

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA NA DEPOSIÇÃO DE  
CALDA DE PULVERIZAÇÃO EM QUATRO ESPÉCIES DO GÊNERO  
*COMMELINA***

**SERGIO IRAIDE BERNARDES SOARES FILHO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP  
Outubro – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA NA DEPOSIÇÃO DE  
CALDA DE PULVERIZAÇÃO EM QUATRO ESPÉCIES DO GÊNERO  
*COMMELINA***

**SERGIO IRAIDE BERNARDES SOARES FILHO**

Orientador: Prof. Dr. Dagoberto Martins

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP  
Outubro – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S676a Soares Filho, Sergio Iraide Bernardes, 1983-  
Avaliação qualitativa e quantitativa na deposição de  
calda de pulverização em quatro espécies do gênero *Commelina* / Sergio Iraide Bernardes Soares Filho. - Botucatu :  
[s.n.], 2008.  
vi, 79 f. : il. color., gráfs , tabs.  
  
Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008  
Orientador: Dagoberto Martins  
Inclui bibliografia  
  
1. Planta daninha. 2. Pulverização. 3. Commelinaceae. I.  
Martins, Dagoberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de  
Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA NA DEPOSIÇÃO DE  
CALDA DE PULVERIZAÇÃO EM QUATRO ESPÉCIES DO GÊNERO  
Commelina"

ALUNO: SERGIO IRAIDE BERNARDES SOARES FILHO

ORIENTADOR: PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS

Aprovado pela Comissão Examinadora



---

PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS



---

PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



---

PROF. DR. FERNANDO TADEU DE CARVALHO

Data da Realização: 05 de dezembro de 2008.

### ***Dedico***

Aos meus pais, Sergio Iraide Bernardes Soares e Maria Rosa Motta Bernardes Soares, a quem dedico muito amor, e que não mediram esforços, no apoio a minha formação pessoal e cultural, a eles minha profunda gratidão.

### ***Ofereço***

Aos meus irmãos, meus avós, tios e namorada pelo amor, compreensão e confiança depositada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me ajudar a superar as dificuldades vividas durante a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Dagoberto Martins, em especial, pela orientação, incentivo, simpatia com que sempre me recebeu e dedicação indispensável para a realização deste trabalho.

A Prof.<sup>a</sup> Dra. Dalva Cassie Rocha pelo auxílio na identificação das espécies de trapoeraba, bem como no fornecimento de mudas, meu muito obrigado.

Aos professores da FCA, pela boa convivência, ensinamentos e conhecimentos transmitidos, durante este período.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal/ Agricultura, pela amizade, boa convivência e auxílio.

Ao CNPq, pela bolsa de estudo concedida no mestrado.

Em especial a amiga Andreia Cristina Peres Rodrigues pela ajuda e incentivo, sem seu apoio, estímulo e confiança, a realização deste estudo seria impossível.

Aos meus colegas do Nupam que sempre me ajudaram incondicionalmente, Neumárcio Vilanova da Costa, Leonildo Alves Cardoso (parceiro), Maria Renata Rocha Pereira, José Iran Cardoso da Silva, Renata Pereira Marques, Caio Ferraz de Campos, Wilhian Espinosa e Guilherme Sasso.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

|                                                      | Página |
|------------------------------------------------------|--------|
| 1. RESUMO.....                                       | 01     |
| 2. SUMMARY.....                                      | 03     |
| 3. INTRODUÇÃO.....                                   | 05     |
| 4. REVISÃO DE LITERATURA.....                        | 07     |
| 4.1. Trapoeraba.....                                 | 07     |
| 4.2. Tecnologia de Aplicação.....                    | 09     |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS.....                           | 17     |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                       | 28     |
| 6.1. <i>Commelina benghalensis</i> .....             | 28     |
| 6.1.1. Parâmetros Quantitativos da Pulverização..... | 28     |
| 6.1.2. Parâmetros Qualitativos da Pulverização.....  | 32     |
| 6.2. <i>Commelina diffusa</i> .....                  | 40     |
| 6.2.1. Parâmetros Quantitativos da Pulverização..... | 40     |
| 6.2.2. Parâmetros Qualitativos da Pulverização.....  | 43     |
| 6.3. <i>Commelina erecta</i> .....                   | 48     |
| 6.3.1. Parâmetros Quantitativos da Pulverização..... | 48     |
| 6.3.2. Parâmetros Qualitativos da Pulverização.....  | 50     |
| 6.4. <i>Commelina villosa</i> .....                  | 56     |
| 6.4.1. Parâmetros Quantitativos da Pulverização..... | 56     |
| 6.4.2. Parâmetros Qualitativos da Pulverização.....  | 58     |
| 7. CONCLUSÕES.....                                   | 65     |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                   | 67     |

## 1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi o de avaliar a quantidade e qualidade da deposição da calda de pulverização em quatro espécies de *Commelina*, considerando volumes de aplicação, pontas de pulverização e o ângulo dos bicos na barra de pulverização. Foram utilizadas cinco hastes de plantas/vaso. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com vinte repetições. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação e a aplicação da calda foi efetuada após 40 dias do transplântio das hastes, quando estavam com 30 a 40 cm de comprimento. Os tratamentos foram constituídos por cinco pontas de pulverização (TX-VK 6, TX-VK 8, XR 11001 VS, XR 11002 VS e TJ60 11002 VS), sendo testadas com diferentes ângulos de aplicação ( $0^\circ$  e  $+30^\circ$ ) exceto a TJ60 11002 VS e, todas com dois volumes de calda distintos (100 e 200 L ha<sup>-1</sup>). Foi utilizado como traçador o corante Azul Brilhante FDC -1 na concentração de 500 ppm para determinar-se a deposição da calda de pulverização. Após a aplicação, vinte hastes de trapoeraba foram imediatamente coletadas e, em seguida, foram lavadas em 100 mL de água destilada para posterior quantificação do traçador em espectrofotômetro. Os dados foram transformados em valores de depósitos por grama de massa seca e ajustados à curva de regressão pelo modelo de Gompertz. Os resultados evidenciaram que: (i) o modelo de Gompertz proporcionou ajuste adequado aos dados de

freqüência acumulada dos depósitos da calda com traçador Azul Brilhante nas quatro espécies de trapoeraba; (ii) o uso de maiores volumes de pulverização não determinam necessariamente, em maiores depósitos; (iii) o uso de volumes menores de calda de pulverização proporcionam maior uniformidade de distribuição das gotas pulverizadas e (iv) a angulação das pontas de pulverização pode incrementar depósitos de calda e a uniformidade de deposição, porém são dependentes do volume de aplicação e da espécie estudada.

Palavras-chave: Volume de aplicação, tecnologia de aplicação, planta daninha, trapoeraba

## 2. SUMMARY

**EVALUATION QUALITATIVE AND QUANTITATIVE IN DEPOSITION OF THE SPRAYING ON FOUR *COMMELINA* SPECIES.** Botucatu, 2008. 79 p. (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Sergio Iraide Bernardes Soares Filho

Adviser: Dagoberto Martins

The objective of this study was to evaluate the quantity and quality of the spray deposition in four *Commelina* species, considering volumes of application, spray nozzles and the angle of the bar of spray nozzles. Five stems of plants/pot were planted. The experimental treatments were set up on a randomized design with twenty replications. The experiment was carried out in green-house conditions and the solution application was made 40 days of stems transplanting after, when the plants were between 30 to 40 cm in length. The treatments consisted of five spray nozzle (TX-VK 6, TX-VK 8, XR 11001 VS, XR 11002 VS

and TJ60 11002 VS), tested with different angles of application ( $0^\circ$  e  $+30^\circ$ ) except for the TJ60 11002 VS nozzle, and with two different volumes of solution (100 and 200 L ha<sup>-1</sup>). It was used the brilliant blue FDC – 1 as tracer solution, with 500 ppm to determined the spraying deposition. After application, twenty stems of the weed. plants were immediately collected, and after had been washed in 100 mL of distilled water for posterior tracer quantification in spectrophotometer. The data had been adjusted a regression curve for Gompertz model. The results had evidenced that: (i) Gompertz model provided an adequate adjustment for accumulated frequency of tracer deposition in four species *Commelina*; (ii) the use of larger volumes of spray did not necessarily determine in larger deposits; (iii) the use of smaller amounts of spraying volume provide greater uniformity of distribution of droplets sprayed; and (iv) use of angle nozzle could increase the spraying uniformity of deposition, but are dependent on the application volume and the species studied.

**Keywords:** application volume, application technology, weed, *Commelina* sp.

### 3 INTRODUÇÃO

Entre as plantas da família Commelinaceae, as do gênero *Commelina* tem o maior número de representantes no Brasil, sendo as espécies *Commelina benghalensis* L., *Commelina diffusa* Burm. f. e *Commelina erecta* L. muito difundidas em todo território nacional (BARRETO, 1997). Já a espécie *Commelina villosa* C. B. Clarke ex Chod & Hassl havia sido observada apenas no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e da Bahia, mas foi encontrada recentemente no Estado do Paraná (ROCHA et al., 2000).

Estas espécies podem causar prejuízos econômicos aos agricultores quando se desenvolvem em meio à cultura, sendo consideradas plantas daninhas, competindo por nutrientes, água e luz, dificultando a colheita dos grãos e, ainda, podem hospedar insetos que prejudicam o pleno desenvolvimento da lavoura. A aplicação de herbicidas para controlar as trapoerabas pode não inibir o seu desenvolvimento ou inibi-lo parcialmente, o que poderá significar prejuízos ao agricultor, como elevação dos custos e redução da produção.

Para o controle de *C. benghalensis*, Lorenzi (2006) apresenta uma listagem de 96 herbicidas dos quais somente 47 formulações inibem o desenvolvimento desta planta daninha em aplicações de pós-emergência tardia em menos de 85%, ou seja, controlam de modo insatisfatório. Segundo Wilson (1981), a dificuldade de controle das Commelinaceae

pode ser atribuída ao duplo mecanismo de reprodução que elas apresentam, isto é, por sementes e por enraizamento dos nós.

As respostas das espécies *Commelina* sp. aos herbicidas podem estar relacionadas às diferenças na estrutura da epiderme e suas folhas que recebem os produtos agroquímicos diretamente. A epiderme foliar permite trocas entre o ambiente e o interior da planta, mas também tem a função de proteção do órgão vegetal (BUKOVAC, 1976). Este tecido é constituído de estruturas como estômatos e tricomas que participam das funções de trocas gasosas e de proteção, respectivamente. A justaposição das células epidérmicas e a presença de cutícula, que é uma proteção composta de ceras e cutina, colaboram para que determinadas substâncias sejam impedidas de penetrar na planta (ESAU, 1985).

A eficácia do controle químico está relacionada a diversos fatores, dentre os quais as características da planta destacam como variável importante, sendo atualmente pouco estudada. Hess & Falk (1990) afirmam que a topografia da superfície foliar e a presença de ceras e tricomas podem influenciar a distribuição de um determinado herbicida aplicado sobre a folha e que a utilização de adjuvantes pode reduzir a influência negativa apresentada por essas estruturas foliares.

Outros fatores devem ser levados em consideração para a eficácia do controle químico das plantas, como o tamanho das plantas, densidade, tamanho das gotas, deriva, volume de calda de pulverização, forma da planta, velocidade do equipamento pulverizador, pontas e ângulos de aplicação.

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi o de avaliar a quantidade e qualidade da deposição da calda de pulverização em quatro espécies de *Commelina*, considerando volumes de aplicação, pontas de pulverização e o ângulo dos bicos na barra de pulverização.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Trapoeraba**

Trapoeraba é o nome mais comum atribuído às plantas daninhas a família botânica denominada Commelinaceae, que foi reconhecida em 1882 pelo botânico Robert Brown (ROCHA, 2001). O autor ainda ressalta que em áreas agrícolas, estas plantas provocam prejuízos econômicos causados pela concorrência com as culturas por nutrientes, água e luz, e que possuem alto teor de água no caule, o que pode dificultar, em muito, a colheita de grãos e, ainda, que podem hospedar insetos que prejudicam o pleno desenvolvimento de culturas agrícolas.

As Commelinaceae são plantas herbáceas, anuais ou perenes, suculentas ou não, com flores de variadas cores e conhecidas vulgarmente por trapoerabas. Podem ser diferenciadas das outras monocotiledôneas em vários aspectos: bainha da folha totalmente fechada, lâminas foliares suculentas e flores com pétalas e sépalas distintas (CRONQUIST, 1981; FADEN & HUNT 1991).

Reproduzem-se sexualmente por sementes e vegetativamente por meio das raízes que surgem dos nós que entram em contato com o solo (GROTH, 1988). Por

isso, a grande maioria das Commelinaceae tornou-se cosmopolita devido à sua adaptabilidade reprodutiva, além de resistirem aos mais diversos tipos de clima (PEREIRA, 1987).

Quatro espécies de trapoerabas são muito comuns no Brasil e são identificadas como espécies distintas: *Commelina benghalensis* L. (COMBE), *Commelina villosa* C.B. Clarke ex Chod & Hassi (COMVI), *Commelina diffusa* Burm. F. (COMDI) e *Commelina erecta* L. (COMER). No estado do Paraná estas espécies são encontradas como plantas daninhas, ocupando grandes áreas agrícolas, podendo inclusive ocorrer simultaneamente (ROCHA, 2001).

No Brasil, essas quatro espécies são conhecidas popularmente como trapoeraba e são, geralmente, confundidas entre si. A identificação incorreta dessas espécies pode provocar dificuldades de controle químico, uma vez que, cada uma apresenta comportamento distinto quanto aos herbicidas (ROCHA et al., 2007a), o que eleva os custos para o produtor, sendo, portanto, necessário identificar corretamente as espécies. Diferentes trapoerabas podem ocorrer simultaneamente, infestando a mesma cultura. Particularmente, nesses casos, a identificação das espécies é fundamental para a decisão em relação ao produto que deverá ser aplicado para controle. Assim, chaves que facilitem a identificação dessas espécies serão ferramentas muito importantes.

Pesquisadores brasileiros comprovaram que estas quatro espécies apresentam comportamento diferente quando são expostas ao mesmo tratamento com herbicida (ROCHA et al., 2007a). Por isso, recomenda-se que antes de escolher um produto a ser aplicado para o controle de trapoerabas, seja feito o reconhecimento das espécies que estão infestando as áreas, observando as principais características que as diferenciam entre si. As trapoerabas apresentam dificuldades para serem controladas quimicamente e surgem de forma vigorosa no final do ciclo das culturas de verão. Rocha (2001) constatou inicialmente em experimentos em casa-de-vegetação que o controle químico de trapoerabas é dependente das espécies.

A dificuldade do controle das diferentes espécies de trapoerabas pode estar associada a fatores referentes à morfo-anatomia destas plantas. Costa et al., (2005) relatou que a diversidade morfológica da superfície foliar existente entre as espécies de plantas e a presença de estruturas foliares, como tricomas, estômatos, cutícula e ceras, podem exercer

grande influência na aderência e deposição das gotas de pulverização, assim como na absorção do herbicida.

Foi registrado por Currier & Dybing (1959) que a epiderme da lâmina foliar é responsável por grande parte da penetração e absorção dos herbicidas aplicados sobre as plantas. Greene & Bukovac (1974), após terem avaliado a absorção foliar de herbicidas em *Pinus communis* L., constataram que a penetração de soluções aquosas por meio dos estômatos é apenas de 5%, sendo o restante através da cutícula. De acordo com Shreiber & Schonherr (1992), a molécula do ingrediente ativo de um produto fitossanitário é difundida, inicialmente, via apoplasto através da cutícula até atingir as paredes das células epidérmicas, sendo posteriormente, absorvida para o interior das células via simplasto. Para Bukovac & Petracek (1993), a penetração dos herbicidas na folha inicia-se quando a solução é retida na superfície da planta.

A presença de maior ou menor quantidade de estruturas, tais como estômatos e tricomas, alteram as características da epiderme, podendo afetar a sua capacidade protetora, além disso, alterações na cutícula também podem interferir no processo de absorção de substâncias do ambiente para o interior da planta (MENDONÇA, 2000).

Uma observação levantada neste trabalho foi a falta de estudos referente à deposição da calda sobre as diferentes espécies de *Commelina*, com o destaque de que a deposição influi em muito no sucesso do controle químico das plantas daninhas. Portanto a escolha da tecnologia de aplicação a ser empregada no controle destas espécies deve receber atenção especial.

#### **4.2 Tecnologia de Aplicação**

A aplicação de determinado produto fitossanitário ou um produto fitossanitário específico pode ser crucial para atingir a produtividade almejada das culturas agrícolas. Em muitos casos, devido a pulverização mal realizada, podem haver perdas significativas na produtividade, ocasionadas por reincidência da doença, ou de alguma praga ou mesmo por não ter havido o controle eficiente das plantas daninhas na área (GADANHA JUNIOR, 2000). Portanto, o monitoramento da qualidade da aplicação de produtos fitossanitários é muito importante para o controle de fatores danosos às culturas e,

consequentemente, para a obtenção da produtividade esperada.

Tecnologia de aplicação entende-se como aquele conjunto de conhecimentos que proporciona a correta colocação de um produto biologicamente ativo sobre determinado alvo biológico. Essa aplicação deve ser economicamente viável e com mínimo risco de contaminação ambiental (MATUO, 1990).

Apesar de existirem pesquisas que avaliem a eficiência dos herbicidas, há pouca informação sobre a tecnologia de aplicação utilizada. De acordo com Devlin et al. (1991), as dosagens de herbicidas nos rótulos dos produtos estão colocadas muitas vezes em níveis mais altos do que os necessários, de tal modo que o controle das plantas daninhas seja efetivamente garantido em amplas condições de ambiente ou de manejo e, em especial, devido às falhas na tecnologia de aplicação.

