



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**IGOR MARTINS CORDEIRO**

**DEPÓSITO E PERDAS EM APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS NA CULTURA DO  
CAJUEIRO COM O USO DE DIFERENTES TAXAS E EQUIPAMENTOS DE  
APLICAÇÃO**

**FORTALEZA**  
**2013**

**IGOR MARTINS CORDEIRO**

**DEPÓSITO E PERDAS EM APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS NA CULTURA DO  
CAJUEIRO COM O USO DE DIFERENTES TAXAS E EQUIPAMENTOS DE  
APLICAÇÃO**

**Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Agrícola do Departamento  
de Engenharia Agrícola da  
Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial para a obtenção do  
grau de Mestre em Engenharia  
Agrícola.**

**Orientador: Prof. Dr. Renildo Luiz Mion**

**FORTALEZA**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

- C819d Cordeiro, Igor Martins.  
Depósito e perdas em aplicações de defensivos na cultura do cajueiro com o uso de diferentes taxas e equipamentos de aplicação / Igor Martins Cordeiro. – 2013.  
55 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2013.  
Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.  
Orientação: Prof. Dr. Renildo Luiz Mion.
1. Produtos químicos agrícolas. 2. Caju. I. Título.

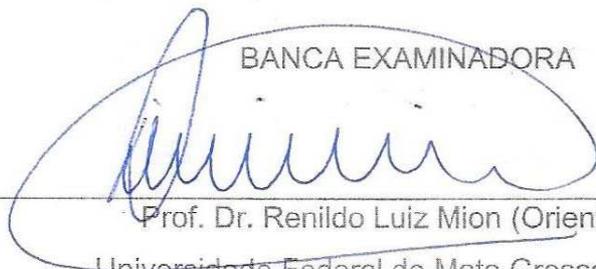
IGOR MARTINS CORDEIRO

**DEPÓSITO E PERDAS EM APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS NA CULTURA DO  
CAJUEIRO COM O USO DE DIFERENTES TAXAS E EQUIPAMENTOS DE  
APLICAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: 19/12/2013

BANCA EXAMINADORA



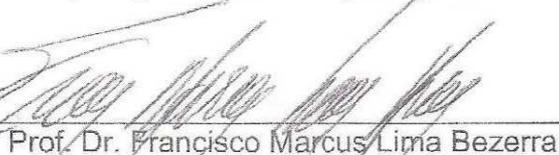
Prof. Dr. Renildo Luiz Mion (Orientador)

Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)



Dr. Marlon Vagner Valentim Martins

Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA)



Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Inez e Cordeiro (*in  
memoriam*)

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Cordeiro (*in memoriam*) e Inez, simplesmente por tudo, segurando as pontas nos momentos que mais precisei deles além dos conselhos e ensinamentos que levarei por toda a minha vida;

Aos meus irmãos, Gilberto e Giovanna, pelo companheirismo e convívio, desde as brincadeiras e até as discussões, que as levarei em minhas lembranças pelo resto da minha vida;

A minha amada Cássia por seu amor e apoio que me deram forças para vencer mais essa jornada;

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de concluir a graduação e pós-graduação;

A CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao professor Dr. Renildo pela orientação, ensinamentos e discussões desde os tempos da graduação;

Ao professor Ervino e ao Dr. Marlon pelas contribuições com o trabalho e participação na banca;

Aos amigos do NEMASA: Alam, Ricardo, Moacir, Ronaldo, Karla, Elivânia, Beatriz, Silvia, Virginia, Rafaela, Fábio, Ricardo, Marcelo, Clíce e Fidel, pela ajuda na realização dos trabalhos e pelo companheirismo durante esse período;

Aos grandes amigos Levi, Mauricelio, Rêmulo, Wagner, Roberto, Paulinha, Carla, Alexandre, Bruno, Lucas, Carol, Milena, Rômulo, Leonardo, George e outros pelos bons momentos e

A todos que me ajudaram de alguma forma durante toda essa minha caminhada.

## RESUMO

CORDEIRO, Igor Martins, Universidade Federal do Ceará. Dezembro de 2013. Depósito e perdas em aplicações de defensivos na cultura do cajueiro com o uso de diferentes taxas e equipamentos de aplicação. Orientador: Prof. Dr. Renildo Luiz Mion. Conselheiros: Dr. Marlon Vagner Valentim Martins e Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

A cajucultura, como atividade de importância econômica para o Nordeste brasileiro, vem passando por um período de decréscimo de produtividade, muito por causa do regime extrativista empregado no seu cultivo e pela falta de um mínimo de técnicas de manejo de produção, dentre eles o controle de pragas. Muitos são os fatores que influenciam na eficiência de uma aplicação de defensivos, porém grande parte dos produtores dão mais importância ao produto aplicado que a forma como ele é aplicado. Definir o volume adequado de calda a ser aplicado na copa de culturas arbóreas é uma tarefa difícil, devido a variabilidade existente entre os cultivos. O conceito de TRV (Tree Row Volume) surgiu como uma forma de adequar a quantidade de calda a ser aplicada em função do volume da copa da cultura. Objetivou-se com este trabalho avaliar a deposição de calda e corante na folha do cajueiro e as perdas de corante e calda para o solo em aplicações em oito taxas de aplicação, sendo quatro dessas taxas aplicadas com um turboatomizador, três com um equipamento costal motorizado e uma com equipamento costal manual. O experimento foi conduzido em uma área de cajueiro anão precoce localizada no município de Pacajús-CE. Para as aplicações, as taxas dos equipamentos foram regulados, onde para o turboatomizador foram realizadas regulagens na orientação do fluxo de ar, taxa de aplicação e do perfil de distribuição vertical da calda, para os equipamentos costal manual e costal motorizado foram feitas a regulagem das taxas de aplicação. Os testes de deposição de calda e corante na copa do cajueiro foram conduzidos no delineamento experimental de faixas, onde os tratamentos principais foram oito taxas de aplicação, sendo quatro destas aplicadas com o turboatomizador (100%, 85%, 70% e 50% da taxa de aplicação de referência), três pelo pulverizador costal motorizado (nível 6, entre o nível 3 e 4 e o nível 1 do controlador de vazão) e uma com o pulverizador costal manual, os tratamentos secundários foram os seis pontos de coletas na copa do cajueiro. Os testes de perdas de corante e de calda para o solo foram conduzidos no delineamento de blocos, onde os tratamentos foram as oito taxas de aplicação utilizados nos testes de deposição na copa. A deposição de calda na copa da cultura se deu de forma crescente a medida que se aumentou a taxa de aplicação, apresentando uma maior concentração na parte lateral da copa da cultura. Maiores valores de depósito de corante foram encontrados nos tratamentos com o pulverizador costal motorizado com regulador de vazão no nível 6 e entre os níveis 3 e 4, nas aplicações com o turboatomizador uma maior deposição de corante foi encontrada nos tratamentos com 70% e 55% da taxa de aplicação de referência. As aplicações com o turboatomizador apresentaram maior uniformidade de distribuição de corante nos pontos de coleta em relação aos equipamentos costal motorizado e costal manual. Maiores perdas de calda foram encontradas a medida que se aumentou a taxa de aplicação, com exceção da aplicação com o equipamento costal manual. Maiores perdas de corante foram encontradas nas aplicações com o equipamento costal manual, seguido das aplicações com o turboatomizador e com o pulverizador costal motorizado. As

aplicações com equipamento costal motorizado com regulador de vazão no nível 6 e entre os níveis 3 e 4 se mostraram mais eficiente em depositar calda na cultura do cajueiro, para as aplicações com o turboatomizador a taxa da aplicação com 55% da taxa da aplicação de referência se mostrou mais eficiente em depositar corante e com menores perdas. Pode-se concluir que a deposição na folha e perda para o solo de calda é maior quanto maior a taxa, porém a deposição de corante na folha é maior no equipamento costal motorizado e a maior perda de corante para o solo se dá na aplicação com o equipamento costal manual.

**Palavras-chave:** Pulverizadores. Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos. Taxa de aplicação. TRV.

## ABSTRACT

CORDEIRO, Igor Martins, Universidade Federal do Ceará. December 2013. Deposit and losses on defensive cashew applications using different rates and application equipment. Supervisor: Prof. Dr. Renildo Luiz Mion. Counselors: Dr. Marlon Vagner Valentim Martins e Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

The cashew cultivation as an activity of economic importance for the Brazilian Northeast, has been going for a period of decline in productivity, largely because of the extractive scheme employed in its cultivation and the lack of minimal technical management of production factors, among them pest control. There are many factors that influence the effectiveness of a pesticide application, however much the producers give more importance to the applied product than the form how it is applied. Set the appropriate water volume to be applied in the canopy of tree crops is a difficult task due to the variability between crops. The concept of TRV has emerged as a way to adjust the amount of syrup to be applied depending on the volume of the canopy. The objective of this study was to evaluate the deposition of dye and syrup in the cashew leaf and losses of dye and syrup for ground applications in eight application rates, with four of those rates applied air carrier sprayer with a three with a motorized knapsack equipment and a manual knapsack with equipment. The experiment was driving in an area of dwarf cashew localized in Pacajus - CE. The adjustment of application equipment used at work for the air carrier sprayer was made adjustments were made in the direction of air flow, application rate and the vertical distribution profile of the syrup to the knapsack and motorized knapsack equipment of the adjustment were made application rates. Tests of spray deposition and dye in cup cashew were conducted in experimental design tracks in a split plot design where the main treatments were eight application rates, four of which applied to the air carrier sprayer (100%, 85%, 70% and 50% of the application rate of reference), three by motorized knapsack sprayer (level 6, between level 3 and 4 and level 1 flow controller) and one with manual knapsack, secondary treatments were the six points collections in the cup cashew. Tests for loss of dye and syrup to soil were conducted in the experimental design of tracks, where treatments were eight application rates used in the tests deposition in the cup. The spray deposition on the cup occurred incrementally measure that increased the rate of application, with a higher concentration at the side of the cup. Higher values of deposit of dye were found in treatments with motorized knapsack sprayer with flow regulator at level 6 and between levels 3 and 4, the air carrier sprayer applications with greater deposition of dye was found in the treatments with 70 % and 55 % the rate of application of reference. The applications with the air carrier sprayer showed greater uniformity of dye at collection points in relation to motorized and manual equipment costal rib. Greater losses of the syrup as it increased the rate of application, with the exception of the application with knapsack equipment were found. Greater losses of dye were found in applications with manual knapsack equipment, followed by the air carrier sprayer applications and motorized knapsack sprayer. Applications with motorized knapsack equipment with flow regulator at level 6 and between levels 3 and 4 were more efficient in depositing the crop cashew dye, for applications with the air carrier sprayer application rate with 55 % of the rate of application of reference is more efficient in depositing dye and with smaller losses. It can be concluded that the deposition in the leaf and loss to the soil is greater the higher the rate, but the

deposition of dye on the leaf is higher in motorized knapsack sprayer and more loss of dye to the ground occurs in the application equipment knapsack.

**Keywords:** Sprayers. Pesticide Application Technology. Application rate. TRV.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Equipamentos de aplicação de defensivos utilizados na Extração Experimental da Embrapa em Pacajús (A - Turboatomizador, B - Pulverizador Costal Motorizado, C - Pulverizador Costal Manual).....	23
Figura 2. Figura esquemática do processo de ajuste da direção do fluxo de ar do turboatomizador .....	24
Figura 3. Medidas utilizadas para o cálculo do TRV .....	25
Figura 4. Vista frontal da mesa vertical para a medição da uniformidade de distribuição vertical do turboatomizador (1- Mesa vertical, 2- estrutura de ferro, 3- lamela de plástico, 4- funil de zinco) .....	28
Figura 5. Perfil de distribuição vertical para as pontas J6-2 na pressão de 1034,21 KPa, J6-2 na pressão de 792,0 KPa, J5-2 na pressão de 965,27 KPa e J5-2 na pressão de 689,48 KPa.....	30
Figura 6. Controlador de vazão do pulverizador costal motorizado.....	31
Figura 7. Faixa de aplicação .....	31
Figura 8. Desenho esquemático do caminho percorrido pelo pulverizador durante as aplicações e plantas amostradas no experimento na cor laranja.....	33
Figura 9. (A) Posições de coleta na planta para a amostragem de folhas de cajueiro e sentido de aplicação dos pulverizadores. IF- Inferior frontal, IL- Inferior lateral, IT- Inferior traseiro, SF- superior frontal, SL- Superior lateral e ST- Superior traseiro; (B) Vista superior dos pontos de coleta de folhas.....	34
Figura 10. (A) Posição dos coletores circulares para avaliação das perdas de corante para o solo em aplicações com os pulverizadores (B) Vista superior da posição dos coletores abaixo da copa da planta.....	34
Figura 11. Equipamentos utilizados para a quantificação dos depósitos e perdas no experimento (A) Espectrofotômetro (B) Medidor de superfície.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de Taxa de aplicação ( $L\ ha^{-1}$ ), Vazão da ponta ( $L\ min^{-1}$ ), Tipo de ponta e Pressão da ponta (KPa) para as diferentes regulagens do turboatomizador.

