9: 262-73. 1989.

SALYANI, M.; MCCOY, C. W. Spray deposition on citrus trees for different spray volumes. *Citrus & Vegetable Magazine* 53: 16-7, january. 1990.

SALYANI, M.; WHITNEY, J. D. Ground speed effect on spray deposition inside citrus trees. *Transactions of the ASAE* 33: 361-6, march/april. 1990.

SANTOS, J. M. F. dos. Dinâmica de Deposição de Gotas. In: _____. **Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos**. Ed: AgrEvo, 1998. p.10-12.

SCHMIDT, M. A. H. **Deposição da calda de pulverização na cultura da soja em função do tipo de ponta e do volume aplicado.** Marechal Cândido Rondon – PR. 2006. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

SCRAMIN, S. *et al.* Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. **Pesticidas**: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente, Curitiba, v. 12, p. 43-50, jan./dez. 2002.

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

SILVA, M. P. L. **Avaliação de três sistemas de aplicação de produtos fitossanitários líquidos**. Santa Maria – RS. 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - área de concentração Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria.

SINDAG 2009. **Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola**. Disponível em: <http://www.sindag.com.br>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

SOUZA, G. V. R. **ponta de pulverização e pressão de trabalho na aplicação de tebuconazole para o controle da ferrugem da soja**. Viçosa – Minas Gerais. 2006. 69 f. Tese (doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

SUMNER, P. E.; SUMNER, S.A. Comparison of new drift reduction nozzles. **St. Joseph: ASABE**, 1999.17p. ASAE Paper n.99-1156.

TACHIBANA, A. **Desenvolvimento e avaliação de sistemas de aplicação de defensivos para a citricultura**. Botucatu – SP. 2004. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas Campus Botucatu.

TAVANTI, D.R. *et al.* Estudo da Vulnerabilidade de Contaminação de Aquífero por Agrotóxicos, na Região de Descalvado e Analândia (SP). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n.1 Jan/Mar 2009, 53-61.

TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A. Controle de Qualidade na Aplicação de Herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26, 2008, Ouro Preto. **Anais ...** Ouro Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 281 – 290.

TERRA, M. A. **Efeito de pontas e volumes de pulverização na deposição de calda na cultura do milho e em plantas daninhas**. Botucatu-SP. 2006. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas Campus Botucatu.

TODA FRUTA. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>>. Acesso em 15 de nov. 2009.

TOKURA, L. K. **Efeito de pontas de pulverização e da palha de milho na deposição da calda aplicada em pós-emergência inicial das plantas daninhas**. Botucatu-SP. 2006. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de concentração: Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus Botucatu.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Sistema para análise estatísticas, SAEG V-9.0. In: Minas Gerais. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, 2001.

VELINI, E.D. *et al.* Utilização da condutividade elétrica para avaliação do depósito da calda de pulverização em alvos ou folhas. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Soc. Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p.427.

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

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.

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.

VIEGA, M. M. *et al.* Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, p . 2391-2399, nov, 2006.

WOLF, R.E.; FROHBERG, D.D. Comparison of drift for four drift reducing flat-fan nozzle types measured in a wind tunnel and evaluated using droplet scan software. St. Joseph: ASAE, 2002, 7p. ASAE **Paper** n.02-1101.