A forma tradicional de aplicação desses produtos ocorre por meio de pulverizadores dotados de bicos hidráulicos. Dentre os seus componentes as pontas são consideradas os componentes fundamentais em qualquer sistema de pulverização e apresentam como funções básicas: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas em pequena área e controlar a saída do líquido por unidade área (SIDAHMED, 1998; VELINE, 1995).

A deposição e as perdas de produtos são influenciadas pelas características de trabalho dos pulverizadores, pelo tamanho da gota, pelas condições meteorológicas (umidade, temperatura e velocidade do vento), pela arquitetura da planta, pelo estágio de desenvolvimento, pelo volume de aplicação (BYERS et al., 1984) e pelas características morfológicas, como pilosidade, superfície cuticular, forma e rugosidade das folhas (WIRTH et al., 1991; TAYLOR & SHAW, 1983).

Para avaliação do depósito de calda de pulverização, há diversas opções: através da utilização de alvos artificiais (tiras de papel, lâminas de vidro), colocados próximos aos alvos reais (folhas, caules, solo etc.); uso de papéis sensíveis, que mostram as gotas apenas em função da sensibilidade à umidade; utilização de corantes especiais, como fluorescentes (sensíveis sob luz ultravioleta), possibilitando a observação da distribuição, ou corantes solúveis em água, para determinação das quantidades depositadas através de lavagem do material coletado; e uso da condutividade elétrica, para determinação de concentrações de substâncias traçadoras (sais), técnicas estas que permitem a utilização de alvos reais. (PALLADINI, 2000).

A deposição e a uniformidade das aplicações dos produtos fitossanitários estão diretamente relacionadas com as características das plantas, tanto das folhas como da forma das plantas (HOLLOWAY, 1970), assim como características da própria pulverização, por isso, estudos de tecnologias de aplicação tornaram-se importantes para melhorar a chegada dos depósitos no alvo (MILLER, 1993).

Nas pulverizações, os desperdícios de produtos fitossanitários podem ultrapassar 70% do total do produto aplicado (CHAIM et al., 2000). Outros pesquisadores verificaram perdas entre 30% e 50% (BUISMAN et al., 1989; PERGHER et al., 1997 e CHAIM et al., 2003), mas em alguns casos a deposição nas plantas tem sido superior a 64% do total aplicado (PERGHER & GUBIANI, 1995). Chaim et al. (1999a) e Chaim et al. (2000) estudando a deposição de alguns produtos, avaliaram perdas de pulverização em diferentes estádios das culturas do feijão e do tomate e, observaram que dependendo do porte das plantas, as perdas de agrotóxicos permaneceram entre 49% e 88% e, entre 44% e 71%, respectivamente para cada cultura.

Nas pesquisas que envolvem tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, as avaliações dos depósitos de calda são utilizadas como instrumento para desenvolver e melhorar as técnicas de aplicação (PALLADINI, 2000). Assim, o método mais representativo para entender os diversos aspectos relacionados à pulverização desses produtos é a avaliação dos depósitos da calda aplicada em alvos naturais ou artificiais.

Segundo Miller, (1993) a avaliação de uma pulverização pode ser feita por meio do estudo da deposição de gotas sobre superfícies-alvo, que podem ser naturais ou artificiais. Existem vantagens e desvantagens quanto ao tipo de alvo a ser utilizado, no entanto, as superfícies naturais deveriam ser as mais utilizadas, por melhor representarem as condições reais de uma aplicação.

Estudando alvos naturais e artificiais Maciel et al. (2001b) verificaram que o uso de alvos artificiais para estimar depósito e distribuição apresenta limitação em relação aos métodos que utilizam alvos naturais. No entanto, os elevados custos dessas pesquisas pode ser um fator limitante na condução dos estudos quando as determinações são realizadas utilizando-se os próprios produtos fitossanitários, visto que, necessitam de reagentes apropriados, equipamentos sofisticados e de pessoas treinadas para a realização das análises (MATUO, 1988). Assim o uso de traçadores é muito atrativo, em virtude da facilidade de sua

visualização ou remoção das folhas ou alvos coletores diretamente pela utilização de água (MARCHI et al., 2005).

O estudo da deposição da pulverização com o uso dos traçantes Azul Brilhante e Saturn Yellow tem-se demonstrado vantajoso (PALLADINI, 2005) devido sua estabilidade na luz solar e, por não serem absorvidos pelas folhas, permitindo assim, determinações quantitativas e qualitativas, através da quantidade depositada no alvo e a visualização da distribuição, além de ser uma alternativa econômica e fácil de ser usada como traçador, pois apresenta fidelidade para a remoção e quantificação.

Yates & Akesson (1963) ao testarem traçantes fluorescentes em análises quantitativas, definiram que soluções traçadoras devem ser sensíveis à detecção, possibilitar o uso em análise quantitativa com rapidez, ser solúvel quando misturados à calda, apresentar mínimo efeito físico na pulverização e a menor evaporação das gotas, terem propriedades distintas para se diferenciar de outras substâncias, serem estáveis, atóxicos e de baixo custo.

Para obter maior deposição no alvo desejado, fatores como, volume de aplicação, tipo de bico ou ponta de pulverização, ângulo do bico da barra de aplicação podem variar e, estes, estarão dependentes das estruturas anatômicas e da arquitetura das plantas (TAYLOR & SHAW, 1983).

Pesquisadores têm constatado que a eficácia dos herbicidas aplicados em volumes baixos, como o de  $50 \text{ L ha}^{-1}$ , é variável quando comparado com volumes maiores de calda (JORDAN, 1993). Em alguns estudos, a eficácia dos herbicidas como o do Asulam, por exemplo, foi baixa para volume de pulverização de  $50 \text{ L ha}^{-1}$ , ou menos eficientes, quando comparados com volumes maiores de pulverização, como os de  $180 \text{ L ha}^{-1}$ , ou seja, o volume ótimo de pulverização deve ser determinado para cada tipo de herbicida (McMULLAN, 1995).

Souza & Dorneles (1995), avaliando os volumes de calda de 75, 150 e  $250 \text{ L ha}^{-1}$  na aplicação de misturas herbicidas observaram que para *Bidens pilosa* L. os volumes de calda de 75 e  $150 \text{ L ha}^{-1}$  foram superiores no controle em relação a  $250 \text{ L ha}^{-1}$ .

Avaliando a deposição na cultura da batata com diferentes volumes: 200, 400 e  $600 \text{ L ha}^{-1}$ , Martins (2004) verificou que a utilização de volumes menores de pulverização proporcionou maior uniformidade de distribuição dos depósitos, enquanto o uso de volumes maiores não determinou necessariamente em maiores depósitos.

Em estudo comparativo de pulverizadores na cultura de tomate estaqueado foi constatado que a redução no volume de aplicação aumenta a deposição de produto, quando mantida a mesma dose aplicada por área (CHAIM et al., 1999b). Em outro estudo com a cultura de tomate estaqueado (CHAIM et al., 1999c) observaram que a porcentagem de deposição de agrotóxico variou de acordo com o porte da cultura, atingindo proporções entre 24% a 41% para as plantas e 20% a 39% para o solo.

Há uma interação significativa entre o efeito do volume de pulverização e o tipo de herbicida, fato este foi observado por Knoche (1994) em trabalho de revisão bibliográfica. O pesquisador constatou que para o herbicida glyphosate a planta proporcionou aumento na resposta com o decréscimo do volume de pulverização, porém para outros herbicidas o desempenho geralmente diminuiu com o decréscimo do volume de pulverização.

Buhler & Burnside (1993) trabalharam com volumes diferentes de calda de pulverização (24, 48, 95 e 190 L ha<sup>-1</sup>) com glyphosate aplicados sobre plantas de trigo, aveia, *Setaria viridis* (L.) Beauv, *Setaria lutescens* (L.) Beauv, *Digitaria sanguinalis* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. e *Panicum dichotomiflorum* Michx. e concluíram que a fitointoxicação do herbicida diminuiu com o aumento do volume de solução pulverizada. Smeda & Putnam (1989) utilizaram volumes de calda de 47, 94, 187 e 374 L ha<sup>-1</sup> de solução de fluazifop-p-butyl e concluíram que a redução do volume de aplicação de 374 para 47 L ha<sup>-1</sup> proporcionou aumento no controle de *D. sanguinalis*, principalmente quando o controle foi efetuado no estágio de três folhas.

Tomazela et al., (2006) trabalhou com a ponta XR Teejet 8001 EVS, testando diferentes volumes (50, 100, 200, 300, 400, 500, 750 e 1000 L ha<sup>-1</sup>) e densidades de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. (300, 600, 900 e 1200 plantas/m<sup>2</sup>), e observou que a redução do volume de calda de pulverização promoveu incrementos na porcentagem de depósitos nas plantas de *B. plantaginea*.

Silva (2000) avaliou o depósito das pontas de pulverização de jato plano TeeJet (XR 11002 VS e DG 11002 VS), de jato plano duplo-TwinJet (TJ60 11002 VS), de jato cônico-ConiJet (TX-VS 4) e FullJet (FL-5 VS), e constatou que as pontas de único jato plano XR TeeJet e DG TeeJet apresentavam maiores depósitos, da ordem de 54,65 e 53,25%, respectivamente, sobre as plantas de *Cyperus rotundus* L.

Maciel et al. (2001) trabalhando com a ponta de jato plano TeeJet (XR 11002 VS) e a ponta de jato cônico-ConiJet (TX-VS 4), avaliaram a deposição, distribuição e penetração da calda de pulverização em plantas de feijoeiro e *Brachiaria decumbens* L. os autores observaram que as pontas de pulverização de jato plano e cônico não apresentaram diferenças em relação ao depósito nos folíolos totais do feijoeiro, entretanto, para a *B. decumbens* a ponta cônica proporcionou deposição superior e distribuição mais uniforme em relação a ponta de jato plano.

Carbonari et al. (2005) trabalhando, com efeito, de surfatantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em grama-seda, observaram no geral a ponta do tipo jato cônico (TX-VK 8) proporcionou maior deposição nas folhas em relação à ponta tipo jato plano (XR 11002 VS).

Estudando as pontas XR Teejet 11002 VS e DG Teejet 11002 VS, com diferentes densidades e estádios de desenvolvimento de *B. plantaginea*, Tomazela (2001) verificou que a ponta XR 11002 VS determinou maiores depósitos de calda de pulverização sobre as plantas e que no estádio de duas folhas ocorreram maiores depósitos que no de quatro folhas.

Scramin et al. (2002) trabalhando com as pontas TX e TJ60 em relação à deposição na cultura do algodão verificaram que a ponta TJ60 produziu gotas relativamente grandes, resultando em baixa densidade de deposição.

Em outro estudo, Cunha et al. (2005) trabalharam com diferentes volumes (125 e 250 L ha<sup>-1</sup>) e pontas (jato plano e jato cônico vazio) em feijoeiro, observaram que as pontas proporcionaram cobertura semelhante da folhagem, tanto da posição superior quanto na inferior do dossel e, que o volume de aplicação de 250 L ha<sup>-1</sup> ocasionou maior deposição de calda de pulverização e também maior uniformidade de cobertura das plantas.

Costa et al. (2008) estudando o efeito de pontas de pulverização na deposição e dessecação de plantas de *Brachiaria brizantha* Stapf., constataram que a ponta TJ60 no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> apresentou maior uniformidade de depósitos na folha e no perfilho, sendo que no caule a maior uniformidade de deposição foi obtida pela ponta TJ60 no volume de 100 L ha<sup>-1</sup>.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Cardoso et al. (2006) observaram que a ponta TX-VS 4 com consumo de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> proporcionou melhor depósito

sobre folhas e perfilhos de *Panicum maximum* Jacq., sendo que no caule a maior uniformidade foi obtida pela ponta TJ60 com consumo de 200 L ha<sup>-1</sup>. Já, Costa, et al. (2006) estudando o efeito de pontas de pulverização em deriva de herbicidas em alvos artificiais, constatou que os melhores depósitos de calda de pulverização foram decorrentes da ponta TX seguida por XR.

Marochi et al. (1993) avaliaram diferentes pontas de pulverização para herbicidas aplicados em pós-emergência para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. Dentre as pontas e plantas daninhas utilizadas no estudo encontrava-se a ponta XR 11002 e a *B. plantaginea* com estágio de desenvolvimento de 2 folhas a 1 perfilho, sendo que os resultados não demonstraram haver diferenças significativas entre os tipos de pontas no controle da planta daninha avaliada.

Em relação à influência do tamanho de gota na deposição da pulverização, Holland et al. (1997), avaliando o controle de insetos na cultura de trigo registrou que tamanhos de gotas menores de 80-90 µm de DVM, aplicadas com sistema CDA, apresentaram maiores depósitos que as geradas por pontas de pulverização de jato plano, de maior tamanho de gota, sendo assim, mais eficiente, independentemente do estágio de desenvolvimento da cultura. Um fator relevante no tamanho de gotas é a pressão, onde diminuições na pressão geram para as mesmas pontas gotas menores.

A eficiência do tratamento fitossanitário não depende somente da quantidade de produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade e distribuição deste produto sobre a superfície alvo, o que é atribuído aos equipamentos de pulverização à função de distribuir o produto no tamanho de gotas adequado sobre a superfície alvo.

Um aspecto a ser considerado na tecnologia de aplicação é o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas. A eficácia do herbicida depende do estágio de desenvolvimento das plantas daninhas e não somente do volume de pulverização.

Outros estudos desenvolvidos na área de tecnologia de aplicação de defensivos estão relacionados com o ângulo de incidência do jato de pulverização. Dorr (1990) avaliou o ângulo de incidência do jato de pulverização de três diferentes pontas de jato plano e um com jato plano duplo, em função da deposição da calda de pulverização, sendo que encontrou incrementos na deposição da calda quando utilizou o ângulo de 45° em relação a vertical.

Friesen & Wall (1991) estudaram o ângulo de pulverização (45° e 90°)

das pontas para determinar a eficácia de fluazifop-p-butil no controle de *Setaria viridis* (L.) Beauv, *Avena fátua* L., *Hordeum vulgare* L. e *Triticum aestivum* L. na cultura do milho e observaram que a orientação da ponta de pulverização 45° para frente, no sentido do deslocamento do equipamento, apresentou melhor controle sobre *A. fatua*, *T. aestivum* e *H. vulgare*, sendo as diferenças maiores para as menores dosagens do produto. Shaw et al. (2000), estudando o efeito do volume de pulverização, diâmetro de gotas e o ângulo de incidência do jato de pulverização (0°, 45° e 90°), para determinar a eficácia do acifluorfen no controle de *Xanthium estrumarium* L., obtiveram melhor controle quando utilizaram volume de calda de pulverização de 56 L ha<sup>-1</sup>, diâmetro de gota de 350 µm e ângulo de incidência do jato de pulverização de 45°.

Da mesma forma, Silva (2000), ao estudar os depósitos de traçantes no solo e nas plantas de *C. rotundus*, trabalhando com ângulos de incidência do jato de pulverização de -30°, -15°, 90°, +15° e +30° em relação à vertical, constatou que os maiores valores dos depósitos nas plantas foram proporcionados para os ângulos de +15° e +30°, os quais apresentaram incrementos de 26,34 e 50,60%, respectivamente, no depósito de calda nas plantas, comparados ao ângulo de 90°.

Um aspecto relevante desta revisão bibliográfica foi o número reduzido de pesquisas que avaliassem a quantidade de produto depositado em plantas daninhas em aplicações de pós-emergência e, nenhum trabalho com espécies de trapoerabas.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa-de-vegetação no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas FCA/UNESP, campus de Botucatu-SP no período de dezembro 2006 a janeiro 2007.

Foram utilizadas quatro espécies de trapoeraba, *Commelina benghalensis* L., *Commelina villosa* C. B. Clarke ex Chod. & Hassl., *Commelina diffusa* Burm. f. e *Commelina erecta* L. (Figura 1). As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de cinco litros, contendo solo classificado como latossolo vermelho-escuro, textura média, Unidade Patrulha (CARVALHO et al., 1983). Utilizaram-se estacas das quatro espécies de trapoerabas com aproximadamente 15 cm, colocando-se cinco hastes por vaso. Para cada vaso realizou-se a calagem do solo aplicando-se 15 g de calcário dolomítico para atingir o V% igual a 70, e adubação com 3 g da fórmula 4-14-8 de NPK incorporado ao solo antes do transplântio das estacas. As características químicas da terra constituinte do solo estão indicadas na Tabela 1.



**Figura 1.** Espécies do gênero *Commelina* utilizadas no experimento: (A) *Commelina benghalensis*, (B) *Commelina diffusa*, (C) *Commelina erecta* e (D) *Commelina villosa*. Botucatu/SP, 2006/07.