27

Tabela 2. Ângulo das pontas utilizados no turboatomizador nas diferentes taxas de aplicação. ....29

Tabela 3. Média dos depósitos de calda nas folhas do cajueiro em  $\mu L\ cm^{-2}$  em aplicações com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa) .....37

Tabela 4. Média dos depósitos de calda nas folhas do cajueiro em  $\mu L\ cm^{-2}$  para os pontos de coleta IF (Inferior frontal), IL (Inferior lateral), IT (Inferior traseiro), SF (Superior frontal), SL (Superior lateral) e ST (Superior traseiro) .....38

Tabela 5. Média dos depósitos de corante nas folhas do cajueiro em  $\mu g\ cm^{-2}$  em aplicações com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa) .....39

Tabela 6. Média dos depósitos de corante nas folhas do cajueiro em  $\mu g\ cm^{-2}$  para os pontos de coleta IF (Inferior frontal), IL (Inferior lateral), IT (Inferior traseiro), SF (Superior frontal), SL (Superior lateral) e ST (Superior traseiro) .....40

Tabela 7. Média dos depósitos de corante nas folhas do cajueiro em  $\mu g\ cm^{-2}$  em aplicações com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa) para os pontos de coleta IF (Inferior frontal), IL (Inferior lateral), IT (Inferior traseiro), SF (Superior frontal), SL (Superior lateral) e ST (Superior traseiro). ....41

Tabela 8. Média das perdas de calda para o solo em aplicações na cultura do cajueiro com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa) .....41

Tabela 9. Média das perdas de corante para o solo em aplicações na cultura do cajueiro com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa) .....42

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b><i>A cultura do cajueiro</i>.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b><i>Tecnologia de aplicação</i>.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b><i>Equipamentos de Aplicação</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4</b>	<b><i>TRV (Tree Row Volume)</i>.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b><i>Avaliação das Aplicações de Defensivos</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Área experimental.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Equipamentos de Aplicação.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Calibração dos pulverizadores.....</b>	<b>23</b>
3.3.1	Turboatomizador.....	23
3.3.2	Pulverizador costal motorizado e manual.....	30
<b>3.4</b>	<b>Teste deposição e perdas.....</b>	<b>32</b>
3.4.1	Teste de campo.....	32
3.4.2	Determinação do depósito e perdas.....	34
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta que pertence ao gênero *Anacardium* e à família *Anacardiaceae*, possivelmente foi originada no Brasil, podendo ser encontrada em todo o mundo tropical em uma faixa entre os paralelos 27° N e 28° S. A planta pode ser classificada de duas formas quanto ao seu porte, em cajueiro comum e cajueiro anão-precoce.

A cajucultura, como atividade de importância econômica, restringe-se a poucos países, como Nigéria, Índia, Costa do Marfim, Brasil e Vietnã, que recentemente se destacou como maior produtor mundial. Para o Nordeste do Brasil, a cajucultura, vem sendo uma atividade de grande importância econômica, já que a cultura se adapta as condições de baixa pluviosidade encontrada na região, além da importância econômica estratégica, visto que a atividade gera empregos no período de entressafra de outras culturas de tradicional importância econômica na região.

Recentemente a cultura vem passando por um período de decréscimo de produtividade dos pomares, muito desse decréscimo se dá em decorrência do modelo de exploração extrativista da cultura, desprovido de um mínimo de técnicas de manejo dos fatores de produção, como manejo de pragas e doenças.

O oídio (*Oidium anacardii*), que recentemente era considerada uma doença secundária na cultura do cajueiro para o Nordeste do Brasil, vem provocando perdas de produção nos últimos anos, tanto na produção de castanha como de pedúnculo.

Entende-se por tecnologia de aplicação o emprego do conhecimentos científicos que proporcionem a correta aplicação do produto biologicamente ativo no alvo, na quantidade exata, com um mínimo de perdas e afetando minimamente o meio ambiente, ela surge como uma ferramenta na ajuda da resolução dos problemas de ordem fitossanitária.

Uma aplicação de produtos fitossanitários é influenciada por diversos fatores e esses podem ser classificados em equipamento (desenho, tamanho de gota, tamanho do ventilador, volume de ar, direção e velocidade do ar), aplicação (taxa de aplicação, orientação e velocidade de avanço do bocal), alvo (variedade, estrutura da copa, área, cada linha e linhas alternadas), meteorológicos (velocidade do vento, direção do vento, temperatura e umidade) e operador (habilidade e atitude)

De modo geral, a maioria dos produtores rurais dá mais importância ao princípio ativo aplicado do que a forma como ele é aplicado, porém para uma aplicação eficiente é de fundamental importância se conhecer a forma como este será ministrado, de forma a garantir que ele alcance o alvo eficientemente com um mínimo de perdas.

É difícil definir o volume de calda adequado para aplicação de defensivos em culturas arbóreas, muito disso se deve a diferença no tamanho e densidade de copa existente entre os cultivos. O conceito de TRV (Tree Row Volume) surgiu visando uma diminuição das perdas nas aplicações de defensivos, esse sistema se baseia na adequação da quantidade de calda utilizada de acordo com o volume da copa da cultura.

Outro fator determinante em uma aplicação de defensivos é o tipo de equipamento, hoje, no mercado, pode-se encontrar os mais diversos tipos de equipamento, com diferentes princípios de funcionamento e cada um deles adaptado a necessidade de cada tipo de aplicação.

O objetivo do trabalho foi avaliar a deposição e perdas de calda e corante em aplicações com diferentes equipamentos de aplicação e diferentes taxas de aplicação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *A cultura do cajueiro*

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) é uma planta que pertence ao gênero *Anacardium* e à família *Anacardiaceae*, segundo Barros *et al.* (2002) ela é a única espécie cultivada deste gênero e a mais dispersa também. O primeiro registro da utilização do caju na alimentação humana foi por volta do ano de 1558, na época da dominação francesa no Brasil (LIMA, 1988). A cultura pode ser encontrada em quase todo o mundo tropical, embora em termos de importância econômica sua exploração restrinja-se a alguns países como Nigéria, Índia, Costa do Marfim, Brasil e Vietnã, que recentemente se destacou como maior produtor mundial (FAO, 2011).

Quanto à origem do cajueiro existem algumas divergências, onde se admite a África, Ásia e América como possíveis centros de origem da cultura. Alguns indícios apontam o Brasil como o possível centro de origem da espécie, ou pelo menos todo o norte da América do Sul e parte da América Central. Quanto à distribuição, pode ser encontrado em quase todo o mundo tropical, em uma faixa entre os paralelos 27° N, no Sudeste da Flórida, e 28° S, na África do Sul, verificando-se uma maior diversidade na região Nordeste do Brasil, onde ocorre em diversos ecossistemas, principalmente nas zonas costeiras, fazendo parte da vegetação de praias e dunas e nas formações de restinga (BARROS *et al.*, 2002; FROTA; PARENTE, 1995).

As folhas do cajueiro são simples, inteiras, alternas, de aspecto subcoriáceo, glabras e curto-pecioladas, medindo de 10 a 20 cm de comprimento e 6 a 12 cm de largura. O sistema radicular da planta é formado por uma raiz pivotante, muitas vezes bifurcada, profunda e por um conjunto de raízes laterais concentradas entre 15 e 32 cm da superfície do solo (BARROS *et al.*, 2002).

Quanto ao porte da planta o cajueiro pode ser classificado em dois tipos: o cajueiro comum e o cajueiro anão-precoce. O cajueiro comum é o mais difundido que o anão-precoce, apresenta também uma maior variabilidade fenotípica. O cajueiro-anão precoce tem porte baixo, copa homogênea, diâmetro do caule e envergadura bem inferiores ao do tipo comum (BARROS; CRISÓSTOMO, 1995). O cultivo do cajueiro anão-precoce, iniciado em meados dos anos 80, propiciou o cultivo nos moldes da fruticultura moderna, facilitado pelas suas características, tais

como porte baixo, precocidade, alto potencial produtivo, caule mais liso e de diâmetro menor o que auxilia na coleta dos frutos e melhor período de floração (JÚNIOR; BEZERRA, 2002).

O cajueiro apresenta inúmeros produtos de aproveitamento econômico, com mercado para a comercialização cada vez mais amplo. Da árvore, pode-se obter carvão, sendo as cinzas ricas em potássio, podendo ser também utilizadas na fabricação do sabão; as folhas novas, as cascas do tronco e dos ramos, devido aos seus altos teores de taninos, são utilizadas em curtumes; enquanto que a resina, por apresentar bom poder de colagem, é empregada em encadernações de livros e cadernos, colagem de selos e fabricação de vernizes (GALVÃO, 2006). Do caju obtém-se a amêndoa de castanha do caju, considerada uma das nozes mais apreciadas no mercado, o líquido da casca da castanha, fonte de fenol usada para diversos fins industriais e o suco integral de caju, com alto teor de vitamina C (PAULA PESSOA *et al.*, 1994).

A cajucultura é uma atividade de grande importância para a região Nordeste do Brasil, já que a cultura se adapta bem às condições climáticas da região, com baixa e irregular pluviosidade. Com uma área plantada de 768 mil ha, em 2011, a região Nordeste conta quase a totalidade da produção nacional, concentrada principalmente nos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia, além de ocupar mão-de-obra, a agroindústria exerce importante papel na região pelo significativo número de oportunidades de empregos diretos e indiretos, além da expressiva participação na geração de divisas externas. O potencial socioeconômico do cajueiro no semiárido é altamente estratégico devido aos empregos do campo que são gerados no período de entressafra das culturas tradicionais como milho, feijão e algodão, reduzindo, assim, o êxodo rural. (BANCO DO BRASIL, 2010; LEITE; PESSOA, 2002; LOPES NETO, 1997; PAIVA *et al.*, 2002; IBGE, 2012).

Segundo Oliveira (2002), apesar de ser uma cultura de grande importância social e econômica no Nordeste brasileiro, a cajucultura vem passando por um período crítico devido ao decréscimo de produtividade dos pomares, ocasionado principalmente pelo modelo de exploração extrativista que é feito pelos produtores. A heterogeneidade dos plantios comerciais existentes e a não adoção de uma tecnologia agrônoma orientadora mínima, vêm comprometendo todo o processo de produção com produtividades muito baixas.

Vários são fatores que contribuem para este declínio na produtividade na cajucultura, mas o sistema de cultivo, ainda desprovido de técnicas de manejo dos fatores relacionados à produção, como doenças e pragas, representam pontos críticos nesta queda de produção. As doenças do cajueiro estão entre os principais entraves à exploração eficiente da cultura, seja pelos danos diretos na fisiologia e na integridade física ou indiretamente na interação com outros tipos de estresses. Pode-se citar como as principais doenças do cajueiro nas microrregiões produtoras do nordeste brasileiro a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), a resinose, (*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.)Griffon), o mofo-preto [*Pilgeriella anacardii* (Bat., Bez., Cast & Matta)Von Arx & Müller], a podridão-preta-da-haste e a deterioração fúngica da amêndoa. Quanto às pragas do cajueiro, pode se destacar a broca-das-pontas (*Anthistarcha binocularis*), a traça-das-castanhas (*Anacampsis phytomiella*), o tripés-da-cinta-vermelha (*Selenothrips rubrocinctus*), as brocas-do-tronco e da raiz (*Marshallius anacardii* e *M. bondari*), a mosca-branca (*Aleurodicus coccois*) e as lagartas desfolhadoras (*Cicinnus callipsius*, *Thagona prostropaea*, *Eacles imperialis magnifica* e *Cerodirphia rubripes*). (CARDOSO *et al.*, 2002; FREIRE *et al.*, 1993; FARIAS, 2008).

Segundo Viana *et al.* (2011), o oídio (*Oidium acardii*), que até pouco tempo foi considerado secundário para a cultura do cajueiro no Nordeste brasileiro, vem provocando grandes perdas para a cultura nesses últimos anos, que podem ser tanto na produção de castanhas como de pseudofrutos. Seu sintoma é caracterizado por um revestimento pulverulento branco-acinzentado, podendo ser verificados em quase toda a parte aérea da planta, como folhas, flores, pedúnculo e castanhas.

## **2.2 Tecnologia de aplicação**

O conceito de tecnologia pode ser definido como sendo a aplicação do conhecimento científico a um determinado processo produtivo. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas é entendida como sendo o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta aplicação de produtos biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com um mínimo de perda (MATUO, 2006).

Segundo Matthews (2002) o principal objetivo da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas é colocar a quantidade exata de ingrediente ativo no alvo,

com um máximo de eficiência e da forma mais econômica possível, afetando minimamente o ambiente.

Para Matthews (2000), o modo de ação do produto químico pode influenciar na escolha da técnica de pulverização a ser utilizada, assim como o momento ideal da pulverização. Cita, como exemplo, que um inseticida pode atuar por contato no corpo do inseto, por ingestão ou por inalação deste pelo inseto; enquanto os fungicidas e herbicidas necessitam que a calda pulverizada entre em contato com o alvo.