**Tabela 1.** Características químicas da terra utilizada no cultivo das espécies de trapoeraba. Botucatu/SP, 2006/07.

| pH                | M.O.               | P resina           | H + Al                                        | K   | Ca  | Mg  | SB  | CTC  | V%  |
|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| CaCl <sub>2</sub> | g dm <sup>-3</sup> | g dm <sup>-3</sup> | -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |     |     |     |     |      |     |
| 4,10              | 18,0               | 8,0                | 67,0                                          | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 68,0 | 3,0 |

Os exemplares das plantas de *C. benghalensis* utilizadas para a retirada das estacas foram coletados em área de significativa infestação na Fazenda Experimental Lageado denominada “didática” da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP,

campus de Botucatu/SP. As plantas de trapoeraba (*C. villosa*, *C. diffusa* e *C. erecta*) foram provenientes de áreas agrícolas da região de Ponta Grossa/PR e identificadas com o auxílio da pesquisadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Dalva Cassie Rocha (Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG). As características para a distinção entre trapoerabas do gênero *Commelina* estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características para a distinção entre trapoerabas do gênero *Commelina* de interesse agrícola.

| Características                | COMBE                                           | COMVI                                                                           | COMDI                                                           | COMER                                                        |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Flores subterrâneas            | Presente                                        | Ausente                                                                         | Ausente                                                         | Ausente                                                      |
| Tipo de caule                  | Prostrado                                       | Ereto                                                                           | Prostrado                                                       | Ereto                                                        |
| Cor do caule                   | Verde-claro ou escuro                           | Verde-escuro, mas pode apresentar manchas avermelhadas na base, próxima ao solo | Geralmente verde-escuro, mas pode apresentar-se avermelhado     | Verde-escuro. Pode apresentar manchas avermelhadas           |
| Cor da folha                   | Verde-claro ou escuro, sem manchas avermelhadas | Verde-escuro, podendo apresentar manchas avermelhadas no dorso                  | Verde-escuro, podendo apresentar manchas avermelhadas na bainha | Verde-escuro. Pode apresentar manchas avermelhadas na bainha |
| Pilosidade do caule e da folha | Geralmente alta, visível a olho nu              | Alta, visível a olho nu                                                         | Baixa                                                           | Baixa                                                        |
| Pecíolo na folha               | Presente                                        | Ausente                                                                         | Presente                                                        | Presente                                                     |
| Formato da folha               | Oblonga                                         | Oblonga-estreita                                                                | Elíptica-estreita                                               | Elíptica-estreita                                            |
| Aurícula na base da folha      | Ausente                                         | Ausente                                                                         | Ausente                                                         | Presente                                                     |
| Flores abertas na espata       | Até 2                                           | Até 2                                                                           | Até 2                                                           | Só 1                                                         |
| Pétalas expandidas             | 2                                               | 2                                                                               | 3                                                               | 2                                                            |
| Ápice da espata                | Agudo                                           | Agudo                                                                           | Acuminado                                                       | Agudo                                                        |

*Commelina benghalensis* L. (COMBE), *Commelina villosa* C. B. Clarke ex Chod. & Hassl. (COMVI), *Commelina diffusa* Burm. F. (COMDI) e *Commelina erecta* (COMER).

Fonte: PENCKOWSKI, & ROCHA, (2006)

Os tratamentos consistiram das pontas de pulverização (i) ponta TX de jato cônico vazio (TX-VK 6 e TX-VK 8), com formação de gotas pequenas e com ângulo de abertura do jato de 80°; (ii) ponta XR de jato plano (XR 11001 VS e XR 11002 VS), com espectro de gotas grandes ou pequenas dependendo da pressão utilizada e com ângulo de abertura de 110° e (iii) ponta de jato plano duplo (TJ60 11002 VS), com formação de gotas menores para cobertura completa e ângulo de abertura de 110°, sendo todas fabricadas pela Spraying System do Brasil. As pontas de jato cônico vazio e jato plano foram avaliadas o ângulo de aplicação (0° e +30°). Foram testados dois volumes de aplicação (100 e 200 L ha<sup>-1</sup>), para obter-se o volume desejado foram utilizadas as pontas TX-VK 6 e XR 11001 VS para o volume de 100 L ha<sup>-1</sup> e as pontas TX-VK 8 e XR 11002 VS para o volume de 200 L ha<sup>-1</sup>. Para a ponta TJ60 11002 VS, foi modificado a pressão de aplicação para se conseguir o volume desejado. As principais características de cada tipo de ponta apresentam-se na Tabela 3. Deve-se salientar que todas as pontas de pulverização eram novas aferindo-se a pressão e vazão antes de cada aplicação de acordo com as especificações do fabricante.

**Tabela 3.** Descrição das pontas de pulverização.

| <b>Tipo de ponta</b> | <b>Características</b>    | <b>Descrição de uso</b>                                                            | <b>Pressão recomendada</b> |
|----------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| TX                   | Perfil cônico vazio       | Pulverização muito fina que melhora a penetração e a cobertura                     | 200 - 2000 kPa             |
| XR                   | Jato plano comum          | Reduz a deriva nas pressões mais baixas, melhor cobertura nas pressões mais altas. | 100 - 400 kPa              |
| TJ 60                | Jato plano duplo uniforme | Gotas menores para uma melhor cobertura                                            | 200-400 kPa                |

Fonte: Catálogo Spraying System do Brasil, 2008

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada vaso constituiu em uma repetição, onde cada haste do vaso coletada foi considerada uma repetição para as análises quantitativas e qualitativas, o que representou um total de 20 repetições.

A aplicação dos tratamentos foi realizada em duas etapas, a primeira

aplicação foi realizada com as espécies *C. bengalensis* e *C. erecta* no dia 20/12/2006 e a segunda aplicação com as espécies *C. villosa* e *C. difusa* no dia 15/01/2007. As aplicações foram realizadas 40 dias após o transplântio das hastes, quando as hastes das plantas encontravam-se entre 30 a 40 cm de comprimento.

As caldas de pulverização foram preparadas adicionando-se meio grama (0,5g) de corante Azul Brilhante (FDC-1) por litro de água destilada, o que equivale à concentração de 500 ppm para determinar-se a deposição da calda de pulverização. Segundo Palladini (2000), esse corante não influi nas características físicas da calda, podendo ser utilizado como traçador para simulação de aplicações de herbicidas.

A aplicação foi realizada através de pulverizador estacionário pressurizado a ar comprimido com pressão constante, em sala fechada, equipado com barra de pulverização posicionada a 0,5 m de altura das plantas e munida de quatro pontas de pulverização, com espaçamento de 0,5 m entre bicos. A barra de pulverização foi deslocada à velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$ , proporcionando o consumo de calda desejado, 100 e  $200 \text{ L ha}^{-1}$  (Figura 2).



**Figura 2.** Aplicação do corante Azul Brilhante sobre as plantas de *Commelina* no centro do sistema de aplicação. Botucatu/SP, 2006/07.

Durante a aplicação, as condições do ambiente foram mensuradas, a temperatura e umidade relativa do ar variaram de 28,1 a 30,7° C e 39 a 53%, respectivamente para a primeira aplicação no dia 20/12/2006. Para a segunda aplicação do dia 15/01/2007, a temperatura e umidade relativa do ar variaram de 24,4 a 28,6°C e 49 a 53% respectivamente. As condições operacionais estão descritas nas Tabelas 4 e 5, além das variáveis estudadas (modelo de ponta de pulverização, pressão, volume de aplicação, a angulação utilizada para cada tratamento). O ângulo +30° corresponde à inclinação do bico para frente, no sentido do deslocamento da barra de aplicação.

**Tabela 4.** Tratamentos e condições ambientais durante a aplicação da calda de pulverização nas plantas de *Commelina bengalensis* e *Commelina erecta* (20/12/2006). Botucatu/SP, 2006/07.

| Tratamentos | Ponta         | Volume<br>(L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulo | Pressão<br>(kPa) | Temperatura<br>°C | U.R.<br>(%) |
|-------------|---------------|---------------------------------|--------|------------------|-------------------|-------------|
| 1           | TX-VK 6       | 100                             | 0°     | 500              | 28,1              | 53          |
| 2           | TX-VK 6       | 100                             | +30°   | 500              | 28,4              | 53          |
| 3           | TX-VK 8       | 200                             | 0°     | 500              | 28,4              | 53          |
| 4           | TX-VK 8       | 200                             | +30°   | 500              | 28,7              | 53          |
| 5           | XR 11001 VS   | 100                             | 0°     | 200              | 29,6              | 49          |
| 6           | XR 11001 VS   | 100                             | +30°   | 200              | 29,3              | 48          |
| 7           | XR 11002 VS   | 200                             | 0°     | 200              | 30,4              | 41          |
| 8           | XR 11002 VS   | 200                             | +30°   | 200              | 30,7              | 39          |
| 9           | TJ60 11002 VS | 100                             | --     | 200              | 30,3              | 46          |
| 10          | TJ60 11002 VS | 200                             | --     | 250              | 30,3              | 46          |

Tampas plásticas tipo (Figura 3) com 10,178 cm<sup>2</sup> de área foram utilizadas como alvo não biológico e colocadas em cada parcela experimental com o objetivo de avaliar-se a eficiência da deposição proporcionada por cada ponta de pulverização e determinar a quantidade de traçador (corante alimentício Azul Brilhante FDC-1) que chegava

ao solo. As tampas plásticas foram distribuídas antes da pulverização, sendo colocadas embaixo das plantas.

**Tabela 5.** Tratamentos e condições ambientais durante a aplicação da calda de pulverização nas plantas de *Commelina villosa* e *Commelina diffusa* (15/01/2007). Botucatu/SP, 2006/07.

| Tratamentos | Ponta         | Volume<br>(L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulo | Pressão<br>(kPa) | Temperatura<br>°C | U.R.<br>(%) |
|-------------|---------------|---------------------------------|--------|------------------|-------------------|-------------|
| 1           | TX-VK 6       | 100                             | 0°     | 500              | 24,4              | 52          |
| 2           | TX-VK 6       | 100                             | +30°   | 500              | 24,7              | 51          |
| 3           | TX-VK 8       | 200                             | 0°     | 500              | 24,7              | 51          |
| 4           | TX-VK 8       | 200                             | +30°   | 500              | 24,8              | 53          |
| 5           | XR 11001 VS   | 100                             | 0°     | 200              | 26,6              | 50          |
| 6           | XR 11001 VS   | 100                             | +30°   | 200              | 26,9              | 49          |
| 7           | XR 11002 VS   | 200                             | 0°     | 200              | 27,2              | 51          |
| 8           | XR 11002 VS   | 200                             | +30°   | 200              | 27,5              | 49          |
| 9           | TJ60 11002 VS | 100                             | --     | 200              | 27,4              | 49          |
| 10          | TJ60 11002 VS | 200                             | --     | 250              | 27,6              | 51          |



**Figura 3.** Detalhe referencial do tamanho da Tampa plástica utilizada como alvo não biológico. Botucatu/SP, 2006/07.

Imediatamente após a aplicação da calda de pulverização, procedeu-se a coleta das hastes das plantas daninhas. Com o auxílio de tesouras cortou-se bem rente ao solo as cinco hastes de cada vaso, totalizando 20 hastes por tratamento. Essas hastes foram coletadas individualmente com o auxílio de pinças e acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados de dimensões de 25 x 35 cm e em seguida lavadas com água destilada, com o objetivo de recuperar o corante que foi depositado durante as suas respectivas aplicações (Figuras 4 e 5).



**Figura 4.** Corte e acondicionamento em sacos plásticos das plantas após a aplicação do corante Azul Brilhante sobre as plantas de *Commelina*. Botucatu/SP, 2006/07.

No laboratório, frascos plásticos de cor âmbar etiquetados com capacidade para 250 mL, continham 100 mL de água destilada que foi utilizada para lavagem das plantas. A água era colocada no saco plástico contendo a planta, e em seguida, o mesmo era agitado, sendo a água com corante devolvida para os frascos.

Após a lavagem, as plantas foram colocadas em sacos de papel etiquetados e, levadas para uma estufa de ventilação forçada para secagem. Após 72 horas quando as plantas atingiram peso constante, a uma temperatura de  $60 \pm 5^\circ \text{C}$ , as plantas foram retiradas e pesadas para a determinação da massa seca.



**Figura 5.** Gotas de pulverização nas folhas das espécies do gênero *Commelina* utilizadas nos estudos: (A) *Commelina benghalensis*, (B) *Commelina diffusa*, (C) *Commelina erecta* e (D) *Commelina villosa*. Botucatu/SP, 2006/07.

Os frascos plásticos com as soluções de lavagem foram devidamente identificados e armazenados em condições sem luz e a temperatura ambiente, até realizar a leitura no espectrofotômetro. Após, foram procedidas leituras de absorvância de todas as amostras obtidas em espectrofotômetro de feixe duplo, modelo CGB Cintra 20, operando com 10 mm de caminho ótico no comprimento de onda de 630 nm para o corante Azul Brilhante FDC -1 seguindo a descrição de Palladini (2000). Os dados de absorvância foram ajustados e transformados em  $\text{mg L}^{-1}$ , de acordo com o coeficiente angular da curva-padrão. As concentrações em  $\text{mg L}^{-1}$  foram transformadas em volume pela expressão matemática:

$$Ci \cdot Vi = Cf \cdot Vf$$

em que :

$Ci$  = concentração inicial na calda de aplicação ( $\text{mg L}^{-1}$ );

$Vi$  = volume retido pelo alvo (mL);

$Cf$  = concentração detectada em densidade óptica ( $\text{mg L}^{-1}$ ); e

$Vf$  = volume de diluição da amostra de cada planta (mL).

O produto dessa expressão matemática foi multiplicado por 1.000, para que se obtesse o volume em  $\mu\text{L}$  por planta, e dividido pela massa seca, com a finalidade de obter os resultados em  $\mu\text{L.g}^{-1}$ .

Os resultados foram expressos em  $\mu\text{L g}^{-1}$  devido à lavagem das amostras terem sido as hastes das plantas (folhas + caule), sendo assim, considerou-se incorreto fazer os cálculos por área foliar. Segundo Maciel et al. (2001a) trabalhando com depósitos de pulverização em feijão e *B. plantaginea*, não houve diferenças significativas entre a deposição estimada pela área foliar ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) ou massa seca ( $\mu\text{L g}^{-1}$ ).

Para os depósitos na superfície da planta os valores de porcentagem do traçador foram ajustados ao modelo de **Gompertz** para representar a frequência acumulada (**Y**), em porcentagem, conforme a **Equação 1** com auxílio do programa estatístico **SIGMASTAT**. O modelo foi simplificado segundo procedimentos descritos por Velini (1995). Adotou-se o valor **4,60517** para o parâmetro “**a**”, de modo que “**e<sup>a</sup>**” = **100**. Para melhor visualização dos resultados optou-se por apresentar, também as curvas de frequência não acumuladas ou densidade de probabilidade (**Y'**), que corresponde à derivada primeira do referido modelo (**Equação 2**).

#### Modelo de Gompertz:

|                                      |                          |             |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------|
| $Y = e^{(a - e^{(-b - c \cdot X)})}$ | Frequência acumulada (%) | (Equação 1) |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------|

|                                                               |                              |             |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|
| $Y' = c \cdot e^{(a - b - c \cdot X - e^{(-b - c \cdot X)})}$ | Frequência não acumulada (%) | (Equação 2) |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|

No qual:

**a, b e c** = parâmetros da equação;

**e<sup>a</sup>** = 100, sendo “**a**” o valor máximo da assíntota da curva;

**b** = deslocamento da curva ao longo do eixo X;

**c** = inclinação ou concavidade da curva em relação às respectivas frequências Y e Y’;

**X** = porcentagem de chegada do traçador em relação ao total aplicado.

Segundo Velini (1995) a primeira derivada corresponde à curva de distribuição de frequências não acumuladas (densidade de probabilidade), ou ao incremento que se obtém nas frequências acumuladas, quando se aumenta em uma unidade o valor referente. O ponto máximo da primeira derivada corresponde à moda da porcentagem de depósito de traçador, que ocorre quando a segunda derivada é igual a zero. A mediana pode ser calculada igualando-se a própria expressão que representa as frequências acumuladas a 50%. As modas e medianas podem ser calculadas pelas seguintes expressões:

$$\text{Moda} = -b/c$$

**Mediana** =  $[b + \ln(a - \ln 50)] / (1 - c)$ , no qual **a, b e c** são os parâmetros do modelo de Gompertz.]

$$CV = \text{Desvio padrão} \cdot 100 / \text{média}$$

Com o mesmo modelo foram calculados os percentis 1, 5, e 10. Os percentis foram calculados igualando-se a expressão de frequência acumulada a cada um destes valores, estimando a quantidade que recebe essa proporção de menor deposição da população de plantas avaliadas.

O nível de precisão do modelo de Gompertz foi avaliado através dos coeficientes de determinação (**R<sup>2</sup>**) e pelas somas dos quadrados de resíduos das equações.

Os resultados encontrados também foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A análise de variância e comparação de médias foi feita pelo programa SISVAR.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho apresenta-se a discussão dos resultados da avaliação dos depósitos quantificados e qualitativos através do traçador Azul Brilhante FD&C-1. Os dados foram discutidos separadamente para cada espécie estudada do gênero *Commelina*.

### 6.1 *Commelina benghalensis*

#### 6.1.1 Parâmetros Quantitativos da Pulverização

Os volumes médios de calda depositada no solo durante a aplicação nas plantas de *C. benghalensis* estão apresentados na Tabela 6. Pode-se constatar que, apesar das pontas de pulverização apresentarem tamanho de gotas, volumes e ângulos de aplicação diferentes, não houve efeito na deposição média do corante nos coletores posicionados no solo durante a aplicação dos tratamentos nas plantas, talvez em consequência do elevado coeficiente de variação. Contudo observa-se uma variação de 61,2% entre o tratamento com maior deposição (ponta TX-VK 8 a +30°) e o menor (ponta XR 11001 VS a 0°). Estudos com mais repetições poderiam ser testados no futuro para minimizar o problema ora registrado.

Isto, provavelmente, pode ter ocorrido também pelo fato das plantas de *C. benghalensis* apresentarem caule prostrado, ou seja, possui caule rente ao chão, o que cobriria a maior parte da superfície do solo, assim reteria-se os depósitos em suas folhas e agiria como uma barreira para as gotas. Outro aspecto, relevante a ser mencionado, foi o tamanho do alvo utilizado, o que pode ter dificultado a captura das gotas.

**Tabela 6.** Volume médio de calda depositada no solo durante a aplicação nas plantas de *Commelina benghalensis*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização  | Volumes de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulos de Aplicação | Deposição (µL cm <sup>-2</sup> ) |
|-------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| TX-VK 6                 | 100                                        | 0°                   | 1,700 a                          |
| TX-VK 6                 | 100                                        | +30°                 | 1,633 a                          |
| TX-VK 8                 | 200                                        | 0°                   | 1,473 a                          |
| TX-VK 8                 | 200                                        | +30°                 | 1,728 a                          |
| XR 11001 VS             | 100                                        | 0°                   | 1,057 a                          |
| XR 11001 VS             | 100                                        | +30°                 | 1,340 a                          |
| XR 11002 VS             | 200                                        | 0°                   | 1,624 a                          |
| XR 11002 VS             | 200                                        | +30°                 | 1,450 a                          |
| TJ60 11002 VS           | 100                                        | --                   | 1,405 a                          |
| TJ60 11002 VS           | 200                                        | --                   | 1,260 a                          |
| F <sub>tratamento</sub> |                                            | 0,835 <sup>ns</sup>  |                                  |
| d.m.s.                  |                                            | 1,23                 |                                  |
| CV (%)                  |                                            | 32,6                 |                                  |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (p > 0,05).

<sup>ns</sup> não significativo.

O uso de alvo artificial e softwares específicos para estimar o depósito e/ou distribuição da calda de pulverização de produto fitossanitário, apesar de ser um método prático e economicamente viável, ainda apresenta limitações em relação aos métodos que utilizam alvos naturais como matriz de estudo (MACIEL et al., 2001b). Os alvos artificiais são uniformes e podem ser localizados precisamente em posições pré-determinadas, mas não reproduzem os alvos

reais (TOFOLI, 2001) e podem apresentar inconsistência na captura, como aqueles observados nesse trabalho.

Os valores médios dos depósitos da calda de pulverização que alcançaram as plantas de *C. benghalensis* estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que a ponta TJ60 11002 VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> foi a que apresentou maiores depósitos médios de calda de pulverização dentre as pontas avaliadas. Quanto ao volume utilizado, observa-se que o volume de 200 L ha<sup>-1</sup> foi o que se destacou proporcionando os maiores valores de depósitos, resultado similar foi encontrado por Bauer (2002) e Farinha (2007), no qual os depósitos em plantas de soja foram superiores nos volumes maiores testados, porém semelhantes entre as pontas em estudo.

**Tabela 7.** Volume médio de calda depositada em plantas de *Commelina benghalensis*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização | Volumes de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulos de Aplicação | Deposição (µL g <sup>-1</sup> de massa seca) |
|------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| TX-VK 6                | 100                                        | 0°                   | 159,759 cd                                   |
| TX-VK 6                | 100                                        | +30°                 | 196,036 bc                                   |
| TX-VK 8                | 200                                        | 0°                   | 246,196 ab                                   |
| TX-VK 8                | 200                                        | +30°                 | 238,304 ab                                   |
| XR 11001 VS            | 100                                        | 0°                   | 117,502 d                                    |
| XR 11001 VS            | 100                                        | +30°                 | 116,140 d                                    |
| XR 11002 VS            | 200                                        | 0°                   | 251,836 ab                                   |
| XR 11002 VS            | 200                                        | +30°                 | 238,253 ab                                   |
| TJ60 11002 VS          | 100                                        | --                   | 189,653 bcd                                  |
| TJ60 11002 VS          | 200                                        | --                   | 273,722 a                                    |
| F tratamento           |                                            | 11,42**              |                                              |
| d.m.s.                 |                                            | 75,68                |                                              |
| CV (%)                 |                                            | 36,9                 |                                              |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados também por Scramim et al. (2002) quando avaliaram diferentes pontas de pulverização (TX-VS 8, TX-VS 4 e TJ60 8002) com relação à deposição da calda de pulverização na cultura do algodão.

Os depósitos obtidos pelas pontas TX-VK 8 e XR 11002 VS que produzem espectro de gotas finas (90 - 200  $\mu$ ), independente do ângulo de aplicação utilizado, apresentaram o mesmo efeito das gotas muito finas produzidas (< 90  $\mu$ ) pela ponta TJ60 11002 VS que para proporcionar o volume desejado de 200 L ha<sup>-1</sup> foi utilizado uma pressão de 250 kPa. Esses resultados confirmam as considerações de Salyani (1988) e Steden (1992) de que, não necessariamente, uma gota menor propicia melhor cobertura do alvo.

Derksen & Sanderson (1996) avaliaram a influência do volume de calda na deposição foliar de produtos fitossanitários e verificaram, com o uso de altos volumes de aplicação, melhor cobertura e menores variações de deposição ao longo do dossel. Os autores explicaram que altos volumes permitem uma redistribuição de produto por meio do escoamento da parte superior para a parte inferior, o que causa maior deposição nas partes inferiores e, com isso, maior uniformidade de deposição. No entanto, essas aplicações apresentam maiores riscos de contaminação do solo, em virtude da possibilidade da não-retenção de produto nas folhas.

Maciel et al. (2001a), observaram deposição maior em pulverizações em plantas de *B. decumbens* com pontas do tipo cônico (TX-VK 8), em relação ao jato plano (XR 11002 VS). Silva (2000) avaliou o efeito de diferentes pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização sobre plantas de *C. rotundus*, sendo elas do tipo jato plano (XR 11002VS e DG 11002VS), jato plano duplo (TJ 60 11002VS) e jato cônico (TXVS-4 e FL-5 VS), e concluiu que as pontas de jato plano do tipo DG e XR apresentaram maiores depósitos, sendo estes de 5,25 e 54,65%, respectivamente. Esses resultados demonstram que a deposição está relacionada não somente à ponta de pulverização, mas também às características de cada espécie, além das demais condições de aplicação.

Os menores valores de depósitos médios foram verificados para a ponta XR 11001 VS em volume de 100 L ha<sup>-1</sup> independente do ângulo avaliado, sendo 215% menores em média que o maior depósito médio registrado (ponta XR 11002 VS). A mudança do ângulo de aplicação numa mesma ponta não interferiu na deposição média das gotas pulverizadas mostrando não haver diferenças entre os ângulos de aplicação quanto à

deposição.

### 6.1.2 Parâmetros Qualitativos da Pulverização

Os dados originais dos depósitos de calda de pulverização em  $\mu\text{l}$  de calda  $\text{g}^{-1}$  de massa seca de plantas foram analisados através de regressões, sendo os valores ajustados pelo modelo de Gompertz, bem como a média, mediana, moda e coeficiente de variação. Os coeficientes de determinação (Tabela 8) foram elevados ( $R^2$  entre 0,96 e 0,99) para todas as pontas de pulverização, volumes e ângulos de aplicação. Assim, os valores da soma de quadrados do resíduo (desvios da regressão) apresentaram-se baixos, indicando elevada precisão dos ajustes efetuados pelo uso do modelo de Gompertz.

Palladini (2000); Tofoli (2001); Negrisoni et al. (2002); Costa (2003); Silva (2003); Martins (2004), Martins et al. (2005); Gazziero et al. (2006); Terra (2006); Rodrigues (2006); Farinha (2007) e Costa et al. (2008) utilizaram o modelo de Gompertz em trabalhos de deposição e obtiveram bons ajustes dos dados ao modelo.

A qualidade da deposição pode ser analisada através dos gráficos correspondentes aos alvos, que foram ajustados pelo modelo matemático de Gompertz, e mostram a frequência acumulada (FA%), ou seja, os valores medianos para as diferentes porcentagens de população de plantas e, a frequência não-acumulada (FNA%), no qual o pico da curva fornece a moda, ou seja, os valores de depósitos que aparecem com maior frequência na deposição, sendo que a concavidade da curva demonstra a uniformidade de deposição. Em relação à concavidade, quanto mais plana a curva, maior será a frequência dos valores extremos (VELINI, 1995), caracterizando maior amplitude de depósito na população amostrada, ou seja, maiores diferenças entre os maiores e menores volumes depositados nas plantas. Ressalta-se, que Tofoli (2001) comentou ser este modelo uma boa ferramenta para utilizar nos estudos de deposições de aplicações de produtos fitossanitários, já que a análise a partir da média não é suficiente, sendo necessária a análise da dispersão das deposições.

A média, normalmente não é um valor muito confiável por ser composta de valores extremos, podendo muitas vezes, dar idéias contraditórias devido maior ou menor dispersão de valores (VELINI, 1995). Segundo Tofoli (2001), a utilidade da média para indicar a deposição em pulverizações agrícolas deve ser discutida, pois aplicando-se uma

determinada dose de um suposto herbicida, a dose pontual mais freqüente (moda) na área pode ser bastante inferior à dose média. Assim, os valores das médias dos depósitos da calda de pulverização, apresentam-se superiores aos valores da moda, indicando que a moda pode ser mais adequada para comparar depósitos.

A mediana pode ser calculada igualando-se a própria expressão que representa as freqüências acumuladas a 50 (VELINI, 1995). Já, a moda pode ser obtida através do conjunto de dados mais freqüentes que compõem os valores originais, sendo determinada pelo ponto máximo da derivada primeira dos dados da freqüência acumulada (VELINI, 1995).

Os resultados da análise de regressão, os coeficientes de determinação, os valores de F da regressão ( $p>0,01$ ), assim como os parâmetros utilizados pelo modelo, para quantificar a deposição da calda em relação ao tipo de ponta de pulverização, volume e ângulo de aplicação das plantas de *C. benghalensis*, encontram-se apresentados na Tabela 8.

Utilizando a moda como parâmetro de comparação para os depósitos observa-se, nas plantas amostradas que independente da ponta utilizada, o volume de 200 L ha<sup>-1</sup> proporcionou os maiores valores de moda, o que determina valores pontuais de depósitos mais freqüentes nas plantas de *C. benghalensis* quando comparadas com o volume de 100 L ha<sup>-1</sup> (Tabela 8).

Assim, o aumento no volume aplicado proporcionou um incremento no volume de depósitos pontuais encontrados nas plantas. Analisando os tratamentos em que foram aplicados com um volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, observa-se que o maior valor de depósitos pontuais foi conferido para a ponta TJ60 11002 VS seguida pela ponta XR 11002 VS e TX-VK 6, ambas com ângulo de aplicação de 0°, sendo estes depósitos pontuais superiores na ordem de 7,68 e 8,39% respectivamente. Para o volume de 100 L ha<sup>-1</sup>, verifica-se que a ponta TJ60 11002 VS também foi a que proporcionou os maiores valores de depósitos pontuais.

Registra-se que quando ao utilizar o ângulo de +30° nas pontas de pulverização, ocorreu incrementos nos depósitos pontuais para o volume de 100 L ha<sup>-1</sup>, já para o volume de 200 L ha<sup>-1</sup> ocorreu o inverso, os valores de depósitos pontuais mais freqüentes da calda de pulverizada foi reduzido (Tabela 8). Tal fato, talvez seja uma diretriz futura de recomendação prática a campo, no qual os volumes reduzidos de calda deve-se utilizar angulação na ponta de pulverização para obter-se resultados mais eficientes de uma pulverização.

A representação gráfica dos resultados foi confeccionada a partir da frequência acumulada e não-acumulada obtida pelo modelo de Gompertz. Nas Figuras 6 e 7 estão apresentadas às curvas de frequência acumulada e não acumulada, para os depósitos de calda de pulverização em plantas de *C. benghalensis*, promovidos por diferentes pontas de pulverização e volumes de aplicação. Nos gráficos de frequência acumulada as curvas são avaliadas através da sua maior ou menor inclinação. Curvas menos inclinadas significam maior dispersão dos dados, o que resulta em maiores variações nos depósitos unitários.

A frequência não acumulada ou densidade de probabilidade corresponde à derivada primeira da curva de frequência acumulada. Os picos presentes nas curvas representam à curtose que mostra a frequência de valores extremos, isso pode ser entendido da seguinte maneira: quanto mais plano é o pico da curva, maior a quantidade desses valores e, conseqüentemente, mais desuniformes apresentam-se (VELINI, 1995).

A uniformidade da deposição da calda de pulverização destaca-se como fator importante no desempenho dos produtos fitossanitários, principalmente quando se considera produtos de ação de contato, que exigem maior área de cobertura do alvo. Bauer & Raetano (2004) citam que a uniformidade de cobertura da pulverização e o tamanho das gotas são fatores que dependem do desempenho das pontas de pulverização, que no caso dos pulverizadores é considerado a parte mais importante do equipamento.

Utilizando-se o parâmetro “c” do modelo de Gompertz (Tabela 8), em que os maiores valores indicam menores inclinações das curvas e, maior uniformidade de deposição da calda de pulverização e, analisando as Figuras 6 e 7, pode-se verificar que os tratamentos que produziram os depósitos de calda mais uniformes foram os correspondentes a ponta XR 11001 VS no volume de  $100 \text{ L ha}^{-1}$  nos dois ângulos de aplicação testados, sendo estes os tratamentos que apresentaram os menores valores pontuais de deposição.

**Tabela 8.** Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas e valores de Médias, Mediana, Moda e Coeficiente de Variação dos depósitos do traçador em µl de calda g<sup>-1</sup> de massa seca em plantas de *Commelina benghalensis*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Modelo                       | TX-VK 6 |        |          | TX-VK 8  |          |          | XR 11001 VS |          |          | XR 11002 VS |          |       | TJ60 11002 VS |       |       |
|------------------------------|---------|--------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|-------------|----------|-------|---------------|-------|-------|
|                              | Ângulo  |        |          | Ângulo   |          |          | Ângulo      |          |          | Ângulo      |          |       | Ângulo        |       |       |
|                              | 0°      | +30°   | 100      | 0°       | +30°     | 200      | 0°          | +30°     | 100      | 0°          | +30°     | 200   | 0°            | +30°  | 200   |
| y=e^[a-e^(-b-c*x)]           |         |        |          |          |          |          |             |          |          |             |          |       |               |       |       |
| Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |         |        |          |          |          |          |             |          |          |             |          |       |               |       |       |
| Estimativa dos parâmetros    | a       | 4,605  | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605    | 4,605 | 4,605         | 4,605 | 4,605 |
|                              | b       | -3,333 | -2,937   | -2,821   | -3,201   | -3,343   | -2,884      | -2,434   | -2,932   | -2,345      | -2,548   |       |               |       |       |
|                              | c       | 0,025  | 0,019    | 0,013    | 0,016    | 0,035    | 0,029       | 0,012    | 0,016    | 0,013       | 0,011    |       |               |       |       |
| SQRegressão                  |         | 677,74 | 636,06   | 655,53   | 683,84   | 644,40   | 692,31      | 646,88   | 628,92   | 659,77      | 681,09   |       |               |       |       |
| SQResíduo                    |         | 4,61   | 14,89    | 19,86    | 23,51    | 7,61     | 17,91       | 8,73     | 15,63    | 25,32       | 4,12     |       |               |       |       |
| SQTotal                      |         | 682,36 | 650,95   | 675,39   | 707,35   | 652,01   | 710,22      | 655,60   | 644,55   | 685,09      | 685,21   |       |               |       |       |
| FRegressão                   |         | 4,83** | 227,73** | 176,08** | 155,17** | 452,21** | 206,23**    | 395,64** | 214,58** | 138,93**    | 879,95** |       |               |       |       |
| R <sup>2</sup>               |         | 0,98   | 0,99     | 0,97     | 0,97     | 0,97     | 0,99        | 0,98     | 0,99     | 0,96        | 0,99     |       |               |       |       |
| Média                        |         | 159,76 | 196,04   | 246,20   | 238,30   | 117,50   | 116,14      | 251,84   | 238,25   | 189,65      | 273,72   |       |               |       |       |
| Mediana                      |         | 148,57 | 178,57   | 252,98   | 224,37   | 105,38   | 110,94      | 259,31   | 211,44   | 205,42      | 277,57   |       |               |       |       |
| Moda                         |         | 133,86 | 158,76   | 223,89   | 201,32   | 94,97    | 98,43       | 225,37   | 187,95   | 177,65      | 242,67   |       |               |       |       |
| CV (%)                       |         | 0,34   | 0,49     | 0,45     | 0,51     | 0,59     | 0,91        | 0,29     | 0,41     | 0,66        | 0,19     |       |               |       |       |

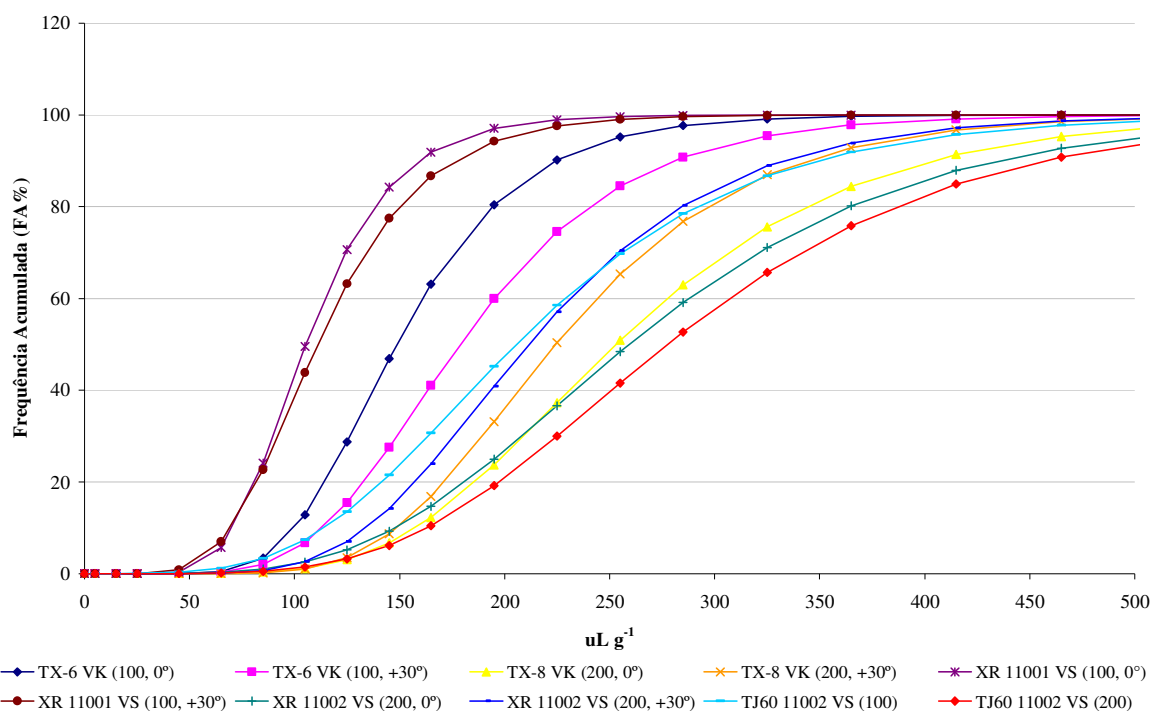
X̄ = porcentagem de depósito do traçador em relação ao total aplicado; A, B e C são estimativas dos parâmetros do modelo para o traçador.