Para Christofolletti (1999b) a aplicação é o processo de se colocar o produto químico no alvo, teoricamente, quanto maior a quantidade de produto depositada na superfície, maior será a sua ação. Desta forma, a aplicação de um determinado produto químico pode ser valorizada em termos de eficiência, que é a relação percentual entre a quantidade de produto depositada no alvo e a quantidade de produto emitida pela máquina.

A maioria dos produtores rurais dá mais importância ao princípio ativo a ser aplicado do que a forma como esses produtos são aplicados. Para que se tenha um eficiente programa de manejo fitossanitário, além de conhecer o produto a ser aplicado é de fundamental importância conhecer a forma como será ministrado esse produto, de forma a garantir que ele alcance o alvo eficientemente com um mínimo de perdas (CUNHA *et al.*, 2003).

Muitos são os parâmetros que afetam nos resultados de aplicações dos agrotóxicos. Estes parâmetros podem ser classificados em equipamento (desenho, tamanho de gota, tamanho do ventilador, volume de ar, direção e velocidade do ar), aplicação (taxa de aplicação, orientação e velocidade de avanço do bocal), alvo (variedade, estrutura da copa, área, cada linha e linhas alternadas), meteorológicos (velocidade do vento, direção do vento, temperatura e umidade) e operador (habilidade e atitude) (FAROOQ; LANDERS, 2004). Encontrar a melhor combinação destes fatores é muito difícil, exigindo do produtor que sejam feitos muitos ensaios para se obter há melhor combinação deles.

Uma pulverização é condicionada pelo momento em que ela é realizada e por sofrer influência dos fatores meteorológicos e biológicos. Sua eficiência é afetada pela forma, tamanho e posição do alvo, pela densidade, diâmetro de gota, velocidade de deslocamento e direção do fluxo de ar (BALAN *et al.*, 2006). Satow (1993) afirmou que o tamanho de gota, a velocidade, a turbulência e a direção do

vento não são os únicos fatores que podem influenciar a deriva em aplicação de defensivo, entretanto, fatores como o volume de aplicação, a distância do alvo, a pressão, a velocidade e a energia cinética das partículas pulverizadas também influenciam diretamente à deriva.

O perfil da tecnologia de aplicação de defensivos vem sendo mudado no Brasil. Práticas modernas de gerenciamento vêm se popularizando, visando à redução dos custos, a redução do impacto ambiental e a maior eficiência de aplicação. Cada vez mais os agricultores vêm dispondo de técnicas avançadas como pontas anti-deriva, aditivos de calda, aplicação em baixo volume, assistência de ar e o uso de sistemas eletrônicos para pulverizadores (ANTUNIASI; BAIO, 2004).

### **2.3 Equipamentos de Aplicação**

Registros históricos indicam que o primeiro instrumento utilizado na aplicação de produtos fitossanitários tenha sido uma broxa de pintura molhada com calda de sulfato de cobre e cal e agitada sobre folhas de parreiras de uvas na França (KISSMANN, 2001). A partir de então foram surgindo novas formas de aplicação desses produtos. Por volta de 1868 as plantas eram esfregadas ou lavadas com panos ou escovas embebidos com a mistura de produtos onde se utilizavam regadores para aumentar a velocidade de aplicação e a uniformidade da distribuição do produto nas culturas. Nesse período começaram a ser utilizados espanadores ou vassouras para arremessar líquidos sobre as plantas e desde então surgiram equipamentos contendo tanques sobre rodas, bombas manuais de recalque e alguns tipos de "espanadores" especiais para esses tipos de máquinas (CHAIN, 1999). Posteriormente, para a aplicação de caldas líquidas, surgiram os pulverizadores costais manuais, primeiro de folha-de-flandres, depois de latão. Hoje, equipamentos feitos de plásticos prestam excelente serviço em pequenas propriedades.

No Brasil, acredita-se que o primeiro equipamento utilizado tenha sido a "máquina de matar formigas", que consistia em um bojo metálico contendo brasas e arsênico ou enxofre, formando gases tóxicos que eram insuflados nos olheiros dos formigueiros. Com o passar do tempo às aplicações de herbicidas iniciadas nas culturas de cana, trigo e soja, exigiram a aplicação de calda líquida em grandes

áreas, o que houve então a necessidade de equipamentos com maior capacidade operacional (KISSMANN, 2001).

Hoje, no mercado de defensivos agrícolas, existem diversos tipos de equipamentos utilizados para a aplicação de defensivos agrícolas. Essas máquinas podem ser classificadas de diversas formas, desde a característica do produto aplicado (sólido, líquido e gasoso), fonte de potência (manual, tração animal, motorizado, tratorizado e aéreo) e tipo de acoplamento (montado, de arrasto autopropelido).

Costa (2009) classificou os equipamentos de aplicação via líquida de acordo com forma que o equipamento produz as gotas, podendo ser classificados em hidráulicos, pneumáticos, hidropneumático, termo nebulizadores, eletrostáticos e centrífugos, onde dentro de cada um destes tipos pode-se encontrar uma grande variação de pulverizadores. Segundo Ramos e Pio (2008) dentre os métodos de aplicação em uso hoje a aplicação via líquida, com o emprego de água como diluente, é o método predominante, devido à adesividade das partículas líquidas no alvo ser muito superior à do pó, bem como a sua tenacidade. Em pesquisa realizada por Ramos *et al.* (1998), em 3000 propriedades rurais de 100 municípios do estado de São Paulo, verificaram que 81,64% dos proprietários utilizavam a pulverização como um dos métodos de proteção de plantas. Dos pulverizadores utilizados 38,17% era a pressão com jato lançado manual, 25,21% a pressão com jato lançado tratorizado, 23,81% a pressão com jato lançado motorizado, 9,0% a pressão com jato transportado tratorizado de ventilador axial, 1,61% eram pneumáticos costais motorizados e 2,21%, outros tipos.

Entre as diferentes técnicas de aplicação de agrotóxicos, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em diferentes situações (TEIXEIRA, 1997), esses equipamentos possuem uma grande variabilidade quanto a sua forma, que vão desde os mais simples, do tipo costal, utilizado em pequenas áreas, até os equipamentos mais sofisticados, como os pulverizadores de barra autopropelidos e equipamentos de aplicação aérea. Os pulverizadores indicados para uso na pequena propriedade exigem baixa fonte de potência, sendo muitas vezes máquinas manuais, de tração animal, ou tracionado por pequenos tratores (RUAS, 2010).

Segundo Vicente *et al.* (1999), mais de 80% dos pulverizadores utilizados são costais ou semi-estacionários que são de uso geral e normalmente não são

projetados para atividades específicas, esses equipamentos são de baixa capacidade operacional e não possuem um sistema eficiente de proteção contra a deriva. Boa parte dos pequenos produtores nas diversas partes do Brasil baseia suas aplicações de defensivos exclusivamente por pulverizadores costais manuais, nas mais variadas circunstâncias (FAO, 1998).

Os sistemas de pulverização hidráulicos convencionais utilizados baseiam as aplicações pela quebra das gotas através de pressão hidráulica e a deposição do produto no alvo se dá pela força da gravidade, limitando a possibilidade de trabalhar com gotas muito pequenas, o que facilita o efeito da deriva e evaporação sobre a gota, havendo desta forma um maior gasto do produto para garantir a deposição em quantidade adequada de produto no alvo (CHRISTOFOLETTI, 1999a).

O uso de assistência de ar é uma importante ferramenta na aplicação de produtos fitossanitários em frutíferas (ABI-SAAB, 2000). Segundo Holownicki *et al.* (2000) os pulverizadores com jato transportado são os mais comumente utilizados em frutíferas. São fáceis de operar e efetivos em controle de pragas e doenças. Para Matthews (2000) o uso apropriado de assistência de ar é exigido para melhorar a distribuição dos produtos fitossanitários aplicados pelas diversas partes da planta.

O primeiro pulverizador costal motorizado acionado por motor de combustão interna foi desenvolvido na Alemanha em 1950 adaptado para polvilhadora, foi utilizado para aplicar formulações em pó em pomares e no cultivo de videiras (SOLO, 2001). Na África durante a década de 60 o pulverizador costal já se destacava dentre os tipos de pulverizadores mais utilizados para o controle de pragas na cultura cacaueteira (HIGGINS, 1966).

O pulverizador pneumático costal motorizado é constituído de um motor de combustão interna monocilíndrico de ciclo dois tempos, a gasolina, de baixa potência, que trabalhando na máxima rotação aciona uma bomba centrífuga. O líquido contido no reservatório de calda pode ser conduzido por gravidade, através de um sistema de mangueiras, passando por um registro de saída de calda até o mecanismo dosador instalado na lança, que é um ducto alongado responsável pela condução da corrente de ar e melhor posicionamento da pulverização com relação ao alvo, possui ainda o registro e o bico (ABNT, 1993). Na agricultura o pulverizador pneumático costal motorizado é uma máquina adequada para aplicação de inseticidas ou fungicidas em culturas de cereais, citros, frutas, hortaliças e legumes, de elevado índice de área foliar, não sendo indicado para aplicação de herbicidas. A

qualidade da pulverização é satisfatória porque permite que o produto aplicado atinja inclusive a superfície inferior das folhas (GADANHA JÚNIOR *et al.* 1991, TAKENAGA, 1973).

Turboatomizadores são equipamentos que apresentam bicos que estão localizados ao redor de uma turbina montado atrás do pulverizador com fluxo axial direcionado, para cima e para fora. Os ventiladores de fluxo axial são projetados para movimentar grandes volumes de ar a baixas pressões. Esta constituição melhora a eficiência da máquina, uma vez que o ar expelido pela turbina desloca a atmosfera inerte, localizada no interior da planta, facilitando a penetração das gotículas (GIL *et al.*, 1996; LANDERS, 2002).

Para Holownicki *et al.* (2000), os turboatomizadores são os equipamentos mais utilizados em culturas arbustivas, por serem fáceis de operar e efetivos no controle de pragas e doença. Os autores também citam que a pulverização com turboatomizadores se caracteriza como um processo ineficiente, devido às perdas ultrapassarem mais da metade do volume dos produtos fitossanitários pulverizados.

#### **2.4 TRV (Tree Row Volume)**

Encontrar o volume de calda adequado na aplicação de produtos fitossanitários em culturas arbóreas é uma tarefa muito difícil, em virtude de essas culturas possuírem diferentes volumes e densidade de copa. O controle inadequado da taxa de defensivo aplicado pode acarretar excesso ou falta de produto, acarretando em problemas ambientais ou controle ineficiente da enfermidade a ser tratada.

A busca por uma maior eficiência dos equipamentos de aplicação de defensivos, com conseqüente diminuição dos custos, tem levado os agricultores a diminuir o volume de calda aplicada (SILVA, 1999; SOARES; LEÃO, 2008). O uso de menores volumes de calda em aplicação de defensivos aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, além de diminuir o risco de contaminação ambiental durante a aplicação, pois reduz as perdas para o solo e, em muitos casos, a evaporação e à deriva. Com o incremento da capacidade operacional a máquina passa a realizar aplicações em áreas maiores em um menor período de tempo, porém isso é válido desde que hajam boas condições de temperatura, umidade e velocidade do vento (CHRISTOFFOLETI, 1999a).

No Brasil, comumente, as taxas de aplicação de defensivos são recomendadas em função da área cultivada, desconsiderando a variabilidade existente quanto a arquitetura das plantas, o que pode acarretar em um tratamento inadequado. Morgan (1964) apud Manktelow e Praat (1997) abordou esse problema propondo um método, o qual chamou de TRV, do inglês Tree Row Volume, que em português quer dizer “volume de linha de copa”, que nada mais é que medir o volume ocupado pela cultura em uma linha de cultivo. Essa metodologia propõe que as doses de defensivos sejam recomendadas em função do volume de copa ao invés de recomendações por área de cultivo, como é recomendado por maior parte dos produtos disponíveis no mercado.

O conceito de TRV foi desenvolvido como uma forma de adaptar a dose de produtos fitossanitários e volume de calda, para pomares em diferentes países, onde as árvores variam em idade, sistema de poda, a forma da árvore e a distância entre linhas (RUEGG, 1999).

Com o desenvolvimento de novas tecnologias na fruticultura, principalmente pelo uso de porta-enxertos que induzem menor vigor e a técnicas culturais que fomentam a indução floral, fazem com que essas culturas se desenvolvam em espaços cada vez mais reduzidos. Determinar os volumes de pulverização em função do conceito de volumetria das árvores (TRV - Tree Row Volume), poderá constituir um meio importante de otimizar o processo de pulverização (SOARES; LEÃO, 2008).

A proposta do TRV foi adotada com bons resultados por Herrera *et al.* (1980) na redução da variabilidade dos depósitos em aplicações de defensivos em maçã da variedade Red Delicious Spur, onde foi definida uma taxa de 0,116 L de calda por cada m<sup>3</sup> de folhagem.