\*\* - significativo a 1% de probabilidade.

Nesta avaliação o tratamento que conferiu o menor valor para o parâmetro “c” (menor inclinação da curva); mostrando uma maior desuniformidade das gotas pulverizadas foi o correspondente a ponta TJ 60 11002 VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup>. Ressalta-se que essa ponta proporcionou o maior valor de depósitos pontuais, ou seja, maior valor de moda, e o maior valor médio dos depósitos (Tabela 7 e 8) entre os tratamentos testados no volume de 200 L ha<sup>-1</sup>. Estes resultados corroboram os obtidos por Martins (2004), no qual verificou que as maiores deposições em plantas de batata correspondiam aos maiores volumes testados, porém eram os com menor uniformidade.

Registra-se que a ponta TJ 60 11002 VS para proporcionar o volume desejado de 200 L ha<sup>-1</sup> foi utilizado uma pressão de 250 kPa o que lhe conferiu um espectro de gotas muito fina, com menor diâmetro mediano volumétrico (DMV), com isso constatou-se, efetivamente que para as plantas de *C. benghalensis* a pulverização com gotas maiores (gotas finas) que é o caso dos demais tratamentos, proporcionou melhor uniformidade de cobertura em relação as gotas muito finas; isto pode ser explicado pela quantidade de movimento adquirido pelas gotas (momento linear), função da velocidade e da massa da gota, que leva uma gota de massa maior a uma distância também maior. Esta massa maior faz com que a gota sofra menor influência de outras forças como, por exemplo, a resistência do ar e a turbulência causada pelo movimento do ar devido ao deslocamento das gotas do jato de pulverização; além disso, as gotas menores apresentariam menor tempo de duração, em função da evaporação.

Nos tratamentos em que se testou dois ângulos de aplicação, observou-se que aqueles em que se utilizou o ângulo de +30° nas pontas de pulverização e volume de 100 L ha<sup>-1</sup>, apresentaram maior desuniformidade nos depósitos da calda pulverizada, o contrário ocorreu com os tratamentos utilizando-se o volume de 200 L ha<sup>-1</sup> que melhorou a uniformidade de distribuição das gotas pulverizadas.

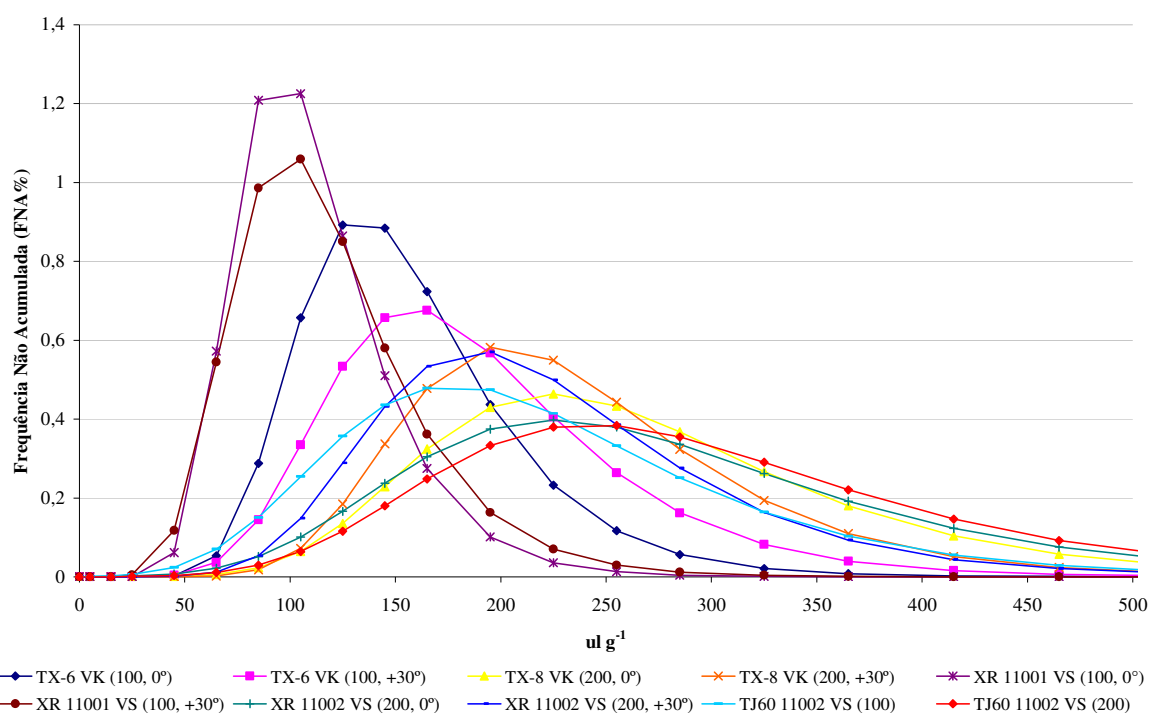


**Figura 6.** Frequências acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina benghalensis* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

Na Tabela 9 estão apresentados os valores dos depósitos da calda de pulverização em  $\mu\text{L}$  de calda g<sup>-1</sup> de massa seca, nas populações de plantas de *C. benghalensis*, em que menos ocorreram depósitos.

Os percentis (1%, 5% e 10%) da população de plantas em que menos ocorreram depósitos da calda de pulverização, podem ser responsáveis pelo insucesso da aplicação de produtos fitossanitários (NEGRISOLI et al., 2002). Assim, a ponta e/ou volume de aplicação que proporcionar maiores depósitos nas populações de plantas que apresentam maior dificuldade em interceptar as gotas pulverizadas, poderão ser consideradas como a mais eficiente no processo de aplicação de produtos fitossanitários.

Registra-se que, as plantas que foram pulverizadas com os maiores volumes foram também as que receberam os maiores depósitos nos 1%, 5% e 10% das plantas que receberam menos depósitos.



**Figura 7.** Frequências não-acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina benghalensis* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

Considerando a deposição nas plantas de *C. benghalensis*, a ponta TX-VK 8, no volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, apresentou os maiores valores de depósitos nos 1%, 5% e 10% das plantas que menos receberam depósitos, nos dois ângulos de aplicação. Ressalta-se que a utilização do ângulo de +30°, proporcionou acréscimo nos depósitos apenas para as plantas que foram pulverizadas com a ponta TX-VK 6 com o volume de 100 L ha<sup>-1</sup> nos 5% e 10% da população de plantas em que menos ocorreram depósitos de calda de pulverização.

Observa-se que todas as plantas receberam gotas de pulverização, sendo que o menor valor foi 46,31 µl de calda g<sup>-1</sup> de massa seca, e isto ocorreu provavelmente devido ao menor acúmulo de ceras epicuticulares que ocorre na superfície foliar de plantas de *C. benghalensis* como foi constatado por Rocha (2001).

Os diferentes padrões de cera sobre a epiderme determinam os diferentes graus de molhabilidade da superfície das folhas. As superfícies cerosas resistem

**Tabela 9.** Deposição da calda de pulverização em  $\mu\text{l}$  de calda  $\text{g}^{-1}$  de massa seca, nas populações de plantas de *Commelina benghalensis*, em que menos ocorreram depósitos. Botucatu/SP, 2006/07.

|               | TX-VK 6                      | TX-VK 8 | XR 11001 VS | XR 11002 VS | TJ60 11002 VS |
|---------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|---------------|
|               | Ângulo                       |         |             |             |               |
|               | 0°                           | +30°    | 0°          | +30°        | 0°            |
| Percentis (%) | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |         |             |             |               |
|               | 100                          | 100     | 200         | 100         | 200           |
| 1             | 72,52                        | 76,21   | 102,68      | 51,59       | 83,96         |
|               |                              |         | 105,27      | 46,31       | 90,05         |
| 5             | 89,79                        | 99,45   | 136,81      | 63,80       | 123,78        |
|               |                              |         | 132,32      | 60,98       | 117,62        |
| 10            | 100,36                       | 113,67  | 157,70      | 71,28       | 148,15        |
|               |                              |         | 148,87      | 69,96       | 134,49        |
|               |                              |         |             |             | 114,47        |
|               |                              |         |             |             | 163,24        |

mais a pulverizações do que cutículas com superfícies lisas. Assim, o grau de efetividade de uma pulverização de um herbicida sobre as folhas pode depender do grau e padrão da camada de cera sobre a cutícula (PROCÓPIO et al., 2003).

Mendonça (2000), estudando algumas características da superfície foliar de espécies de plantas daninhas, observou que *C. benghalensis* apresentou ceras epicuticulares com maior porcentagem de compostos apolares, o que pode prejudicar a absorção de herbicidas com baixo Kow e, portanto, hidrofílicos, como é o caso do glyphosate.

A ponta XR 11001 VS no volume de 100 L ha<sup>-1</sup>, nos dois ângulos de aplicação, foi a que proporcionou os menores depósitos nas plantas nos 1, 5 e 10% da população de plantas em que menos ocorreram depósitos de calda de pulverização, sendo a metade do volume depositado com a ponta TX-VK 8, independente de ter proporcionado a melhor uniformidade de distribuição das gotas.

## **6.2 *Commelina diffusa***

### **6.2.1 Parâmetros Quantitativos da Pulverização**

Na Tabela 10 encontram-se os resultados dos volumes médios de calda depositada no solo (coletor) durante a aplicação nas plantas de *C. diffusa*.

Os tratamentos que apresentaram maiores volumes de depósitos médios foram os correspondentes às pontas TX-VK 6 e TX-VK 8, nos volumes de 100 e 200 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo ambas com ângulo de aplicação de 0°. Detecta-se que o menor volume de depósitos encontrados foram verificados nos tratamentos com a ponta XR 11001 VS no volume de aplicação de 100 L ha<sup>-1</sup>, independente do ângulo testado.

Observa-se, de um modo geral, que os maiores depósitos encontrados nos coletores presentes no solo foram proporcionados pelos tratamentos no volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, independente da ponta e/ou ângulo utilizado.

Segundo Chaim et al. (1999a), avaliando as perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate, verificaram que, dependendo do porte das plantas, a deposição nestas ficaram entre 12% e 51% e, com perdas para o solo entre 30% e 74%.

Verifica-se que para os tratamentos em que foram utilizados ângulos

de aplicação, à medida em que se modificou o ângulo para +30°, a quantidade de calda retida foi reduzida, com exceção da ponta XR 11002VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 10.** Volume médio de calda depositada no solo durante a aplicação nas plantas de *Commelina diffusa*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização  | Volumes de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulos de Aplicação | Deposição (μL cm <sup>-2</sup> ) |
|-------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| TX-VK 6                 | 100                                        | 0°                   | 3,10 a                           |
| TX-VK 6                 | 100                                        | +30°                 | 2,48 ab                          |
| TX-VK 8                 | 200                                        | 0°                   | 3,32 a                           |
| TX-VK 8                 | 200                                        | +30°                 | 2,81 ab                          |
| XR 11001 VS             | 100                                        | 0°                   | 1,11 b                           |
| XR 11001 VS             | 100                                        | +30°                 | 1,04 b                           |
| XR 11002 VS             | 200                                        | 0°                   | 2,07 ab                          |
| XR 11002 VS             | 200                                        | +30°                 | 2,61 ab                          |
| TJ 60 11002 VS          | 100                                        | --                   | 2,32 ab                          |
| TJ 60 11002 VS          | 200                                        | --                   | 2,47 ab                          |
| F <sub>tratamento</sub> |                                            | 3,48**               |                                  |
| d.m.s.                  |                                            | 1,96                 |                                  |
| CV (%)                  |                                            | 34,8                 |                                  |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (p > 0,05).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

Registra-se na Tabela 11 que os volumes médios de calda depositada nas plantas de *C. diffusa* pelas pontas TX-VK 8 e XR 11002 VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> e angulação de +30° foram os tratamentos que conferiram os maiores depósitos médios de calda pulverizada. Nota-se que para o maior volume o efeito da angulação proporcionou incrementos nos depósitos médios das plantas na ordem de 28,12% e 50,76% para as pontas TX-VK 8 e XR 11002 VS, respectivamente.

**Tabela 11.** Volume médio de calda depositada em plantas de *Commelina diffusa*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização  | Volumes de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulos de Aplicação | Deposição (µL g <sup>-1</sup> de massa seca) |
|-------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| TX-VK 6                 | 100                                        | 0°                   | 125,08 cd                                    |
| TX-VK 6                 | 100                                        | +30°                 | 116,88 cd                                    |
| TX-VK 8                 | 200                                        | 0°                   | 215,03 ab                                    |
| TX-VK 8                 | 200                                        | +30°                 | 275,50 a                                     |
| XR 11001 VS             | 100                                        | 0°                   | 115,38 cd                                    |
| XR 11001 VS             | 100                                        | +30°                 | 94,64 d                                      |
| XR 11002 VS             | 200                                        | 0°                   | 176,28 bc                                    |
| XR 11002 VS             | 200                                        | +30°                 | 268,75 a                                     |
| TJ 60 11002 VS          | 100                                        | --                   | 188,19 bc                                    |
| TJ 60 11002 VS          | 200                                        | --                   | 210,62 ab                                    |
| F <sub>tratamento</sub> |                                            | 14,84 **             |                                              |
| d.m.s.                  |                                            | 76,07                |                                              |
| CV (%)                  |                                            | 42,1                 |                                              |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (p > 0,05).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

Silva (2000) estudou os depósitos de calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca em diferentes condições de aplicação, concluindo que, dentre as variáveis estudadas (tipos de pontas, ângulo de inclinação das pontas, densidade da planta daninha e velocidade de aplicação), o ângulo de inclinação e a densidade populacional foram os fatores que influenciaram de forma mais intensa a deposição da solução de pulverização e do traçante utilizado. O autor ainda comentou que os maiores valores de depósitos nas plantas foram proporcionados aos ângulos de +15° e +30°, uma vez que estes depósitos foram 26,3% e 50,6% superiores àqueles proporcionados pelo ângulo de 0°, corroborando com os resultados ora encontrados para estas duas pontas.

Ressaltas-se que o menor valor de depósitos médios verificado nas plantas de *C. diffusa* foi proporcionado pela ponta XR 11001 VS no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> e

angulação de +30°, sendo que neste caso, os resultados não corroboram com vários pesquisadores, como (SILVA, 2000; MARTINS, 2004 e TOMAZELA et al., 2006), que trabalharam com outras espécies de plantas, tiririca, capim-marmelada e batata, respectivamente.

### 6.2.2 Parâmetros Qualitativos da Pulverização

Na Tabela 12, estão apresentados os valores correspondentes aos parâmetros calculados a partir do ajuste da regressão através do modelo de Gompertz para a frequência acumulada e os depósitos em relação ao modelo de ponta de pulverização, volume e ângulo de aplicação das plantas de *C. diffusa*. Os coeficientes de determinação foram elevados ( $R^2$  entre 0,96 e 0,99) para todas as pontas de pulverização, volumes e ângulos de aplicação. Também estão apresentados os valores de média, mediana, moda e coeficiente de variação.

O modelo de ponta XR 11002 VS seguida pela ponta TX-VK 8, ambas nos volumes de 200 L ha<sup>-1</sup> e com angulações de + 30°, foram os tratamentos que apresentaram os maiores valores de moda (Tabela 12), indicando os maiores valores frequentes de depósitos pontuais que ocorreram nas plantas de *C. diffusa*. Os menores depósitos pontuais encontrados foram conferidos pelos tratamentos com as pontas TX-VK 6 e XR 10001 VS no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> com angulo de + 30°. Quando se utiliza o ângulo de +30° ocorre um acréscimo nos depósitos pontuais em todos os tratamentos com volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, contudo esses depósitos pontuais decrescem no menor volume de aplicação com exceção da ponta XR 11002 VS.

A qualidade da deposição pode ser analisada através das Figuras 8 e 9, nas quais estão apresentadas as deposições avaliadas pelo modelo de Gompertz. Tofoli (2001) comenta ser este modelo uma boa ferramenta para utilizar nos estudos de deposições de aplicações de produtos fitosanitários, já que a análise a partir da média não é suficiente e é necessária a análise da dispersão das deposições.

A partir da frequência acumulada dada pelo modelo foi construída a Figura 8, no qual a menor inclinação da curva corresponde ao maior valor do parâmetro “c” do modelo (Tabela 12) e indicam a menor dispersão dos depósitos da calda g<sup>-1</sup> de massa seca.

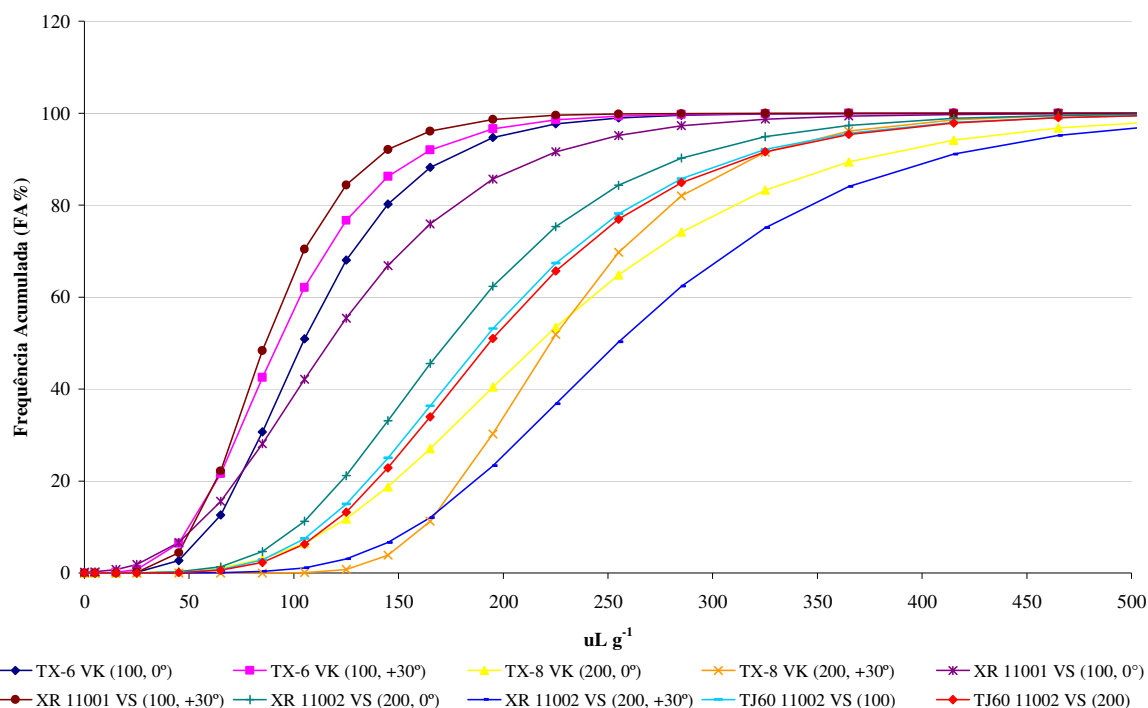
**Tabela 12.** Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas e valores de Médias, Mediana, Moda e Coeficiente de Variação dos depósitos do traçador em  $\mu\text{l}$  de calda  $\text{g}^{-1}$  de massa seca em plantas de *Commelina diffusa*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Modelo                        | TX-VK 6  |          |          | TX-VK 8  |          |          | XR 11001 VS |          |          | XR 11002 VS |        |        | TJ60 11002 VS |        |       |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|-------------|--------|--------|---------------|--------|-------|
|                               | Ângulo   |          |          | Ângulo   |          |          | Ângulo      |          |          | Ângulo      |        |        | Ângulo        |        |       |
|                               | 0°       | +30°     | 100      | 0°       | +30°     | 200      | 0°          | +30°     | 100      | 0°          | +30°   | 200    | 0°            | +30°   | 200   |
| $y=e^{[a-e^{(-b-c*x)}]}$      |          |          |          |          |          |          |             |          |          |             |        |        |               |        |       |
| Volume ( $\text{L ha}^{-1}$ ) |          |          |          |          |          |          |             |          |          |             |        |        |               |        |       |
| Estimativa                    | 100      | 100      | 100      | 200      | 200      | 200      | 100         | 100      | 100      | 200         | 200    | 200    | 100           | 100    | 200   |
| a                             | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605  | 4,605  | 4,605         | 4,605  | 4,61  |
| b                             | -2,546   | -2,324   | -2,299   | -4,079   | -4,079   | -4,079   | -1,860      | -2,774   | -2,774   | -2,564      | -2,813 | -2,602 | -2,602        | -2,602 | -2,67 |
| c                             | 0,028    | 0,029    | 0,012    | 0,020    | 0,020    | 0,012    | 0,019       | 0,036    | 0,036    | 0,017       | 0,013  | 0,016  | 0,016         | 0,016  | 0,02  |
| SQRegressão                   | 16268,41 | 18305,52 | 15838,19 | 17411,83 | 17049,19 | 16458,51 | 16880,95    | 15958,51 | 16741,18 | 17187,62    |        |        |               |        |       |
| SQResíduo                     | 213,42   | 238,69   | 785,53   | 342,42   | 186,19   | 342,93   | 147,45      | 600,78   | 247,948  | 163,077     |        |        |               |        |       |
| SQTotal                       | 16481,83 | 18544,21 | 16623,71 | 17754,26 | 17235,38 | 16801,43 | 17028,40    | 16559,29 | 16989,13 | 17350,69    |        |        |               |        |       |
| FRegressão                    | 406,54** | 409,02** | 107,53** | 271,19** | 488,37** | 255,97** | 610,59**    | 141,67** | 360,10** | 562,11**    |        |        |               |        |       |
| R <sup>2</sup>                | 0,99     | 0,99     | 0,95     | 0,98     | 0,99     | 0,98     | 0,99        | 0,99     | 0,99     | 0,99        | 0,96   | 0,99   | 0,99          | 0,99   | 0,99  |
| Média                         | 125,08   | 116,88   | 215,03   | 275,50   | 115,38   | 94,64    | 176,28      | 268,75   | 188,19   | 210,62      |        |        |               |        |       |
| Mediana                       | 104,02   | 92,14    | 216,71   | 222,28   | 116,57   | 86,28    | 172,38      | 254,36   | 189,08   | 193,15      |        |        |               |        |       |
| Moda                          | 90,93    | 79,59    | 186,91   | 203,95   | 97,38    | 76,21    | 150,82      | 225,04   | 165,73   | 169,81      |        |        |               |        |       |
| CV (%)                        | 4,85     | 5,03     | 3,22     | 4,34     | 2,85     | 5,28     | 4,11        | 2,70     | 3,08     | 2,42        |        |        |               |        |       |

X̄ = porcentagem de depósito do traçador em relação ao total aplicado; A, B e C são estimativas dos parâmetros do modelo para o traçador.

\*\* - significativo a 1% de probabilidade.

Isto, também pode ser visualizado através das frequências não acumuladas (Figura 9) onde as curvas mais afuniladas correspondem à menor curtose dos dados e mostram a frequência de valores extremos, pois quanto mais plano for o pico maior será a curtose e pior será a homogeneidade dos depósitos.

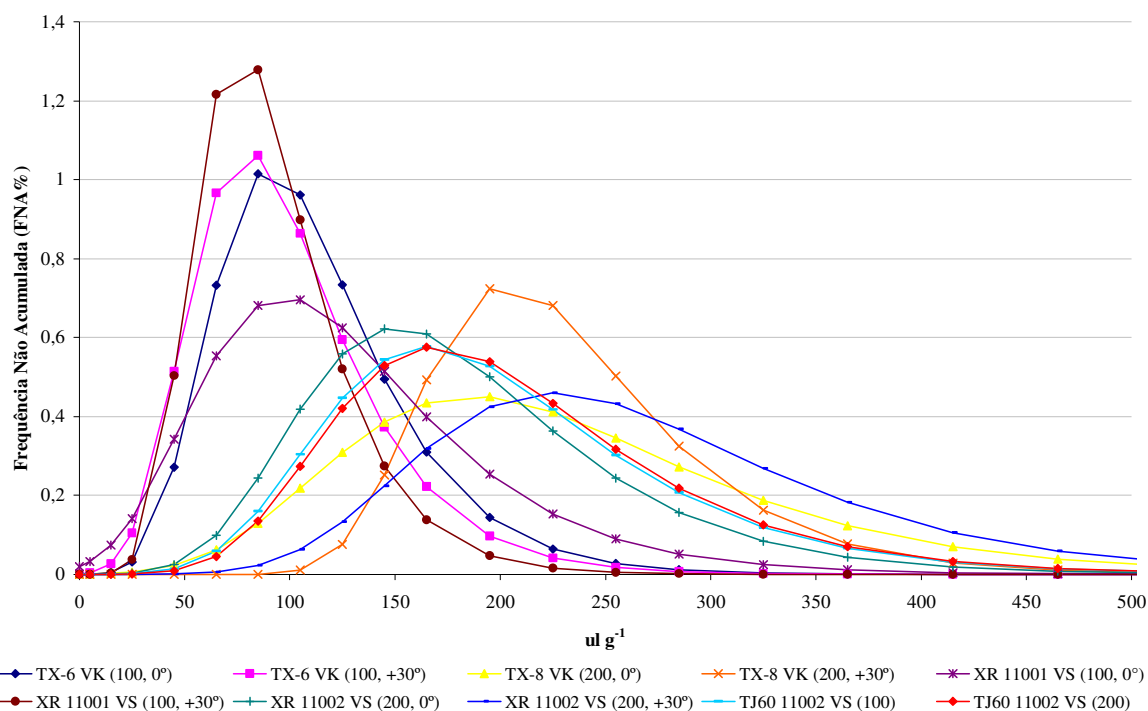


**Figura 8.** Frequências acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina diffusa* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

Nesta avaliação, os tratamentos que produziram os depósitos de calda mais uniformes foram os correspondentes as pontas XR 11001 VS e TX-VK 6 no volume de  $100 \text{ L ha}^{-1}$  com ângulo de aplicação de  $+30^\circ$ . No entanto, as pontas com depósitos de maior variação foram as XR 11002 VS no volume de  $200 \text{ L ha}^{-1}$  com ângulo de aplicação de  $+30^\circ$  e, a ponta TX-VK 8 com volume de  $200 \text{ L ha}^{-1}$  com ângulo de aplicação de  $0^\circ$ . As menores variações foram para os menores volumes independentes das pontas avaliadas.

O volume aplicado numa pulverização deve ser o mais uniforme

possível, sob pena de ser necessário volume adicional para compensar os pontos ou faixas que receberam menor quantidade de calda (PERECIN et al., 1998).



**Figura 9.** Frequências não-acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina diffusa* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

Nos 1% e 5% das plantas que menos receberam depósitos, destacam-se com depósitos baixos as pontas TX-VK 6 e XR 11001 VS no volume de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ , nos dois ângulos testados. Todavia, ao observar-se os 10% da população que recebem menos depósitos, os tratamentos mais comprometidos foram todas as pontas nos volumes baixos nos dois ângulos testados, 0° e +30° (Tabela 13).

A melhor deposição no 1% da população em que menos recebeu deposição apresentou valores de  $127,59 \mu\text{l}$  de calda  $\text{g}^{-1}$  massa seca e que correspondem ao tratamento TX-VK 8 com volume de  $200 \text{ L ha}^{-1}$  e ângulo de +30°. Essa ponta foi a que proporcionou os maiores depósitos nos 1%, 5% e 10% das plantas que recebem menos

**Tabela 13.** Deposição da calda de pulverização em  $\mu\text{l}$  de calda  $\text{g}^{-1}$  de massa seca, nas populações de plantas de *Commelina diffusa*, em que menos ocorreram depósitos. Botucatu/SP, 2006/07.

|               |  | TX-VK 6                      |       |        | TX-VK 8 |       |       | XR 11001 VS |        |        | XR 11002 VS |     |      | TJ60 11002 VS |     |     |
|---------------|--|------------------------------|-------|--------|---------|-------|-------|-------------|--------|--------|-------------|-----|------|---------------|-----|-----|
|               |  | Ângulo                       |       |        |         |       |       |             |        |        |             |     |      |               |     |     |
| Percentis (%) |  | 0°                           | +30°  | 0°     | +30°    | 0°    | +30°  | 0°          | +30°   | 0°     | +30°        | 0°  | +30° | --            | --  | --  |
|               |  | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |       |        |         |       |       |             |        |        |             |     |      |               |     |     |
|               |  | 100                          | 100   | 200    | 200     | 100   | 100   | 100         | 100    | 200    | 200         | 200 | 200  | 100           | 100 | 200 |
| 1             |  | 36,39                        | 27,29 | 62,75  | 127,59  | 17,43 | 34,25 | 60,99       | 102,87 | 68,46  | 72,54       |     |      |               |     |     |
| 5             |  | 51,74                        | 42,01 | 97,71  | 149,09  | 39,94 | 46,07 | 86,28       | 137,26 | 95,85  | 99,92       |     |      |               |     |     |
| 10            |  | 61,14                        | 51,03 | 119,10 | 162,25  | 53,72 | 53,30 | 101,76      | 158,32 | 112,61 | 116,69      |     |      |               |     |     |

depósitos. Destaca-se a deposição da ponta TX-VK 6 no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> e ângulo de +30°, com baixa deposição nos 1, 5 e 10% de plantas que receberam menos depósitos. Segundo os manuais de uso das pontas, estas pontas que geram gotas mais finas teriam maior probabilidade de penetração em plantas de maior dossel, podendo chegar até o perfil mais baixo das plantas, no entanto, estas gotas finas são as que têm maior probabilidade de sofrer perdas por deriva. Assim, foi argumentado por Barber et al. (2003) que justificaram a maior eficácia de fungicidas com gotas finas pela maior capacidade de contato destas gotas do fungicida com esporos. Christofolleti (1999) também constatou o risco potencial de deriva das aplicações com agrotóxicos com esse tipo de ponta.

### **6.3 *Commelina erecta***

#### **6.3.1 Parâmetros Quantitativos da Pulverização**

Na Tabela 14 encontram-se apresentados os resultados dos volumes médios de calda depositada no solo (coletor) durante a aplicação nas plantas de *C. erecta*. Observa-se que os resultados não mostraram diferenças significativas na deposição da calda pulverizada encontrada nos coletores posicionados no solo durante a aplicação dos tratamentos nas plantas, talvez consequência do elevado coeficiente de variação. Embora caiba ressaltar a maior deposição proporcionada pelas pontas TJ60 11002 VS nos dois volumes testados, sendo as médias das deposições bem acima das outras pontas nos mesmos volumes, passando de 15,7% dependendo da comparação. Destaca-se a deposição da ponta XR 11002 VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> nas duas angulações testadas, com depósitos muito inferiores aos demais tratamentos.

Na Tabela 15, estão apresentados os dados médios da deposição nas plantas de *C. erecta*. A calda depositada nesta espécie de trapoeraba foi maior com a utilização da ponta XR 11002VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> e ângulo de 0° de aplicação. Verifica-se que esta ponta não diferenciou estatisticamente quando se mudou o ângulo de aplicação para +30° e quando utilizou-se a ponta TJ60 11002 VS nos dois volumes de aplicação, conferindo a estes os melhores tratamentos para aplicação de defensivos agrícolas nas plantas de *C. erecta*.

**Tabela 14.** Volume médio de calda depositada no solo durante a aplicação nas plantas de *Commelina erecta*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização  | Volumes de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulos de Aplicação | Deposição (μL cm <sup>-2</sup> ) |
|-------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| TX-VK 6                 | 100                                        | 0°                   | 1,45 a                           |
| TX-VK 6                 | 100                                        | +30°                 | 1,73 a                           |
| TX-VK 8                 | 200                                        | 0°                   | 1,08 a                           |
| TX-VK 8                 | 200                                        | +30°                 | 1,03 a                           |
| XR 11001 VS             | 100                                        | 0°                   | 1,07 a                           |
| XR 11001 VS             | 100                                        | +30°                 | 1,82 a                           |
| XR 11002 VS             | 200                                        | 0°                   | 0,98 a                           |
| XR 11002 VS             | 200                                        | +30°                 | 0,83 a                           |
| TJ 60 11002 VS          | 100                                        | --                   | 2,22 a                           |
| TJ 60 11002 VS          | 200                                        | --                   | 2,52 a                           |
| F <sub>tratamento</sub> |                                            | 1,76 <sup>ns</sup>   |                                  |
| d.m.s.                  |                                            | 1,96                 |                                  |
| CV (%)                  |                                            | 2,10                 |                                  |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (p > 0,05).

<sup>ns</sup> não significativo significativo.

Velho (1998) constatou que a ponta XR 11002 VS, proporcionou maiores depósitos em plantas de *B. plantaginea* em relação à ponta DG 11002, em um volume estimado de 241 L ha<sup>-1</sup>. O mesmo foi observado por Tomazela (2001), sendo que a ponta XR 11002 VS proporcionou maior volume de depósito em relação à ponta DG 11002 VS no volume de 193 L ha<sup>-1</sup>.

Similar a espécie *C. benghalensis*, a ponta que proporcionou o menor desempenho na deposição média das gotas de pulverização foi a ponta XR 11001VS no volume de 100 L ha<sup>-1</sup>, independente do ângulo de aplicação utilizado.

Ao comparar-se as pontas modificando-se o ângulo de aplicação, verifica-se não haver diferenças, mostrando que o ângulo de aplicação não interferiu na deposição das mesmas, o que não corrobora outra vez com os estudos de Silva (2000); Martins

(2004) e Tomazela et al., (2006).