Siegfried e Holliger (1996) relataram que o conceito de TRV foi estudado na Suíça para prever a taxa de aplicação em frutíferas, por meio desta metodologia conseguiu-se uma economia de 15 a 20% de defensivos agrícolas nas aplicações. Este conceito de TRV foi incluído nas recomendações para produtos fitossanitários pela Swiss Federal Research Station e nas diretrizes para a produção integrada no ano de 1996. Cross *et al.* (2001) realizaram avaliações de diferentes taxas de aplicação em pomares com diferentes valores de TRV que vão de 8349 a 19224 m<sup>3</sup>, observaram que a variação nas taxas de aplicação produz pouco efeito sobre os depósitos, mas a perda aumenta inversamente com o tamanho das árvores. Isto

permitiu-lhes concluir que a dose deve ser ajustada para eixos diferentes variáveis taxa de aplicação de árvores e manutenção de uma concentração constante.

## **2.5 Avaliação das Aplicações de Defensivos**

Segundo Minguela (2010), qualquer técnica recomendada para uma determinada aplicação de um produto fitossanitário deve conseguir controlar a praga utilizando uma dose mínima de produto, deve distribuir o produto da forma mais eficaz e sem degradar o ambiente, para isso, exige-se a existência de métodos que avaliem as aplicações, principalmente no que diz respeito as máquinas aplicadoras de defensivos.

A avaliação das aplicações de agroquímicos pode ser feita por meio de avaliações das respostas biológicas apresentadas pelos tratamentos fitossanitários, por meio da avaliação da deposição de marcadores químicos e/ou por avaliações físicas com papéis sensíveis a água ou por traçadores fluorescentes (MAGDALENA, 2004).

No Brasil, o processo mais empregado para estudar a dinâmica das aplicações de produtos fitossanitários, tem sido a análise da deposição das gotas por meio do uso de marcadores químicos, que facilitam a tomada de decisões na escolha da técnica mais adequada de aplicação e o melhor equipamento de pulverização. A análise da deposição desses produtos baseia-se na recuperação e detecção das substâncias, presentes na própria superfície das plantas ou em alvos artificiais, através de técnicas e equipamentos específicos (REZENDE, 2011).

A primeira utilização das avaliações da deposição da pulverização com a técnica de visualização do depósito nas folhas foi realizada pela primeira vez por Staniland (1959) usando pigmentos fluorescentes. Esse método tem se tornado uma prática largamente empregada, devido à facilidade de sua visualização e/ou remoção das folhas ou alvos coletores diretamente pela utilização de água (CHAIM *et al.*, 1999).

No Brasil, os estudos referentes à estabilidade dos corantes, às características físicas das caldas e ao desenvolvimento da metodologia de análise quantitativa envolvendo o corante Azul Brilhante, catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic” (FD&C) como FD&C Blue n. 1, foram inicialmente realizados por Palladini (2000). A partir desta data, a quase totalidade dos

pesquisadores no país tem se utilizado desta técnica para estudar a quantidade dos depósitos das pulverizações em alvos naturais ou artificiais (TOFOLI, 2001; NEGRISOLI *et al.*, 2002). Palladini (2000) verificou que soluções aquosas com os corantes Azul Brilhante, Azul Comercial, Amarelo Tartrasina e Amarelo Crepúsculo, nas concentrações de 0,15%, mantiveram o mesmo valor da tensão superficial da água. Os resultados mostraram que o uso desses produtos é adequado como marcadores, pois se enquadram dentro dos objetivos da utilização de produto marcador que, na ausência de adjuvantes, não proporcionam alterações na tensão superficial das soluções.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área experimental**

O presente trabalho foi realizado em uma área de cajueiro-anão precoce com altura média de 3,5 m e espaçamento de 7 x 4 m, localizada no município de Pacajus, no estado do Ceará, com coordenadas 4°11'269"S e 38°30'144"W e altitude de 82 m e localizada a 46 km de Fortaleza. A região é considerada uma zona de transição entre o Litoral e o Sertão, com clima predominantemente quente e subúmido do tipo AW, segundo classificação de Köppen.

#### **3.2 Equipamentos de Aplicação**

Foram utilizados três tipos de equipamentos de aplicação de defensivos no trabalho: um turboatomizador, um pulverizador costal motorizado e um pulverizador costal manual.

O turboatomizador utilizado foi da marca Jacto, modelo ARBUS 400 GOLDEN<sup>®</sup>, composto por tanque de 400 L em polietileno de alta densidade, visor de nível com escala graduada, agitador de calda por retorno hidráulico, pressão variável até 2758,77 kPa, bomba JP-75 com capacidade de recalque de 75 L min<sup>-1</sup> a 540 rpm, acionada pela tomada de potência do trator, ramal de bicos em aço inox com 12 bicos de cada lado com angulação individual regulável e registro individual, ventilador com pás de nylon e fibra de vidro de 0,85 m de diâmetro gerando velocidade média do ar de 35 m s<sup>-1</sup> (Figura 1 - A).

Foi utilizado um pulverizador costal motorizado da marca Stihl, modelo SR 420<sup>®</sup>, equipado com bomba de alta pressão, tanque em polietileno de alta densidade com capacidade de 13 L, tanque de combustível com capacidade para 1,5 L, motor a gasolina de 56.5 cc, rotação máxima de 7250 rpm e volume máximo de ar de 750 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. O equipamento possui um regulador de vazão que varia a vazão em seis níveis (Figura 1 - B).

O pulverizador costal manual utilizado foi da marca Jacto, modelo PJH<sup>®</sup>, munida de bico tipo cone JD-12P com vazão de 615 mL/min e pressão de trabalho de 6 kgf cm<sup>-3</sup>, tanque de polietileno com capacidade de 20 L, com câmara de compressão de latão e bomba de tipo pistão (Figura 1 - C).

**Figura 1.** Equipamentos de aplicação de defensivos utilizados na Extração Experimental da Embrapa em Pacajús (A - Turboatomizador, B - Pulverizador Costal Motorizado, C - Pulverizador Costal Manual)



Fonte: Autor.

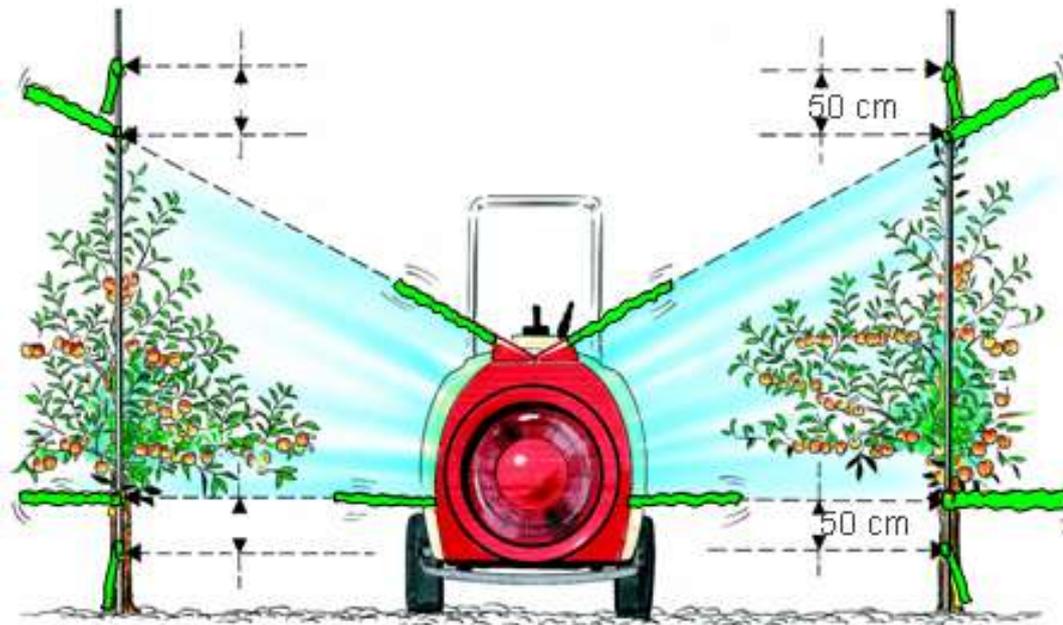
### 3.3 Calibração dos pulverizadores

#### 3.3.1 Turboatomizador

Para o turboatomizador, foram feitos ajustes na orientação do fluxo de ar, na taxa de aplicação e no perfil de distribuição vertical da calda.

1) Orientação do fluxo de ar: o ajuste da direção do fluxo de ar do pulverizador foi feito por meio do ajuste dos defletores da parte superior e da parte inferior do equipamento, onde teve como base o sistema descrito por Miguela e Cunha (2010). Na parte superior, foram colocadas duas fitas, uma logo acima da copa da planta e outra 50 cm acima da primeira. Na parte inferior da copa da planta, semelhante à parte superior, foram colocadas duas fitas, uma logo abaixo da copa e outra 50 cm abaixo da primeira (Figura 2).

**Figura 2.** Figura esquemática do processo de ajuste da direção do fluxo de ar do turboatomizador



Fonte: Cultivar A Segurança (2010).

2) Determinação da taxa de aplicação de referência: o cálculo da taxa de aplicação de referência foi feito conforme metodologia descrita por Viret *et al.* (1999), em que a taxa de aplicação é definida de acordo com o volume da copa da cultura, o TRV. O TRV de culturas com copa arredondada pode ser obtido por meio da equação 1. Usado uma fita métrica mediu-se a altura de copa (H), largura máxima da copa (L) e a distância entre linhas (D) (Figura 3), onde os valores obtidos foram de 1,66 m, 5,64 m e 7 m respectivamente. Com esses valores pode-se calcular o volume da copa das plantas pelo TRV (Tree Row Volume), que foi de 13369,55 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

$$\text{TRV} = -2020,5 + 4247,5 \cdot H + 4255,5 \cdot L - 2237,4 \cdot D \quad (1)$$

Em que,

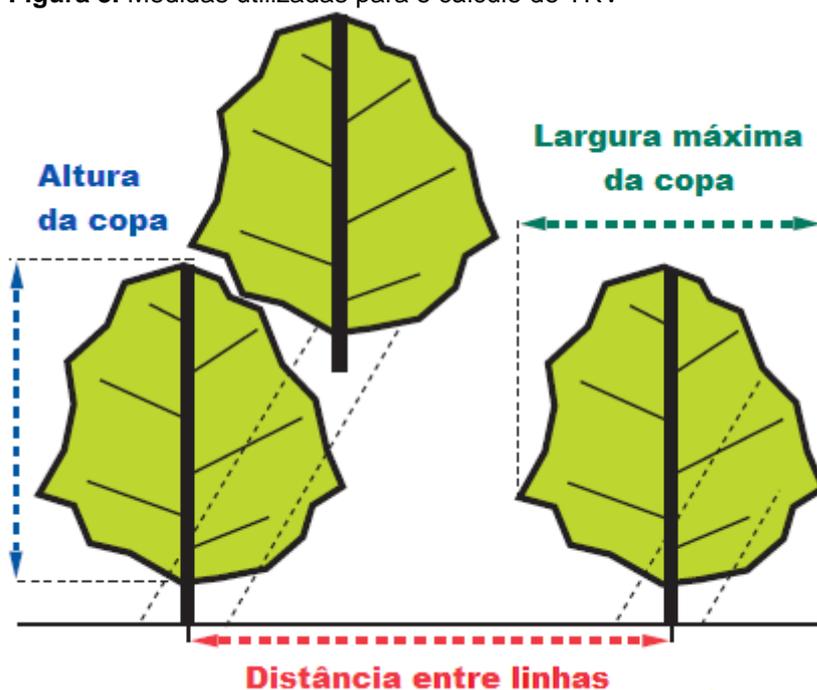
TRV - Tree Row Volume (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>);

H - Altura da copa (m);

L - Largura máxima da copa (m) e

D - Distância entre linhas (m)

**Figura 3.** Medidas utilizadas para o cálculo do TRV



Fonte: Viret *et. al.* (1999).