**Tabela 15.** Volume médio de calda depositada em plantas de *Commelina erecta*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização  | Volumes de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulos de Aplicação | Deposição (µL g <sup>-1</sup> de massa seca) |
|-------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| TX-VK 6                 | 100                                        | 0°                   | 110,84 cd                                    |
| TX-VK 6                 | 100                                        | +30°                 | 117,36 cd                                    |
| TX-VK 8                 | 200                                        | 0°                   | 161,39 bc                                    |
| TX-VK 8                 | 200                                        | +30°                 | 156,19 bc                                    |
| XR 11001 VS             | 100                                        | 0°                   | 80,92 d                                      |
| XR 11001 VS             | 100                                        | +30°                 | 80,60 d                                      |
| XR 11002 VS             | 200                                        | 0°                   | 223,79 a                                     |
| XR 11002 VS             | 200                                        | +30°                 | 184,95 ab                                    |
| TJ 60 11002 VS          | 100                                        | --                   | 203,32 ab                                    |
| TJ 60 11002 VS          | 200                                        | --                   | 210,78 ab                                    |
| F <sub>tratamento</sub> |                                            | 16,00 **             |                                              |
| d.m.s.                  |                                            | 60,22                |                                              |
| CV (%)                  |                                            | 38,87                |                                              |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

### 6.3.2 Parâmetros Qualitativos da Pulverização

Os resultados da análise de regressão, os coeficientes de determinação, os valores de F da regressão ( $p > 0,01$ ), assim como os parâmetros utilizados pelo modelo, para quantificar a deposição da calda em relação ao tipo de ponta de pulverização, o volume e o ângulo de aplicação das plantas de *C. erecta*, encontram-se apresentados na Tabela 16. Os coeficientes de determinação foram elevados ( $R^2$  entre 0,96 e 0,99) para todas as pontas de pulverização, volumes e ângulos de aplicação. Assim, os valores da soma de quadrados do

resíduo (desvios da regressão) apresentaram-se baixos, indicando elevada precisão dos ajustes efetuados pelo uso do modelo de Gompertz.

Na Figura 11 estão representadas as curvas de densidade de probabilidade (frequência não acumulada) da porcentagem do traçador nas plantas de *C. erecta*. Comparando-se as curvas desse gráfico, observa-se, assim como para as curvas de frequência acumulada (Figura 10), que os depósitos foram muito diferentes em comparação com as pontas e ângulos de aplicação. Sendo assim, a ponta XR 11001 VS no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> com ângulo de aplicação de 0°, proporcionou a menor dispersão dos dados e melhor uniformidade de distribuição das gotas de pulverização, o que também foi confirmado pelo parâmetro “c” apresentando o maior valor presente na Tabela 16.

A ponta XR 11002 VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> com ângulo de aplicação de +30°, proporcionou a maior dispersão dos dados e menor valor do parâmetro “c”, sendo a concavidade da curva referente a essa ponta a mais plana e, segundo Velini (1995), quanto maior a curtose (mais plana é a curva) maior é a frequência dos valores extremos, o que confere a essa ponta a maior desuniformidade entre todos os tratamentos estudados. Ressalta-se que essa ponta foi a que proporcionou os maiores valores de moda, ou seja, maiores valores de depósitos pontuais e maiores valores de médios da deposição de gotas como já foi visto na Tabela 15.

Segundo Negrisoli et al. (2002), as irregularidades dos depósitos podem levar a necessidade de aumento nas doses aplicadas, acarretando em incrementos das doses necessárias para compensar as perdas. Apesar disto, o autor ressalta que são escassos os estudos que procuram estabelecer a dispersão de depósitos no solo ou em populações de plantas daninhas.

A modificação no ângulo das pontas para +30°, a gotas depositadas apresentaram tendência a serem mais desuniformes, apresentando maior dispersão dos depósitos de calda, exceto para a ponta TX-VK 6 no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> que a modificação do ângulo proporcionou maior irregularidade nos depósitos retido nas folhas.

Ressalta-se que os resultados encontrados nos valores médios de depósitos de calda de pulverização (Tabela 15) para as pontas XR 11002 VS e TJ60 11002 VS nos dois volumes e ângulos de aplicação foram as que conferiram os maiores valores (moda) de depósitos unitários (Tabela 16) e valores médios dos depósitos.

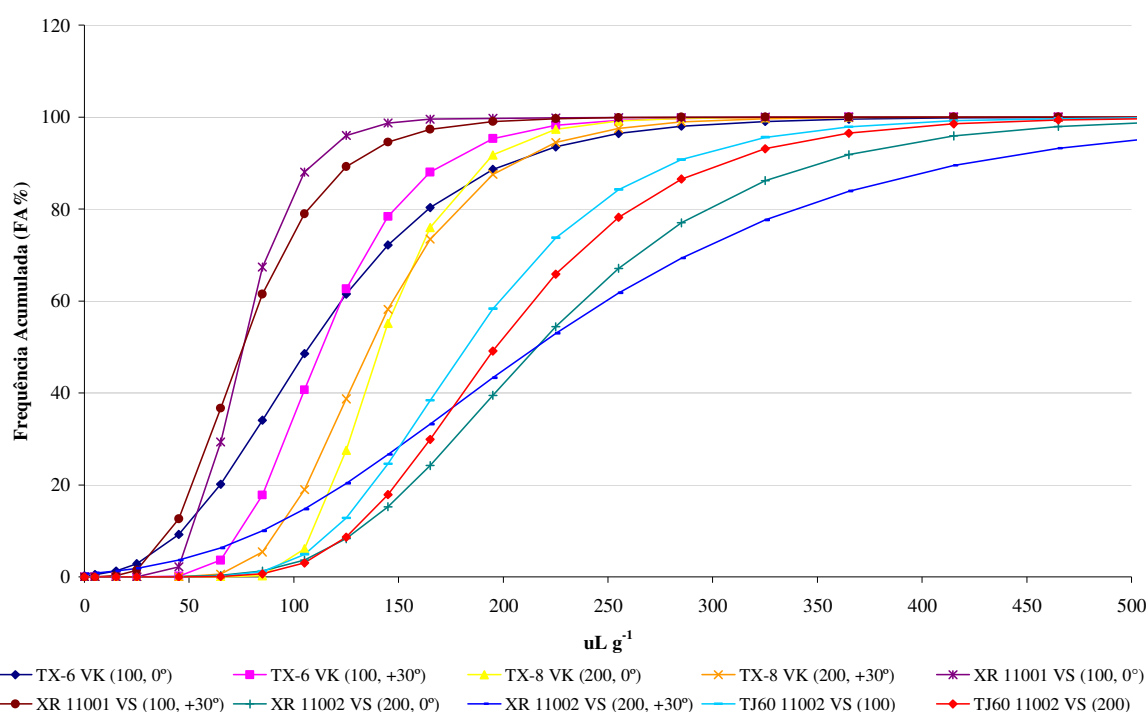
**Tabela 16.** Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas e valores de Médias, Mediana, Moda e Coeficiente de Variação dos depósitos do traçador em µl de calda g<sup>-1</sup> de massa seca em plantas de *Commelina erecta*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Modelo                           | TX-VK 6 |          |          | TX-VK 8  |          |          | XR 11001 VS |          |          | XR 11002 VS |          |          | TJ60 11002 VS |          |          |
|----------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|-------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
|                                  | Ângulo  |          |          | Ângulo   |          |          | Ângulo      |          |          | Ângulo      |          |          | Ângulo        |          |          |
|                                  | 0°      | +30°     | 100      | 0°       | +30°     | 200      | 0°          | +30°     | 100      | 0°          | +30°     | 200      | 0°            | +30°     | 200      |
| y=e^[a-e^(-b-c*x)]               |         |          |          |          |          |          |             |          |          |             |          |          |               |          |          |
| Volume (L ha <sup>-1</sup> )     |         |          |          |          |          |          |             |          |          |             |          |          |               |          |          |
| <b>Estimativa dos parâmetros</b> | a       | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605    | 4,605    | 4,605         | 4,605    | 4,605    |
|                                  | b       | -1,765   | -3,316   | -5,091   | -3,459   | -3,889   | -2,356      | -2,676   | -1,614   | -3,108      | -3,109   | -3,109   | -3,108        | -3,108   | -3,109   |
|                                  | c       | 0,020    | 0,033    | 0,039    | 0,028    | 0,057    | 0,036       | 0,014    | 0,009    | 0,019       | 0,018    | 0,018    | 0,019         | 0,019    | 0,018    |
| <b>SQRegressão</b>               |         | 16268,41 | 18305,52 | 15838,19 | 17411,83 | 17049,19 | 16458,51    | 16880,95 | 15958,51 | 16741,18    | 17187,62 | 17187,62 | 16741,18      | 17187,62 | 17187,62 |
| <b>SQResíduo</b>                 |         | 213,42   | 238,69   | 785,53   | 342,42   | 186,19   | 342,93      | 147,45   | 600,78   | 247,95      | 163,08   | 163,08   | 247,95        | 163,08   | 163,08   |
| <b>SQTotal</b>                   |         | 16481,83 | 18544,21 | 16623,71 | 17754,26 | 17235,38 | 16801,43    | 17028,40 | 16559,29 | 16989,13    | 17350,69 | 17350,69 | 16989,13      | 17350,69 | 17350,69 |
| <b>FRegressão</b>                |         | 144,23** | 158,65** | 385,47** | 206,47** | 487,69** | 146,19**    | 233,98** | 551,55** | 423,88**    | 702,24** | 702,24** | 423,88**      | 702,24** | 702,24** |
| <b>R<sup>2</sup></b>             |         | 0,96     | 0,97     | 0,99     | 0,98     | 0,99     | 0,97        | 0,98     | 0,99     | 0,99        | 0,99     | 0,99     | 0,99          | 0,99     | 0,99     |
| <b>Média</b>                     |         | 110,84   | 117,36   | 161,39   | 156,19   | 80,92    | 80,60       | 223,79   | 184,95   | 203,32      | 210,78   | 210,78   | 203,32        | 210,78   | 210,78   |
| <b>Mediana</b>                   |         | 107,11   | 112,96   | 141,02   | 136,14   | 75,05    | 75,21       | 215,78   | 215,51   | 181,91      | 196,36   | 196,36   | 181,91        | 196,36   | 196,36   |
| <b>Moda</b>                      |         | 88,69    | 101,72   | 131,55   | 123,10   | 68,59    | 65,08       | 189,79   | 175,63   | 162,72      | 175,65   | 175,65   | 162,72        | 175,65   | 175,65   |
| <b>CV (%)</b>                    |         | 3,30     | 3,29     | 4,34     | 2,96     | 4,22     | 5,74        | 1,36     | 3,31     | 1,94        | 1,51     | 1,51     | 1,94          | 1,51     | 1,51     |

X̄ = porcentagem de depósito do traçador em relação ao total aplicado; A, B e C são estimativas dos parâmetros do modelo para o traçador.

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

Nos trabalhos de SALYANI & WHITNEY (1988) e PERGHER et al. (1997), os maiores volumes de calda aplicados resultaram em maior depósito sobre as folhas. No presente trabalho, tal constatação foi verificada onde os maiores volumes, independentemente da ponta e ângulo utilizados, apresentaram maiores deposições quando comparados aos demais tratamentos, com exceção da ponta TJ60 11002 VS que mesmo com volume de aplicação de 100 L ha<sup>-1</sup> apresentou um bom valor de depósitos unitários da ordem de 162,72 µl de calda g<sup>-1</sup> de massa seca.

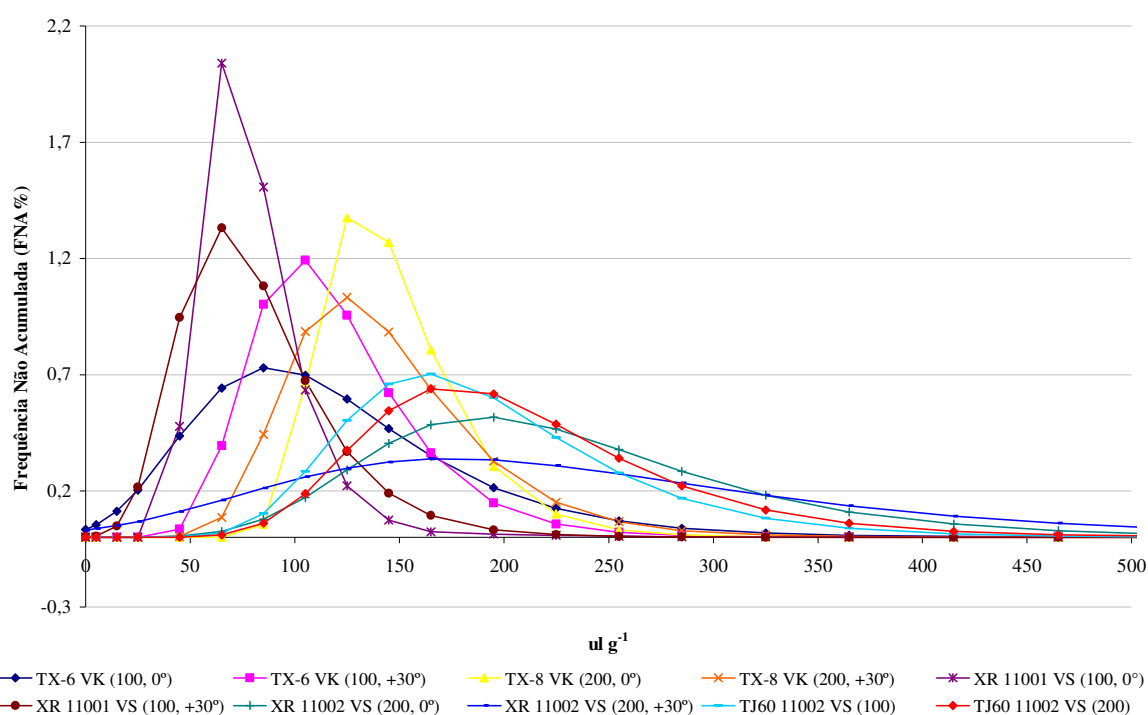


**Figura 10.** Frequências acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina erecta* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

Na Tabela 17 estão apresentados os valores dos depósitos da calda de pulverização em µl de calda g<sup>-1</sup> de massa seca, nas populações de plantas de *C. erecta*, em que menos ocorreram depósitos.

Quando se avalia os menores valores de depósito nos 1% das plantas

que ocorrem menos depósitos de gotas de pulverização, observa-se que a ponta XR 11002 VS em volume de 200 L ha<sup>-1</sup> com ângulo de +30° de aplicação, proporcionou o menor valor de depósito em 9,45 µl de calda g<sup>-1</sup> de massa seca, seguida pela ponta TX-VK 6 em volume de 100 L ha<sup>-1</sup> com ângulo de +30° de aplicação em 11,95 µl de calda g<sup>-1</sup> de massa seca, sendo este o menor valor de depósito nos 1%.



**Figura 11.** Frequências não-acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina erecta* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

A ponta XR 11002 VS em volume de 200 ha<sup>-1</sup> com ângulo 0° de aplicação foi no geral a ponta que proporcionou maiores valores de depósitos, observa-se que esta ponta quando utilizada o ângulo de +30° proporcionou o menor valor de depósitos em 1% das plantas.

Quando se utilizou o ângulo de +30° de aplicação, observa que os valores de depósitos diminuíram nos 1%, 5% e 10% das plantas em que menos ocorreram

**Tabela 17.** Deposição da calda de pulverização nas populações de plantas de *Commelina erecta*, em que menos ocorreram depósitos. Botucatu/SP, 2006/07.

|               |  | TX-VK 6                      |       | TX-VK 8 |       | XR 11001 VS |       | XR 11002 VS |       | TJ60 11002 VS |        |
|---------------|--|------------------------------|-------|---------|-------|-------------|-------|-------------|-------|---------------|--------|
|               |  | 0°                           | +30°  | 0°      | +30°  | 0°          | +30°  | 0°          | +30°  | --            | --     |
| Percentis (%) |  | Ângulo                       |       |         |       |             |       |             |       |               |        |
|               |  | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |       |         |       |             |       |             |       |               |        |
| 1             |  | 100                          | 100   | 200     | 200   | 100         | 100   | 200         | 200   | 100           | 200    |
|               |  | 11,95                        | 54,87 | 92,09   | 68,75 | 41,65       | 22,90 | 81,48       | 9,45  | 82,77         | 89,37  |
| 5             |  | 33,56                        | 68,06 | 103,20  | 84,05 | 49,24       | 34,77 | 111,97      | 56,24 | 105,28        | 113,66 |
|               |  | 46,78                        | 76,13 | 110,00  | 93,42 | 53,88       | 42,04 | 130,64      | 84,87 | 119,06        | 128,53 |

depósitos de calda de pulverização, exceto para a ponta TX-VK 6 no volume de 100 L ha<sup>-1</sup>.

Os baixos depósitos encontrados nos 1% e até mesmo em alguns tratamentos nos 10% deve-se ao fato de que esta espécie apresenta maior acúmulo de ceras epicuticulares na superfície foliar como foi constatado por Rocha (2001).

Em superfícies foliares que possuem pouco desenvolvimento de cera epicuticular, as gotas da calda herbicida pulverizada cobrem grandes áreas, produzindo vários depósitos nas depressões acima das paredes anticlinais. Quando o mesmo herbicida é aplicado da mesma maneira sobre folhas com altos níveis de cera epicuticular, os depósitos formados são menores, ocasionando menor porcentagem da superfície foliar coberta com o herbicida e, assim, reduzindo o número de células onde a absorção poderia ocorrer (HESS & FALK, 1990).

## **6.4 *Commelina villosa***

### **6.4.1 Parâmetros Quantitativos da Pulverização**

Na Tabela 18 encontram-se apresentados os resultados dos volumes médios de calda depositada no solo (coletor) durante a aplicação nas plantas de *C. villosa*. Nota-se que para esta espécie os maiores volumes depositados nos coletores foram conferidos pela ponta TJ60 11002 VS nos dois volumes de aplicação e pela ponta TX-VK 6 no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> com utilização de ângulo 0°.