Com o valor do TRV da cultura se calculou a taxa de aplicação de referência através da equação 2, para valor de TRV inferior a  $17.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , ou através da equação 3, para valor de TRV superior a  $17.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Por possuir um valor de TRV inferior a  $17.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , a taxa de aplicação de referência foi calculada por meio da equação 2, o que levou a um valor de  $467,39 \text{ L ha}^{-1}$ .

$$Q_r = (\text{TRV} \cdot 0,02) + 200 \quad (2)$$

$$Q_r = 1,15 \cdot ((\text{TRV} \cdot 0,02) + 200) \quad (3)$$

Em que,

$Q_r$  - Taxa de aplicação de referência ( $\text{L ha}^{-1}$ ) e

TRV - Tree Row Volume ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )

3) Distribuição vertical da calda: As pontas de pulverização utilizadas no ensaio foram selecionadas de acordo com a vazão necessária para se atingir a taxa calculada pelo TRV, através da equação 4, considerando-se um valor de  $4 \text{ Km h}^{-1}$  para velocidade de trabalho do trator e o equipamento trabalhando com 7 pontas abertas.

$$q = (Q \cdot d \cdot V) / (600 \cdot n) \quad (4)$$

Em que,

q - Vazão da ponta ( $L \text{ min}^{-1}$ );

Q - Taxa de aplicação ( $L \text{ ha}^{-1}$ );

d - Distância entre linhas (m);

V - Velocidade de trabalho do trator ( $\text{km h}^{-1}$ ) e

n - Número de pontas abertas

A regulagem do ângulo dos bicos foi feita para quatro diferentes vazões de pontas, de forma a se obter no campo quatro taxas de aplicação, onde essas taxas de aplicação foram 100, 85, 70 e 55% da taxa de aplicação de referência, que corresponderam as taxas de 467,39, 398,28, 327,17 e 257,07  $L \text{ ha}^{-1}$  respectivamente. Para cada uma das taxas de aplicação calculou-se um valor da vazão necessário para cada uma das pontas utilizadas, onde para as taxas de 467,39, 398,28, 327,17 e 257,07  $L \text{ ha}^{-1}$  obteve-se uma vazão necessária em cada uma das pontas de 3,41, 2,9, 2,39 e 1,87  $L \text{ min}^{-1}$  respectivamente. Com os valores das vazões de ponta necessárias para cada taxa de aplicação, fez-se a seleção de pontas visando à escolha de pontas com diâmetro de gotas médio e com jato do tipo cone vazio, que segundo Miguela e Cunha (2010) e Masiá e Cid (2010), é o tipo de ponta recomendada em aplicações de fungicidas em equipamentos que possuem assistência a ar. Já que esse tipo de ponta permite uma melhor cobertura e penetração no interior da copa. As pontas selecionadas foram da série J da marca Jacto<sup>®</sup> de acordo com o critério descrito anteriormente, onde para a taxa de aplicação de 467,39  $L \text{ ha}^{-1}$  foi selecionado a ponta J6-2 trabalhando em pressão de 1034,21 KPa, para a taxa de aplicação de 397,28  $L \text{ ha}^{-1}$  foi selecionada a ponta J6-2 trabalhando em pressão de 792,9 KPa, para a taxa de aplicação de 327,17  $L \text{ ha}^{-1}$  foi selecionada a ponta J5-2 trabalhando em pressão de 965,27 kPa e para a taxa de aplicação de 257,07  $L \text{ ha}^{-1}$  foi selecionada a ponta J5-2 trabalhando em pressão de 689,48 KPa (Tabela 1).

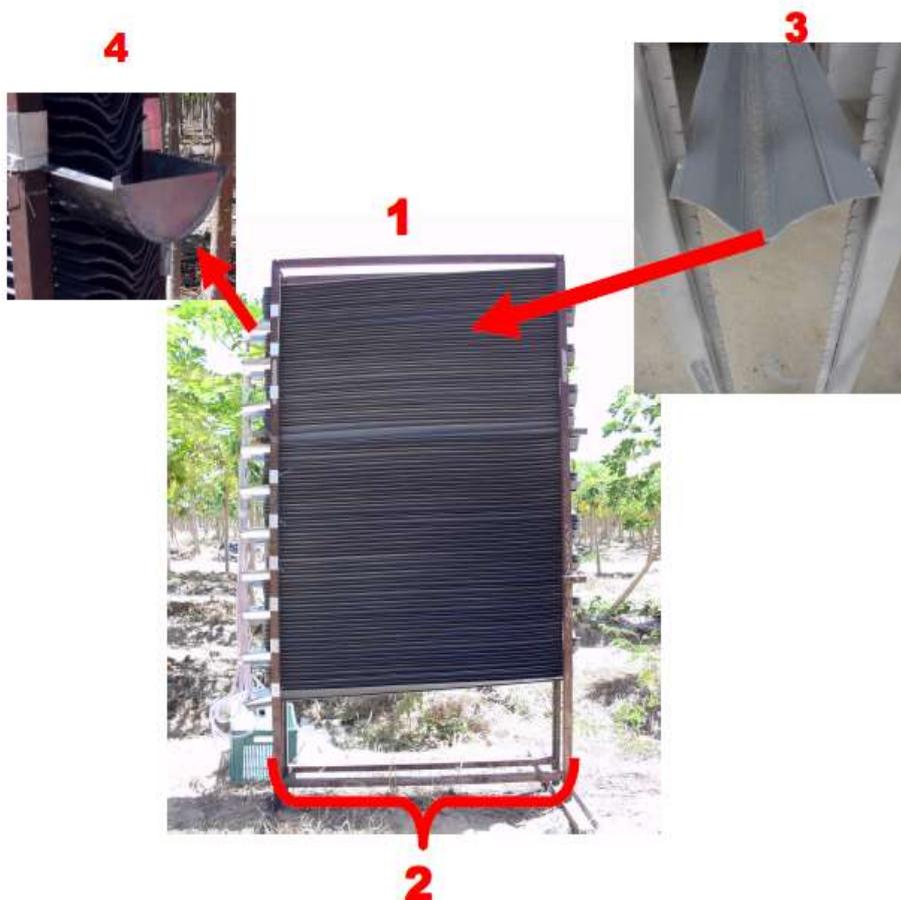
**Tabela 1.** Valores de Taxa de aplicação ( $L\ ha^{-1}$ ), Vazão da ponta ( $L\ min^{-1}$ ), Tipo de ponta e Pressão da ponta (KPa) para as diferentes regulagens do turboatomizador

	100 % Qr	85 % Qr	70 % Qr	55 % Qr
Taxa de aplicação ( $L\ ha^{-1}$ )	467,39	397,28	327,17	257,07
Vazão da ponta ( $L\ min^{-1}$ )	3,41	2,9	2,39	1,87
Tipo de ponta	J6-2	J6-2	J5-2	J5-2
Pressão da ponta (KPa)	1034,21	792,9	965,27	689,48

Fonte: autor.

A regulagem dos ângulos das pontas do pulverizador foi feita com o auxílio de uma mesa vertical (Figura 4 - 1), na qual é constituído de um quadro de secção retangular, com dimensões: 2,90 m de altura, e 1,42 m de largura, com entalhes laterais a cada 0,021 m onde são montadas as calhas coletoras de plástico (Figura 4 - 3), onde toda a estrutura da mesa se encontra sustentada por uma estrutura de ferro (Figura 4 - 2). As calhas coletoras são canais horizontais com 1,55 m de comprimento, de secção ondulada e ressalto interno longitudinal. As laterais do quadro são abertas e o coletor de gotas foi montado sobre uma estrutura de ferro com 1 m de comprimento e 0,18 m de largura. As calhas coletoras foram posicionadas no interior da estrutura com uma declividade de  $12^{\circ}$ , sendo que a primeira saída lateral para a coleta do líquido situa-se após a 10<sup>a</sup> calha e assim sucessivamente. A cada dez (10) calhas coletoras foram colocados funis projetados para frente da área de captura do líquido pulverizado (Figura 4 - 4), funcionando como coletores das águas captadas nas calhas, conduzindo-as até as provetas graduadas, por meio de mangueiras de polietileno conectadas na saída do funil com diâmetro de 0,0127 m (DANTAS, 2010).

Figura 4. Vista frontal da mesa vertical para a medição da uniformidade de distribuição vertical do turboatomizador (1- Mesa vertical, 2- estrutura de ferro, 3- lamela de plástico, 4- funil de zinco)



Fonte: DANTAS (2010).

Durante o processo de calibração o centro do turboatomizador foi posicionado a uma distância de 3,50 m da mesa coletora. O primeiro funil de coleta foi posicionado a 1,60 m em relação ao solo, recebendo o líquido coletado no intervalo de 1,60 a 1,80 m. Acima do primeiro funil, a cada 0,20 m, foram colocados mais nove funis, que coletaram cada um o líquido depositado em um intervalo de 0,20 m.

No processo de regulagem do ângulo dos bicos de pulverização foi feito o fechamento dos cinco últimos bicos contando de cima para baixo nas 4 taxas de aplicação utilizadas no trabalho e o restante dos bicos que permaneceram abertas e foram posicionadas com um ângulo de 32°, 30°, 32°, 28°, 42°, 38° e 38° para a ponta J6-2 nas pressões de 1034,21 e 792,9 KPa; com ângulos de 32°, 30°, 32°, 25°, 30°,

44° e 58° para a ponta J5-2 na pressão de 965,27 KPa e com ângulos de 48°, 41°, 34°, 30°, 37°, 36° e 58° para a ponta J5-2 na pressão de 689,48 KPa (Tabela 2).

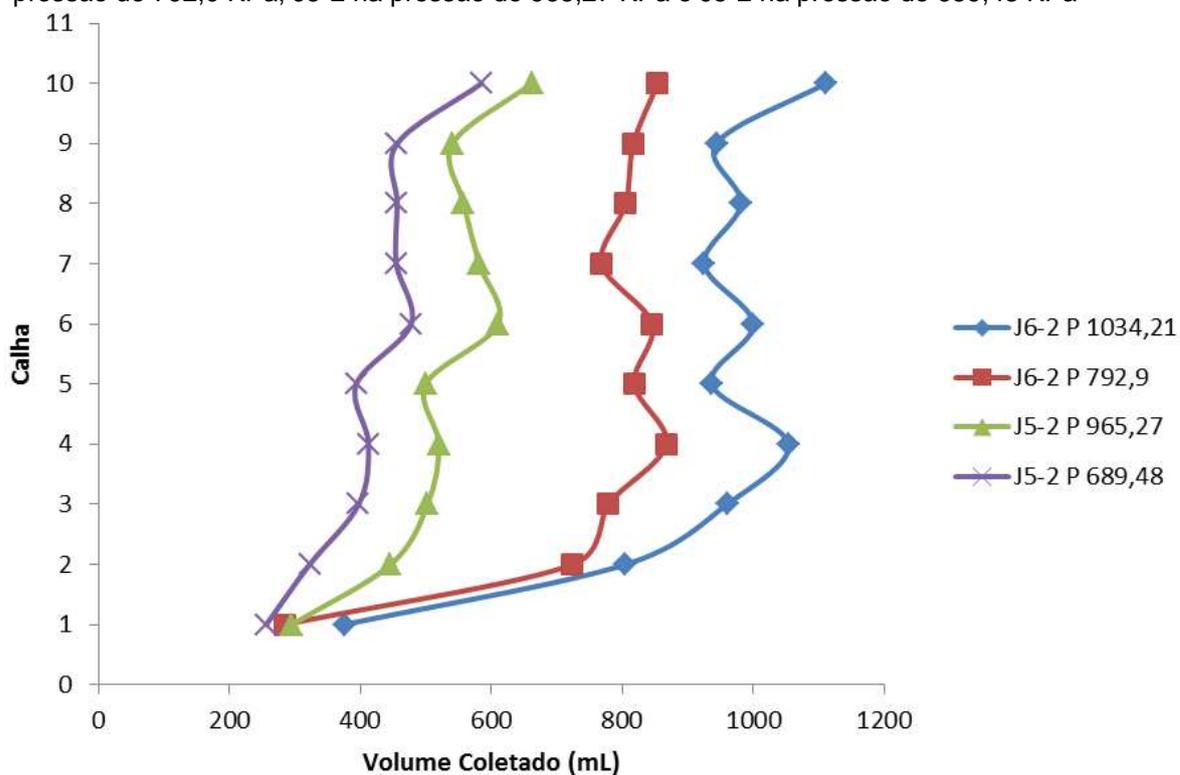
**Tabela 2.** Ângulo das pontas utilizados no turboatomizador nas diferentes taxas de aplicação

	100 % Qr	85 % Qr	70 % Qr	55 % Qr
1	32	32	32	48
2	30	30	30	41
3	32	32	32	34
4	28	28	25	30
5	42	42	30	37
6	38	38	44	36
7	38	38	58	58
8	Fechado	Fechado	Fechado	Fechado
9	Fechado	Fechado	Fechado	Fechado
10	Fechado	Fechado	Fechado	Fechado
11	Fechado	Fechado	Fechado	Fechado
12	Fechado	Fechado	Fechado	Fechado

Fonte: Autor.

Por meio da Figura 5 pode-se observar o perfil de distribuição vertical do lado direito do turboatomizador após a regulagem dos ângulos dos bicos de pulverização, para as pontas J6-2 nas pressões de trabalho de 1034,21 KPa e 792,9 KPa e J5-2 nas pressões de trabalho de 965,27 KPa e 689,48 KPa. A regulagem dos ângulos dos bicos de pulverização permitiu a coleta de um volume uniforme nas posições semelhantes à copa da cultura do cajueiro, reduzindo o volume aplicado nas regiões acima e abaixo do que seria a copa do cajueiro, pontos esses, que causariam perdas de calda caso não fosse realizado regulagem dos ângulos dos bicos de pulverização.

**Figura 5.** Perfil de distribuição vertical para as pontas J6-2 na pressão de 1034,21 KPa, J6-2 na pressão de 792,0 KPa, J5-2 na pressão de 965,27 KPa e J5-2 na pressão de 689,48 KPa



Fonte: Autor.

Mion et al.(2012) destacaram a importância do processo de calibração dos bicos de um pulverizador, evidenciando uma melhor uniformidade de distribuição volumétrica da calda ao longo do perfil vertical após o ajuste do ângulo dos bicos do turboatomizador, além de mostrar uma melhora na deposição de calda e na uniformidade de distribuição da calda na copa do cajueiro.

### 3.3.2 Pulverizador costal motorizado e manual

Nos pulverizadores costal manual e costal motorizado a definição da taxa de aplicação seguiu a metodologia descrita por Costa (2009) com algumas adaptações. Para o pulverizador costal motorizado foram utilizadas três taxas de aplicação, sendo elas reguladas através do regulador de vazão presente no pulverizador (Figura 6), onde o mesmo foi ajustado para o nível 1, entre o nível 3 e 4 e no nível 6. Para o pulverizador costal manual foi usada apenas uma taxa.

**Figura 6.** Controlador de vazão do pulverizador costal motorizado



Fonte: Pest Control Shop (2013).

Foram escolhidas oito plantas, que representavam bem a área de estudo, para ser feita a aplicação com os dois pulverizadores. Após a aplicação, foi medido o volume de líquido gasto para aplicar nas oito plantas (Vol), o mesmo procedimento foi realizado três vezes. Com os valores médios dos volumes gastos, da faixa de aplicação e espaçamento entre plantas, foi calculada a taxa de aplicação desses pulverizadores conforme equação 5, em que para culturas perenes a faixa de aplicação é dada pela metade do espaçamento entre linhas (Figura 7).

**Figura 7.** Faixa de aplicação



Fonte: Costa (2009).

$$Q_r = (\text{Vol} \cdot 10000) / (8 \cdot f \cdot e) \quad (5)$$

Em que,

$Q_r$  - Taxa de aplicação de referência ( $\text{L ha}^{-1}$ )

Vol - Volume gasto (L);

f - Faixa de aplicação (m) e

e - espaçamento entre plantas (m).

A partir da calibração dos equipamentos costal manual e costal motorizado obteve-se taxas de aplicação de 241,07, 158,93 e 18,3  $\text{L ha}^{-1}$  para o equipamento costal motorizado com o regulador de vazão nos níveis 6, entre 3 e o nível três e o nível 4 e no nível 1 respectivamente e 124,11  $\text{L ha}^{-1}$  para o equipamento costal manual.

### **3.4 Teste deposição e perdas**

#### **3.4.1 Teste de campo**

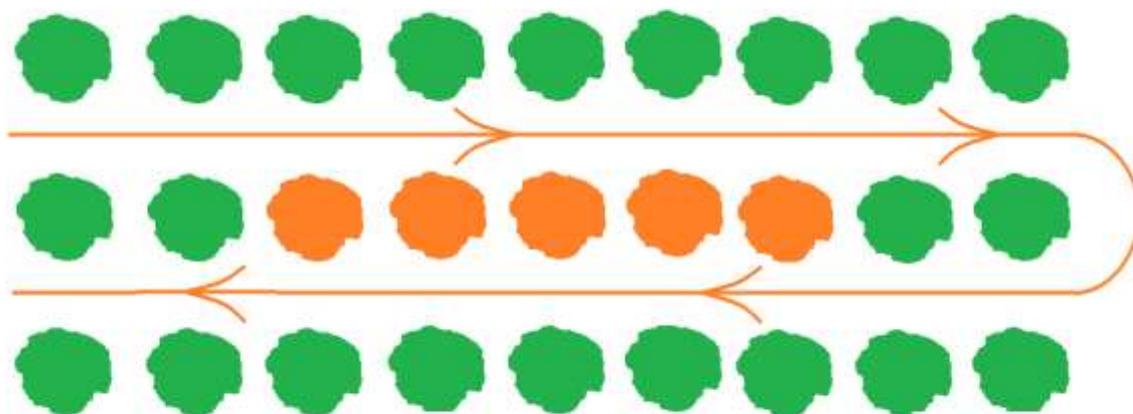
Os testes de deposição na copa do cajueiro foram conduzidos em faixas no delineamento experimental de blocos, onde os tratamentos foram seis pontos de coletas na copa do cajueiro e oito taxas de aplicação, sendo quatro destas taxas aplicadas com o turboatomizador, três por um pulverizador costal motorizado e uma com um pulverizador costal manual. As taxas de aplicação utilizadas as utilizadas durante o processo de calibração, onde para o turboatomizador se utilizou quatro taxas (100, 85, 70 e 50% da taxa de aplicação de referência), três taxas no pulverizador costal motorizado (nível 6, entre o nível 3 e 4 e nível 1 do controlador de vazão do equipamento) e uma taxa no pulverizador costal manual. Os testes de perdas nas aplicações na cultura do cajueiro foram conduzidos no delineamento experimental de blocos com oito tratamentos, sendo esses tratamentos oito taxas de aplicação usadas os testes de deposição.

Para a avaliação da deposição foi utilizado um traçador composto de corante azul brilhante, classificado como FD&C nº 1 pela “Food, Drug, and Cosmetic”. A concentração de traçador utilizada foi 2g de corante para cada litro de calda na maior taxa de aplicação conforme a metodologia de Palladine (2000). Porém nas outras taxas não se utilizou a mesma concentração como descrito na

metodologia do mesmo autor. No trabalho, fez-se um ajuste na concentração do corante de forma a se obter a mesma quantidade de corante por unidade de área aplicada.

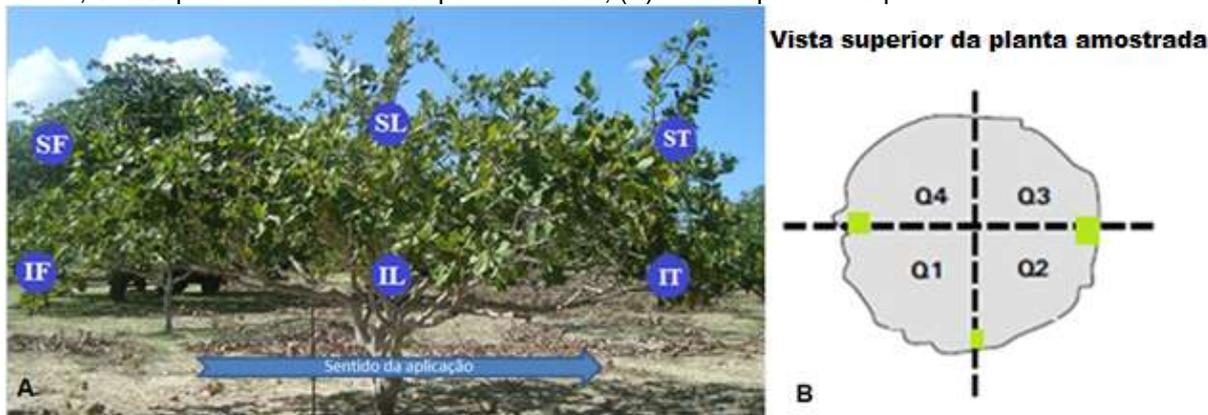
No momento dos ensaios a temperatura média foi de 30,28 °C e umidade relativa do ar média foi de 57,3%. Durante a aplicação foram pulverizadas duas linhas entre cajueiros e na fileira central entre as linhas de aplicação foram escolhidas cinco plantas para amostragem de folhas, conforme Figura 8. Após a pulverização foram coletadas cinco folhas em cada um dos seis diferentes pontos externos de amostragem: dois na parte frontal (SF e IF), dois na lateral (SL e IL) e dois na parte traseira da planta (ST e IT), de acordo com a Figura 9. Após a coleta, as folhas foram agrupadas, colocadas em sacos plásticos, identificadas segundo as posições de coleta na planta e posteriormente acondicionadas em ambiente refrigerado até as análises em laboratório.

**Figura 8.** Desenho esquemático do caminho percorrido pelo pulverizador durante as aplicações e plantas amostradas no experimento na cor laranja



Fonte: Autor.

**Figura 9.** (A) Posições de coleta na planta para a amostragem de folhas de cajueiro e sentido de aplicação dos pulverizadores. IF- Inferior frontal, IL- Inferior lateral, IT- Inferior traseiro, SF- superior frontal, SL- Superior lateral e ST- Superior traseiro; (B) Vista superior dos pontos de coleta de folhas



Fonte: Autor.

Para as análises das perdas para o solo, foram colocados seis coletores circulares abaixo da planta, dois na parte traseira, dois na lateral e dois na parte frontal da planta, conforme indica a Figura 10. Após a aplicação os coletores foram coletados no campo, seladas, identificadas, agrupadas e acondicionadas em ambiente refrigerado até as análises em laboratório, de conforme a metodologia descrita por Magdalena (2004).

**Figura 10.** (A) Posição dos coletores circulares para avaliação das perdas de corante para o solo em aplicações com os pulverizadores (B) Vista superior da posição dos coletores abaixo da copa da planta



Fonte: Autor.

### 3.4.2 Determinação do depósito e perdas

Para a determinação do depósito e das perdas para o solo, em cada saco plástico contendo as folhas e em cada um dos coletores circulares, foram colocados 100 e 20 mL de água destilada, respectivamente, seguindo de agitação para a

remoção total do corante das folhas e dos coletores circulares. Em seguida foram feitas as leituras da absorvância das soluções de cada recipiente por meio de um espectrofotômetro da marca Biospectro modelo SP-22 (Figura 11 - A), equipado com filtro no comprimento de onda de 630 nanômetros (nm), conforme método desenvolvido por Palladini (2000).

**Figura 11.** Equipamentos utilizados para a quantificação dos depósitos e perdas no experimento (A) Espectrofotômetro (B) Medidor de superfície



Fonte: Autor.

Para determinar a concentração (ppm) dos depósitos foi confeccionada a curva padrão de linearidade, para cada taxa de aplicação, com a mesma solução aplicada a campo. A curva padrão de determinação da concentração do marcador na solução aplicada a campo foi determinada com modelo de regressão linear descrita pela Equação 6:

$$\text{Abs} = \text{Abs}_{\text{água}} + a \cdot C \quad (6)$$

Em que,

Abs - valor de leitura de absorvância;

$\text{Abs}_{\text{água}}$  - valor de leitura de absorvância da água;

a - coeficiente angular e

C - concentração inicial do marcador na calda (ppm)

Assim, a concentração (C) do produto depositado pode ser apresentada conforme a seguinte Equação 7:

$$C = (\text{Abs} - \text{Abs}_{\text{água}}) / a \quad (7)$$

O depósito de calda em  $\mu\text{L}$  pode ser encontrado por meio da Equação 8.

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f \quad (8)$$

Em que,

$C_i$  - concentração inicial do marcador na calda (ppm)

$V_i$  - volume retido pele alvo ( $\mu\text{l}$ )

$C_f$  - concentração detectada em densidade óptica (ppm)

$V_f$  - volume de diluição da amostra de cada planta ( $\mu\text{l}$ )

Após a determinação do depósito por folha, foi medida a área foliar de cada uma das folhas coletada e a área dos coletores circulares. Utilizando um medidor de superfície (LI-3100, Area Meter, Li-Cor.®, Lincoln, Nebraska, USA) (Figura 11 - B) foi feita a medida da área de cada uma das folhas coletadas, enquanto a área do coletor circular foi medida através do uso de uma régua para a medição do raio coletor para posterior cálculo de sua área. Os valores de área das folhas e da área do coletor circular foram utilizados para se calcular o depósito de calda por unidade de área, de acordo com a Equação 9.

$$D = V / A \quad (9)$$

Em que,

D - Depósito de calda na folha ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ );

V - volume retido pele alvo ( $\mu\text{l}$ ) e

A - Área da folha ou do coletor circular ( $\text{cm}^2$ )

Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro, para comparação das médias.

Para a análise estatística, os dados de perda de calda e perda de corante para o solo foram transformados em  $(x + 0,5)^{0,5}$ . Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, para comparação das médias.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados da análise de variância para valores de depósito de calda em aplicações na cultura do cajueiro observou-se que houve diferença estatística entre as médias dos depósitos encontrados quando se variou o equipamento e os pontos de coleta, porém não houve interação entre os dois fatores (Anexo).

A mudança no equipamento proporcionou alteração na quantidade de líquido depositada na folha de cajueiro (Tabela 3), com característica de maior deposição quando aumentou a taxa de aplicação, destacando o turboatomizador com maior valor de deposição para a aplicação da taxa de referência (Qr), que foi de  $3,5 \mu\text{L cm}^{-2}$ , e decrescendo até a menor taxa de aplicação, do equipamento costal motorizado na taxa de aplicação de  $18,3 \text{ L ha}^{-1}$ , que obteve uma retenção de calda de  $0,13 \mu\text{L cm}^{-2}$ . Cunningham e Harden (1998), em experimentos com citros, observou que existiu um padrão de maior retenção de calda na copa da cultura à medida que se aumentaram a taxa de aplicação, até o ponto que a retenção é diminuída com o aumento da taxa. Esse comportamento explica o aumento da retenção de calda com o aumento da taxa de aplicação observada no trabalho.

**Tabela 3.** Média dos depósitos de calda nas folhas do cajueiro em  $\mu\text{L cm}^{-2}$  em aplicações com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa)

Equipamento	Taxa de aplicação ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Depósito de calda ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )	
Qr	467,39	3,5036	a
85% Qr	397,28	2,9567	b
70% Qr	327,17	3,0246	b
55% Qr	257,07	2,2547	c
CMo 6	241,07	2,0908	c
CMo 3,5	158,93	1,1864	d
CMo 1	18,3	0,1278	f
CMa	124,11	0,7170	e

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

Na Tabela 4 estão expressos os valores médios das deposições de calda nos diferentes pontos de coleta na planta, observando que os maiores valores ocorreram na parte lateral da planta. Isso se deve há uma menor distancia da lateral da planta com o pulverizador, reduzindo a influência do vento e da evaporação no caminho percorrido pela gota do pulverizador até a planta. Cunha et al. (2005) afirma

que de maneira geral a deposição é menor nas partes mais distantes e internas do dossel das culturas, e que no caso de aplicações de fungicidas, pode proporcionar uma baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de produtos de contato, que requerem cobertura uniforme em toda a planta.

**Tabela 4.** Média dos depósitos de calda nas folhas do cajueiro em  $\mu\text{L cm}^{-2}$  para os pontos de coleta IF (Inferior frontal), IL (Inferior lateral), IT (Inferior traseiro), SF (Superior frontal), SL (Superior lateral) e ST (Superior traseiro)

Ponto de Coleta	Depósito de calda ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )	
IF	1,7470	c
SF	1,8725	b c
IL	2,1991	a b
SL	2,2617	a
IT	1,8949	a b c
ST	1,9211	a b c

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

Através da análise de variância para os valores de deposição de corante em aplicações na cultura do cajueiro foi observado que houve interação significativa para os valores das médias dos fatores equipamento, pontos de coleta e para a interação equipamento x pontos de coleta (Anexo).

Maiores valores de depósito de corante ocorreram nas aplicações com o equipamento costal motorizado com o regulador de vazão no nível 6 e 3,5, demonstrando maior eficiência em depositar o produto (corante) na folha de cajueiro (Tabela 5). Esse maior padrão de deposição pode ser explicado devido ao melhor direcionamento da calda que é permitido com esse equipamento, já que no momento da aplicação o operador consegue direcionar o jato produzido pelo equipamento, colocando-o apenas nas regiões onde existam folhas, o que pode levar a uma redução nas perdas, conseqüentemente, com uma maior deposição na copa da planta em relação a outros equipamentos. Para Christoffoleti (1999a) quanto maior a quantidade de produto depositada na superfície, maior será a sua ação, desta forma, a aplicação de um determinado produto químico pode ser valorizada em termos de eficiência, que é a relação percentual entre a quantidade de produto depositada no alvo e a quantidade de produto emitida pela máquina.

**Tabela 5.** Média dos depósitos de corante nas folhas do cajueiro em  $\mu\text{g cm}^{-2}$  em aplicações com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa)

Equipamento	Taxa de aplicação ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Depósito de corante ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )	
Qr	467,39	7,0073	c
85% Qr	397,28	6,9570	c
70% Qr	327,17	8,6418	b c
55% Qr	257,07	8,2094	b c
CMo 6	241,07	11,3504	a
CMo 3,5	158,93	9,7693	a b
CMo 1	18,3	6,5291	c
CMa	124,11	7,5214	b c

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

Para as aplicações com o turboatomizador os maiores valores de corante depositado nas folhas foram encontrados nas taxas de aplicação de 70 e 55% da taxa de aplicação de referência. O resultado de ambos não diferiu estatisticamente, logo, pode-se afirmar que o tratamento 55% Qr, foi mais eficiente em depositar o corante na copa da planta. Esse tratamento utilizou uma menor quantidade de calda para depositar uma quantidade semelhante de produto na copa do cajueiro (Tabela 5). Porém, apenas com o dado de deposição de produto não se pode afirmar que o método é o mais eficiente quando se visa o controle de doenças, já que o controle não se leva em consideração apenas a quantidade de produto depositada, mas também uma boa distribuição é importante no controle.

Testes com aplicações com mesmas quantidades de calda por volume de copa em diferentes volumes de copas devem ser feitos, além de testes com aplicações voltadas para o controle de doenças que comprovem os resultados observados no trabalho.

As médias dos depósitos de corante nos diferentes pontos de coleta foram maiores na posição lateral da copa da planta, semelhante ao acontecido nos depósitos de calda (Tabela 6).

**Tabela 6.** Média dos depósitos de corante nas folhas do cajueiro em  $\mu\text{g cm}^{-2}$  para os pontos de coleta IF (Inferior frontal), IL (Inferior lateral), IT (Inferior traseiro), SF (Superior frontal), SL (Superior lateral) e ST (Superior traseiro)

Ponto de Coleta	Deposito de corante ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )	
IF	7,1023	c
SF	7,6064	c
IL	10,0007	a
SL	9,3888	a b
IT	7,8163	b
ST	7,5744	c

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

Na Tabela 7 pode-se observar os valores médios dos depósitos de corante na folha de cajueiro para a interação ponto de coleta e equipamento de aplicação. Nas aplicações com o turboatomizador, observa-se que dentro de cada um dos tratamentos não houve diferença estatística nos depósitos para os pontos de coleta em cada um dos equipamentos, se mostrando bem uniforme nos seis pontos de coleta, o que mostra que o processo de calibração do perfil de distribuição vertical se mostrou eficiente. Para as aplicações com os equipamentos costais manuais e costal motorizado é observado uma situação diferente onde a maior concentração do corante ocorreu na parte lateral da copa.

O movimento do ar gerado pelo conjunto trator-pulverizador tende a influenciar significativamente a distribuição da gota pulverizada, aumentando a penetração das gotas no interior da cultura e reduzindo a deriva da pulverização. (MATTHEWS, 2000; TAYLOR et al., 1989; COOKE et al., 1990; TAYLOR; ANDERSEN, 1991). Apesar dos equipamentos costal motorizado e turboatomizador possuírem assistência a ar, acredita-se que a diferença na distribuição entre os equipamentos tenha ocorrido devido ao maior volume de ar gerado pelo turboatomizador em relação ao pulverizador costal motorizado, que promoveu uma melhor distribuição do corante no dossel da cultura.

Para a aplicação com o equipamento costal manual, é observado uma maior deposição de corante na parte inferior em relação à parte superior, isso se deve a dificuldade da gota chegar às partes superiores da folha na ausência da assistência de ar, levando assim a uma maior concentração de produto na parte inferior do dossel da cultura, o que mostra que esse tipo de equipamento não é

adequado para o uso na cultura do cajueiro, conforme as condições apresentadas no trabalho.

**Tabela 7.** Média dos depósitos de corante nas folhas do cajueiro em  $\mu\text{g cm}^{-2}$  em aplicações com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa) para os pontos de coleta IF (Inferior frontal), IL (Inferior lateral), IT (Inferior traseiro), SF (Superior frontal), SL (Superior lateral) e ST (Superior traseiro)

	Qr	85% Qr	70% Qr	55% Qr	CMo 6	CMo 3,5	CMo 1	CMa
IF	6,50 A ab	6,32 A ab	7,78 A ab	7,24 A ab	7,29 C ab	8,53 B ab	4,27 B b	8,84 AB a
SF	6,21 A bc	6,07 A bc	8,40 A ab	9,3 A ab	12,39 AB a	8,44 B ab	6,2 AB bc	3,82 C c
IL	7,51 A cd	7,06 A d	9,21 A bcd	8,33 A bcd	11,78 B abc	14,98 A a	8,92 A bcd	12,22 A ab
SL	7,39 A b	9,44 A b	8,86 A b	8 A b	16,5 A a	9,6 B b	7,6 AB b	7,72 AB b
IT	6,79 A ab	6,07 A ab	8,84 A ab	8,78 A ab	8,87 BC ab	10,4 B a	5,75 AB b	6,99 BC ab
ST	7,63 A ab	6,79 A b	8,76 A ab	7,52 A ab	11,27 BC a	6,66 B b	6,44 AB b	5,53 BC b

Colunas letras maiúscula / linhas letras minúscula

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

Por meio da análise de variância para valores de perdas no solo de calda em aplicações na cultura do cajueiro observa-se que houve diferença estatística entre as médias de perdas de calda no solo entre os equipamentos testados (Anexo).

Observa-se na Tabela 8 que as maiores perdas de calda foram encontradas no turboatomizador a 100, 85 e 55% da taxa de aplicação de referência, com uma tendência de diminuição da perda de calda com a diminuição da taxa de aplicação. Segundo Salyani e Cromwell (1993) é esperado que haja uma tendência de maior perda de calda em aplicações de alto volume, quando comparada ao baixo volume.

**Tabela 8.** Média das perdas de calda para o solo em aplicações na cultura do cajueiro com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa)

Equipamento	Taxa de aplicação ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Perdas de calda
Qr	467,39	1,0040 a
85% Qr	397,28	0,9077 a b
70% Qr	327,17	0,9251 a b
55% Qr	257,07	0,8920 b
CMo 6	241,07	0,7686 c d
CMo 3,5	158,93	0,7297 d
CMo 1	18,3	0,7104 d
CMa	124,11	0,8463 b c

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

Conforme análise de variância para valores de perdas no solo de corante em aplicações na cultura do cajueiro, pode-se observar que houve diferença estatística entre as médias de perdas de calda no solo entre os equipamentos testados (Anexo).

Diferente do observado nas perdas de calda, para o solo, observou-se que a maior perda de produto ocorreu na aplicação com o equipamento costal manual (Tabela 9), esse comportamento pode ser explicado pela falda de assistência a ar no equipamento costal manual, que impede que as gotas geradas pelo equipamento sejam transportadas para as partes superiores da planta, sofrendo assim um maior efeito das forças gravitacionais, que transporta as gotas a ser depositada no solo em quantidade maior que em aplicações com volumes de calda semelhantes.

**Tabela 9.** Média das perdas de corante para o solo em aplicações na cultura do cajueiro com turboatomizador (Qr, 85%Qr, 70%Qr e 55%Qr), pulverizador costal motorizado (CMo 6, CMo 3,5 e CMo 1) e pulverizador costal manual (CMa)

Equipamento	Taxa de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Perda de corante	
Qr	467,39	1,2278	b c
85% Qr	397,28	1,1220	b c
70% Qr	327,17	1,2307	b
55% Qr	257,07	1,2526	b
CMo 6	241,07	0,9956	c d
CMo 3,5	158,93	0,8720	d
CMo 1	18,3	0,8575	d
CMa	124,11	1,6612	a

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

## 5 CONCLUSÕES

A deposição de calda é maior com o aumento da taxa de aplicação, independente do equipamento utilizado.

Maiores valores de depósito de calda e corante é encontradas na parte lateral da copa da cultura.

Os maiores valores de deposição de corante ocorre no equipamento costal motorizado.

No turboatomizador a taxa de aplicação de 55% da taxa de aplicação de referência se mostra mais eficiente em depositar corante na copa de cajueiro.

As aplicações com o turboatomizador apresentam uma maior uniformidade de distribuição do corante entre os pontos de coletas na copa do cajueiro.

Para os equipamentos costal motorizado e turboatomizador, as perdas de calda para o solo ocorre de forma crescente com o aumento da taxa de aplicação.

A maior perda de corante para o solo ocorre com o equipamento costal manual.

As aplicações com o turboatomizador apresentam maior perda para o solo superior as aplicações com o equipamento costal motorizado.

## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84p. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2000.
- ANDEF. **Manual de tecnologia de aplicação/ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal**. -- Campinas. São Paulo: Linea Creativa, 2004.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H.R. À procura do alvo. **Cultivar máquinas**. Pelotas, 34, p. 8-12, set, 2004.
- ARAÚJO, J.P.P.; SILVA, V.V. **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 73-93. 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Pulverizador agrícola:NBR-12936**. Rio de Janeiro, 1993. 5 p.
- BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G., SILVA, C. G. Depósito e perdas de calda em sistema de pulverização com turboatomizador em videira. **Engenharia Agrícola**, v. 26. n. 2. p. 470-477. 2006.
- BANCO DO BRASIL. **Fruticultura – Caju**: Desenvolvimento Regional Sustentável. Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas, v. 4, Brasília, dezembro de 2010. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol4FruticCaju.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2012.
- BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; ARAÚJO, J. P. P. **Cajueiro**. In: Bruckner, C. H. (ed.). Melhoramento de Fruteiras Tropicais. Viçosa: Editora UFV, 2002. p. 159-176.
- BARROS, L.M. e CRISÓSTOMO, J.R. **Melhoramento Genético do Cajueiro**. In: ARAÚJO, J.P.P. e SILVA, V.V. Cajucultura: Modernas Técnicas de Produção. EMBRAPA\CNPAT, Fortaleza, 1995. p.73-96.
- BARROS, L.M.; PAIVA, J.R.; CRISÓSTOMO, J.R.; CAVALCANTE, J.J.V. Botânica, origem e distribuição geográfica. In: BARROS, L.M. (Ed) **Caju**. Produção: Aspectos técnicos. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v. 1, p. 18-20. (Frutas do Brasil, 30).
- CARDOSO J. E., VIDAL J. C., SANTOS A. A., FREIRE F. C. O., VIANA F. M. P., (2002) First report of black branch dieback of cashew caused by *Lasiodiplodia theobromae* in Brasil. **Plant Disease**, v. 86, p. 558.

CASTILLO, B. **Formación de gotas em la aplicación de plaguicidas**. In: \_\_\_\_\_. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Argentina: Área de comunicaciones del INTA Alto Valle, 2010. Cap.4, p.55-66.

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

CHAIN, A. **História da pulverização**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 17p. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Chaim\\_historialD-Dcdtr0CVWI.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Chaim_historialD-Dcdtr0CVWI.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2013.

CHRISTOFFOLETI, J. C. **Considerações sobre deriva na pulverização**. São Paulo: TeeJet South América, 1999b. 15 p. (Boletim Técnico. BT-04/99)

CHRISTOFFOLETI, J. C. **Pulverização ou aplicação?** São Paulo: Teejet South América, 1999. p. 2-5. ( Boletim Técnico BT01/99).

COOKE, B.K. Hislop, E.C.; Herrington, P.J.; Westerm, N.M.; Humpherson-Jones, F. Air-assisted spraying of able crops in relation to deposition, drift and pesticide performance. **Crop Protection**, v.9, n.4, p. 303-311, 1990.

COSTA, M.F. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Universidade Federal do Mato Grosso, ago 2009.

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

CULTIVAR A SEGURANÇA. **Calibração Pulverizador Pomares**, 2010Disponível em: <[http://www.cultivaraseguranca.com/rubricas/calibracao\\_pulverizador\\_pomares.pdf](http://www.cultivaraseguranca.com/rubricas/calibracao_pulverizador_pomares.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2012.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FENANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 133-38, 2005.

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

CUNNINGHAM, G.P.; HARDEN, J. Reducing spray volumes applied mature citrus tree. **Crop Protection**, Kidlington, v.17, n.4, p.289-92, 1998.

DANTAS, M. J. F. **Avaliação de um sistema de aplicação de agrotóxicos na cultura do mamão: redução do risco de contaminação ambiental**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de bacias hidrográficas no semi-árido) –

Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

FARIAS, F.B. **Detecção da diversidade e associação de Lasiodiplodia theobromae com o cajueiro utilizando marcadores microssatélites**. 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FAROOQ, M.; LANDERS, A.J. **Interactive effects of air, liquid and canopies on spray patterns of axial-flow sprayers**. In: Annual International Meeting Sponsored, Michigan. Anais, ASAE/CSAE. p.12, 2004

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2011. **FAOSTAT - Food and agriculture organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 20 junho 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Technical standards: sprayer specifications and test procedures. **Anais**. In: Agricultural pesticide sprayers. Roma: FAO, 1998. v. 2.

FREIRE, F. C. O.; CAVALCANTE, M. J. B.; BEZERRA, J. L. Deterioração fúngica de amêndoas de castanha do cajueiro no Nordeste brasileiro. **Fitopatologia Brasileira**., v. 18 (suplemento), p. 229-270, 1993.

FROTA, P. C. E.; PARENTE, J. I. G. Clima e fenologia. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p. 43-54.

GADANHA JÚNIOR, C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YHAN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. W. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: IPT, 1991. 468 p..

GALVÃO, A. M. P. **Aproveitamento da fibra de caju (Anacardium occidentale L.) na formulação de um produto tipo hambúrguer**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

GIL, E.; BADIOLA, J.; ARMENGOL, E.; BERNAT, C. Design and verification of a moving equipment for orchard and vineyard sprayer calibration. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING - AGENG, 1996, Madrid. **Anais...** Madri: [s. n.], 1996. p. 96-141.

HERRERA-AGUIRRE, E.; UNRATH, C. Chemical Thining Response of Delicious" Apples to Volume of Applied Water. **Hort Science**, 1980

HIGGINS, A.E.H. The selection of spraying equipment. **Pest Articles and Summaries**, v.12, n. 2/3, p.109-115, July 1966.

HOLOWNICKI, R.; DORUCHOWSKI, G.; SWIECHOWSKI, W.; GODYN, A. Automatic self adjusting air-jet sprayer concept for fruit trees. In: INTERNATIONAL

CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, 2000, Warwick. **Anais...** Warwick, 10 p. Paper 00053.2000.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola** Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201202.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201202.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2013.

JÚNIOR, J. A. D.; BEZERRA, F. C. Qualidade de pedúnculo de cajueiro anão precose cultivado sob irrigação e submetido a diferentes sistemas de condução e espaçamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 1, v. 24, p. 258-262, 2002.

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

KISSMANN, K. G. Rumos e tendências da pesquisa em tecnologia de aplicação de agrotóxicos: a visão da indústria química. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE, 2., 2001. Jundiaí - SP 2001. **Anais...** Jundiaí, 2001. 9p.

LANDERS A. J. **Airblast sprayers**. In Encyclopedia of Pest Management, Ed. D. Pimental. New York: Marcel Dekker Inc. p.11-13. 2002.

LEITE, L. A. S.; PESSOA, P. F. A. Aspectos sócioeconômicos. In: BARROS, L. M. (Ed.). **Caju: produção: aspectos técnicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Brasília, DF: Informação Tecnológica, 2002. p. 15-17.

LIMA, V.P.M.S. Origem e distribuição geográfica. In: LIMA, V.P.M.S., org. **A cultura do cajueiro no Nordeste brasileiro**. Fortaleza, BNB/ETENE, 1988. 486p. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).

LOPES NETO, A. **Agroindústria do caju**. Fortaleza, Iplance, 1997. 263p.

MAGDALENA, J. C. **Efecto de la utilización de pulverizadores de flujo transversal e hidroneumático tradicional sobre la calidad de los tratamientos fitosanitarios en manzanos (*Malus domestica*, borkh)**. 2004. 124p. Tese (Doutorado) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Espanha, 2004.

MANKTELOW, D.W.L.; PRAAT, J.P. **The tree-row-volume spraying system and its potential use in New Zealand**. 1997, Proc. 50th N.Z. Plant Prot. Conf: 119-124.

MASIÁ, G. CID, R. Las boquillas de pulverización. In: \_\_\_\_\_. **Tecnología de aplicación de agroquímicos**. Argentina: Área de comunicaciones del INTA Alto Valle, 2010. Cap.6, p.77-88.

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

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

MATTHEWS, G.A. **The application of chemicals for plant disease control**. In: WALLER, J.M.; LENNÉ, J.M.; WALLER, S.J. *Plant pathologist's pocketbook*. Londres: CAB, 2002. p.345-53

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

MINGUELA, J.V.; CUNHA, J.P.A.R. **Manual de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010. v.1. 588 p.

MION, R.L.; SOUSA, B.M.; CORDEIRO, I.M.; SOMBRA, W.A.; DUARTE, J.M.L.; LUCAS, F.C. B. Calibration of angles of nozzles and deposition of an axial-flow sprayer on dwarf cashew. **Engenharia Agrícola** [online]. 2012, vol.32, n.4 ISSN 0100-6916.

NEGRISOLI, E. et al. Depósitos unitários de calda de pulverização com e sem surfatante em plantas de *Salvinia molesta*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, p. 51-56, 2002. Edição especial.

OLIVEIRA, V.H. **Cultivo do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2002. 40p. (EMBRAPA-CNPAT. Sistema de produção, n. 1).

PAIVA, J. R.; CARDOSO, J. E.; CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; ALENCAR, E. S. **Clone de Cajueiro-Anão Precoce BRS 226 ou Planalto**: Nova Alternativa para o Plantio na Região Semi-árida do Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 4p. 2002. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 78).

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PAULA PESSOA, P.F.A. de, LIMA, L.A. de A., PARENTE, J.I.G. *et al.* **Cajucultura brasileira: mercado interno versus mercado externo**. Fortaleza : EMBRAPACNPAT, 1994. 16p. ( EMBRAPA – CNPAT. Documentos,11).

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**. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu-SP dezembro de 2006.

RAMOS, H.H.; PIO, L.C. Tecnologia de Aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z. da; SANTIAGO, T. (Org.). **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 3. ed. Viçosa-MG: Suprema Gráfica e Editora. 2008. v. 1, p. 155-224.

RAMOS, H.H.; RAMOS, R.C.; COELHO, M.C.M; COELHO, P.J. Avaliação do parque de pulverizadores em utilização no estado de São Paulo, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., Poços de Caldas, 1998. **Anais**. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.301-303.

REZENDE, D. T. **Análise comparativa de métodos para quantificação dos depósitos da pulverização em diferentes alvos**. 2011. 68p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2011.

RUAS, J.M.F. **Pulverizadores costais com e sem assistência de ar e seus efeitos na aplicação em café**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Londrina. Fevereiro 2010.

RÜEGG, J. VIRET, O., RAISIGL, U. **Adaptation of spray dosage in stone-fruit orchards on the basis of the tree row volume**. Bulletin OEPP/EPPO 29, 1999, p. 103–110.

SALYANI, M.; CROMWELL, R.P. Spray drift from ground and aerial applications. **Transactions of the ASAE**. St. Joseph, v.35, n.4, p.1113-220, 1993.

SATOW, T. et al. **Influence of droplet size of spray on drift characteristics**. Res Bull ObihiroUniv, v.18, p.97-104, 1993.

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

SOARES, J.; LEÃO, M. **Optimização da pulverização em médio e baixo volume na produção integrada de pêra rocha**. 2008. Disponível em <[http://www.bayercropscience.pt/download/pi\\_pera\\_rocha.pdf](http://www.bayercropscience.pt/download/pi_pera_rocha.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2011.

SOLO. **Chronik 1948-1950**.html Disponível em: <[http://www.solo-germany.com/english/inhalt/chronik\\_48->](http://www.solo-germany.com/english/inhalt/chronik_48->)>. Acesso em: 28 jul. 2013.

STANILAND, L. N. Fluorescent tracer techniques for the study of spray and dust deposits. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 4, p. 100-125, 1959.

TAKENAGA, T. A trend of pesticides applicator in study. **Agricultural Mechanization in Asia**, v. 4, n. 1, p.120-127, 1973.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G.; COOPER, S. **The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories**. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS, 3., 1989, Brighton. Proceedings... Farnham: British Crop Protection Council, 1989. p.631.

TAYLOR, W.A; ANDERSEN, P.G. Enhancing conventional hydraulic nozzle use with the Twin Spray System. **British Crop Protection Council Monograph**, v.46, n.1, p. 125-136, 1991.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Rural) – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TOFOLI, G. R. **Efeito do tamanho do alvo e condições operacionais sobre a uniformidade de deposição de pulverizações em pré-emergência**. 2001. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

VIANA, F.M.P.; CARDOSO, J.E.; VALENTIM, M.V.; FREIRE, F.C.O. **OÍDIO DO CAJUEIRO**: Uma Ameaça à Cajucultura. Fortaleza: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical, 2011.

VICENTE, M. C. M.; COELHO, P. J.; LOPES JUNIOR, A. **Programa de segurança e saúde do trabalhador rural**: banco de dados. São Paulo: [s.n.], 1999.

VIRET O.; RUEGG J.; SIEGFRIED W.; HOLLIGER E.; RAISIGL U. **Pulverisation em arboriculture**: adaptation de la dose de produits phytosanitaires et de la quantité d'eau ou volume des arbres fruitiers a pepins et a noyaux. Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture. vol. 31, no 3, 1999.

## ANEXOS

**Anexo A.** Análise de variância para valores de deposição de calda em aplicações na cultura do cajueiro.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > Fc
Bloco	4	1,894230	0,473558	1,731	0,1713
Equipamento	7	303,294778	43,327825	158,344	0,0000
Resíduo	28	7,661648	0,273630		
Ponto de Coleta	5	8,154770	1,630954	5,346	0,0028
Resíduo	20	6,101498	0,305075		
Equi.xCole.	35	16,739816	0,478280	1,418 ns	0,0809
Resíduo	140	47,233505	0,337382		
Total	239	391,080246			

**Anexo B.** Análise de variância para valores de deposição de corante em aplicações na cultura do cajueiro.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > Fc
Blocos	4	64.615906	16.153977	2.345	0.0790
Equipamento	7	563.535833	80.505119	11.686	0.0000
Resíduo	28	192.896828	6.889172		
Ponto de Coleta	5	269.505253	53.901051	9.816	0.0001
Resíduo	20	109.822223	5.491111		
Equi.xCole.	35	527.895144	15.082718	2.867	0.0000
Resíduo	140	736.584245	5.261316		
Total	239	2464.855433			

**Anexo C.** Análise de variância para valores de perdas no solo de calda em aplicações na cultura do cajueiro.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > Fc
Blocos	4	0,023775	0,005944	2,257	0,0882
Equipamento	7	0,374943	0,053563	20,339	0,0000
Resíduo	28	0,073738	0,002633		
Total	39	0,472456			

**Anexo D.** Análise de variância para valores de perdas no solo de corante em aplicações na cultura do cajueiro.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > Fc
Blocos	4	0,187808	0,046952	3,669	0.0159
Equipamento	7	2,359310	0,337044	26,335	0.0000
Resíduo-Equi	28	0,358351	0,012798		
Total	39	2,905469			