Observa-se que esta espécie foi a que conferiu os menores depósitos retidos nos coletores, chegando a valor zero para a ponta XR 11002 VS no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> com utilização de ângulo 0°, o que demonstrou haver um dossel de folhas mais densa recobrindo o solo em comparação com outras espécies de trapoerabas estudadas.

**Tabela 18.** Volume médio de calda depositada no solo durante a aplicação nas plantas de *Commelina villosa*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização  | Volumes de Aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) | Ângulos de Aplicação | Deposição (µL cm <sup>-2</sup> ) |
|-------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| TX-VK 6                 | 100                                        | 0°                   | 1,57 ab                          |
| TX-VK 6                 | 100                                        | +30°                 | 0,52 bc                          |
| TX-VK 8                 | 200                                        | 0°                   | 0,14 c                           |
| TX-VK 8                 | 200                                        | +30°                 | 0,70 bc                          |
| XR 11001 VS             | 100                                        | 0°                   | 0,14 c                           |
| XR 11001 VS             | 100                                        | +30°                 | 0,07 c                           |
| XR 11002 VS             | 200                                        | 0°                   | 0,00 c                           |
| XR 11002 VS             | 200                                        | +30°                 | 0,37 c                           |
| TJ60 11002 VS           | 100                                        | --                   | 1,09 abc                         |
| TJ60 11002 VS           | 200                                        | --                   | 2,08 a                           |
| F <sub>tratamento</sub> |                                            | 8,87**               |                                  |
| d.m.s.                  |                                            | 1,14                 |                                  |
| CV (%)                  |                                            | 70,63                |                                  |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (p > 0,05).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 19 estão apresentados os valores de depósitos médios que alcançaram as plantas de *C. villosa*.

Embora Matuo (1990) preconize a utilização de menores volumes de calda, visando diminuir o custo e aumentar a rapidez do tratamento, o presente trabalho mostrou que o volume de 200 L ha<sup>-1</sup> foi mais eficiente na deposição de calda de pulverização nas plantas.

A ponta TJ60 11002 VS no volume 200 L ha<sup>-1</sup> proporcionou o maior valor de depósitos médios retidos nas plantas de trapoeraba. Observa-se que ao utilizar o ângulo de +30° houve incrementos nos valores de depósitos médios com exceção da ponta TX-VK 6 no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> que reduziu o valor de depósitos.

**Tabela 19.** Volume médio de calda depositada ( $\mu\text{L g}^{-1}$  de massa seca) em plantas de *Commelina villosa*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Pontas de Pulverização  | Volumes de Aplicação ( $\text{L ha}^{-1}$ ) | Ângulos de Aplicação | Deposição ( $\mu\text{L g}^{-1}$ de massa seca) |
|-------------------------|---------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| TX-VK 6                 | 100                                         | 0°                   | 115,59 de                                       |
| TX-VK 6                 | 100                                         | +30°                 | 133,36 cde                                      |
| TX-VK 8                 | 200                                         | 0°                   | 196,23 bcd                                      |
| TX-VK 8                 | 200                                         | +30°                 | 279,66 ab                                       |
| XR 11001 VS             | 100                                         | 0°                   | 93,22 e                                         |
| XR 11001 VS             | 100                                         | +30°                 | 114,95 de                                       |
| XR 11002 VS             | 200                                         | 0°                   | 141,11 cde                                      |
| XR 11002 VS             | 200                                         | +30°                 | 153,23 cde                                      |
| TJ 60 11002 VS          | 100                                         | --                   | 212,64 bc                                       |
| TJ 60 11002 VS          | 200                                         | --                   | 310,37 a                                        |
| F <sub>tratamento</sub> |                                             | 13,78 **             |                                                 |
| d.m.s.                  |                                             | 89,40                |                                                 |
| CV (%)                  |                                             | 50,44                |                                                 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

#### 6.4.2 Parâmetros Qualitativos da Pulverização

Na Tabela 20 estão apresentados os parâmetros estimados da análise de regressão ajustados pelo modelo de Gompertz e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), para a frequência acumulada das curvas de deposição de todos os tratamentos. As curvas de todos os tratamentos na aplicação da calda de pulverização em plantas de *C. villosa* apresentaram ajuste ao modelo de Gompertz superiores a 96%.

Na Figura 12, através da observação da inclinação da curva de frequência acumulada e o parâmetro “c” do modelo (Tabela 20) pode-se identificar que os tratamentos com as pontas XR 11001 VS no volume de  $100 \text{ L ha}^{-1}$  e a ponta XR 11002 VS no

volume de 200 L ha<sup>-1</sup> e ambas com ângulo 0° de aplicação foram os que apresentaram a menor dispersão dos depósitos de calda, conferindo maior uniformidade dos depósitos. A ponta TX-VK 8 no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> com ângulo de aplicação de +30° proporcionou maiores irregularidades nos depósitos seguida pela ponta TJ60 11002 VS também no volume de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Ressalta-se que a ponta TX-VK 8 no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> foi a ponta que proporcionou o maior valor de moda, ou seja, os maiores valores freqüentes de depósitos unitários retido nas plantas, sendo a ponta com maior dispersão dos depósitos da calda de pulverização dentre todos os tratamentos testados. De acordo com Souza (2002), essa irregularidade nos depósitos pode levar a necessidade de aumentos na dose aplicada dos herbicidas, como por exemplo, para compensar perdas por deriva.

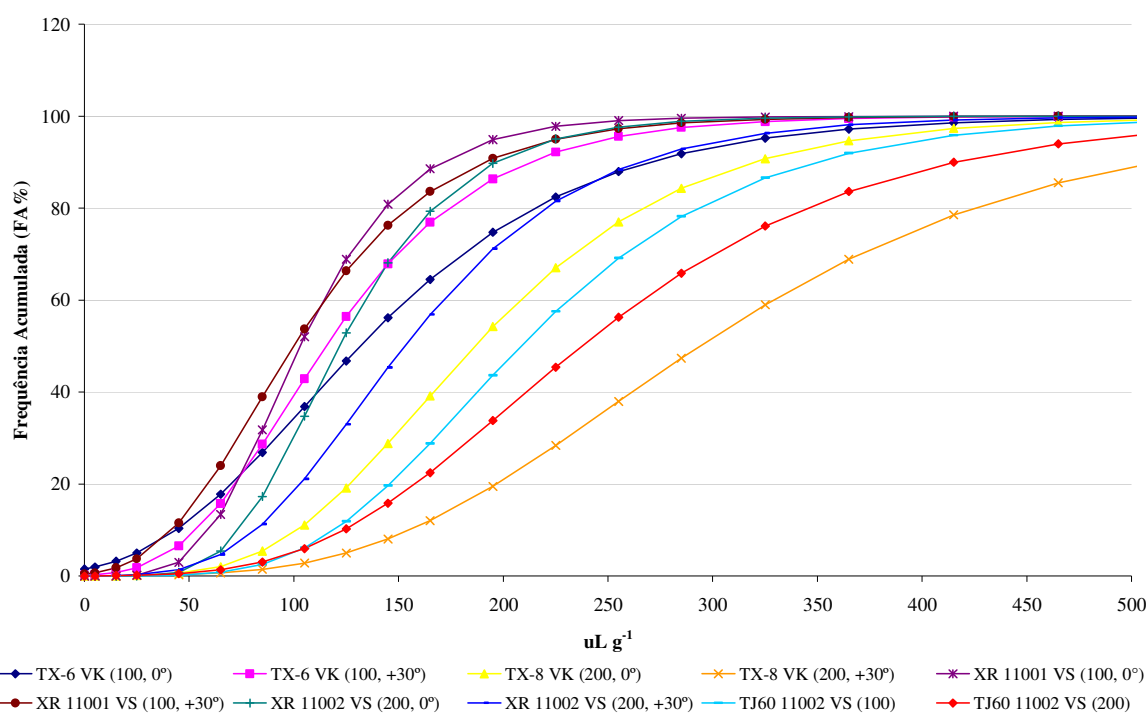
Sobre as afirmações de Salyani & Whitney (1988) e Rocamora et al. (2000), de que a relação entre volume de calda aplicado e deposição não serem proporcionais, os resultados ora encontrados mostraram que volumes maiores de calda aplicado proporcionaram maiores volumes de calda depositados nas plantas de trapoeraba.

**Tabela 20.** Resultados das análises de regressão das frequências acumuladas e valores de Médias, Mediana, Moda e Coeficiente de Variação dos depósitos do traçador em  $\mu\text{l}$  de calda  $\text{g}^{-1}$  de massa seca em plantas de *Commelina villosa*. Botucatu/SP, 2006/07.

| Modelo                       | TX- VK 6 |          |          | TX- VK 8 |          |          | XR 11001 VS |          |          | XR 11002 VS |          |          | TJ60 11002 VS |          |          |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|-------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
|                              | Ângulo   |          |          | Ângulo   |          |          | Ângulo      |          |          | Ângulo      |          |          | Ângulo        |          |          |
|                              | 0°       | +30°     | 100      | 0°       | +30°     | 200      | 0°          | +30°     | 100      | 0°          | +30°     | 200      | 0°            | +30°     | 200      |
| y=e^[a-e^(-b-c*x)]           |          |          |          |          |          |          |             |          |          |             |          |          |               |          |          |
| Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |          |          |          |          |          |          |             |          |          |             |          |          |               |          |          |
| Estimativa dos parâmetros    | a        | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605    | 4,605    | 4,605       | 4,605    | 4,605    | 4,605         | 4,605    | 4,605    |
|                              | b        | -1,437   | -1,88    | -2,278   | -2,185   | -2,525   | -1,708      | -2,712   | -2,216   | -2,445      | -2,149   | -2,149   | -2,445        | -2,149   | -2,149   |
|                              | c        | 0,0137   | 0,0195   | 0,0142   | 0,00869  | 0,0281   | 0,0208      | 0,0253   | 0,0169   | 0,0135      | 0,0106   | 0,0106   | 0,0135        | 0,0135   | 0,0106   |
| SQRegressão                  |          | 16267,99 | 16514,93 | 16571,45 | 17099,47 | 17384,08 | 17189,55    | 16269,91 | 17134,07 | 16952,40    | 15632,30 | 15632,30 | 16952,40      | 16952,40 | 15632,30 |
| SQResíduo                    |          | 424,84   | 254,13   | 239,82   | 96,05    | 296,00   | 265,98      | 346,95   | 147,56   | 261,67      | 623,60   | 623,60   | 261,67        | 261,67   | 623,60   |
| SQTotal                      |          | 16692,83 | 16769,06 | 16811,27 | 17195,52 | 17680,09 | 17455,52    | 16616,86 | 17281,63 | 17214,07    | 16255,89 | 16255,89 | 17214,07      | 17214,07 | 16255,89 |
| FRegressão                   |          | 204,22** | 346,59** | 368,82** | 949,51** | 313,23** | 344,68**    | 250,10** | 619,30** | 345,52**    | 133,70** | 133,70** | 345,52**      | 345,52** | 133,70** |
| R <sup>2</sup>               |          | 0,98     | 0,99     | 0,99     | 0,99     | 0,98     | 0,99        | 0,98     | 0,99     | 0,99        | 0,96     | 0,96     | 0,99          | 0,99     | 0,96     |
| Média                        |          | 115,59   | 133,36   | 196,23   | 279,66   | 93,22    | 114,95      | 141,11   | 153,23   | 212,64      | 310,37   | 310,37   | 212,64        | 212,64   | 310,37   |
| Mediana                      |          | 131,64   | 115,21   | 186,23   | 293,61   | 102,90   | 99,74       | 121,68   | 152,81   | 208,26      | 237,31   | 237,31   | 208,26        | 208,26   | 237,31   |
| Moda                         |          | 104,89   | 96,41    | 160,42   | 251,44   | 89,86    | 82,12       | 107,19   | 131,12   | 181,11      | 202,74   | 202,74   | 181,11        | 181,11   | 202,74   |
| CV (%)                       |          | 4,46     | 2,99     | 1,97     | 0,88     | 3,74     | 4,37        | 3,30     | 1,98     | 1,90        | 2,01     | 2,01     | 1,90          | 1,90     | 2,01     |

X̄ = porcentagem de depósito do traçador em relação ao total aplicado; A, B e C são estimativas dos parâmetros do modelo para o traçador.

\*\* - significativo a 1% de probabilidade.

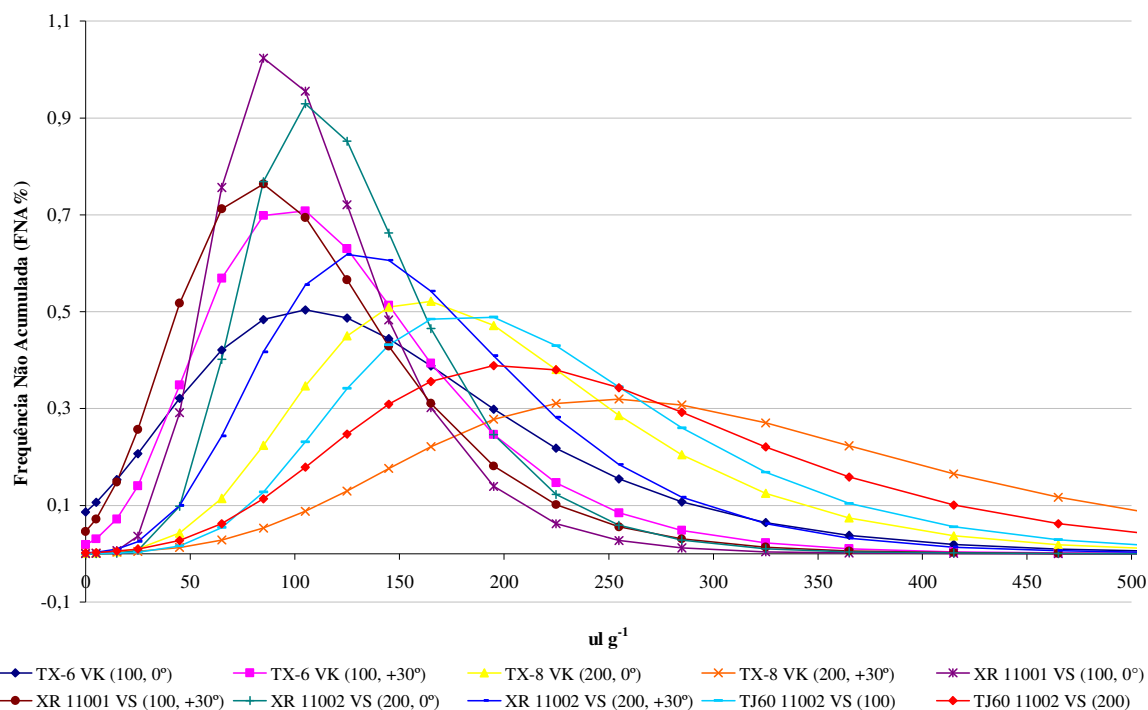


**Figura 12.** Frequências acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina villosa* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

Na Tabela 21 estão apresentados os valores dos depósitos da calda de pulverização nas populações de plantas de *C. villosa* em que menos ocorreram depósitos.

Observa-se que das quatro espécies estudadas a espécie *C. villosa* foi a única que apresentou plantas que não receberam calda de pulverização em 1% das plantas amostradas, e isto ocorreu com a ponta TX-6 VK no volume de 100 L ha<sup>-1</sup> quando se utilizou o ângulo 0° de aplicação. A ausência de deposição de gotas de pulverização nas plantas de *C. villosa*, pode ser explicada por apresentar intensa pilosidade em suas folhas como foi descrito por Rocha et al. (2007a).

A deposição das gotas de pulverização também pode ser influenciada pelas características morfológicas, como pilosidade, superfície cuticular, forma e rugosidade das folhas (TAYLOR & SHAW, 1983 e WIRTH et al., 1991).



**Figura 13.** Frequências não-acumuladas em função da deposição do traçador em plantas de *Commelina villosa* para diferentes volumes, ângulos e pontas de pulverização. Botucatu/SP, 2006/07.

Hess & Falk (1990) observam que os tricomas podem interceptar as gotas da calda pulverizada antes que elas possam alcançar a superfície epidérmica, mesmo quando os tricomas são simples e a densidade de tricomas é baixa. Em alguns experimentos, o aumento da concentração dos adjuvantes faz com que essas limitações impostas pela superfície foliar sejam superadas. Essa interceptação de gotas pode ocorrer até mesmo quando os tricomas são simples e ocorrem em baixa densidade pode-se verificar a aderência de gotas sobre eles (RICOTTA & MASIUNAS, 1992).

A eficiência da absorção de herbicidas pelos tricomas e a translocação destes para as células epidérmicas ainda são parcialmente desconhecidas (HESS & FALK, 1990). Entretanto, de acordo com Hull (1970), pequena absorção pode ocorrer via tricomas. Hess & Falk (1990) afirmam que na maioria dos trabalhos realizados por diversos autores

observa-se relação negativa entre a aderência dos herbicidas nos tricomas e a eficácia destes produtos.

Rocha et al., (2000) constataram que *C. benghalensis* e *C. villosa*, consideradas como mais susceptíveis aos herbicidas testados, são também as duas espécies com maior pilosidade, o que não se explica essa susceptibilidade.

Rodrigues (2006) trabalhando com deposição de gotas de pulverização na cultura do feijão e nas plantas daninhas *B. plantaginea* e *B. pilosa* observou que as plantas daninhas que se encontravam na linha da cultura não receberam calda de pulverização nos 1%, 5% e 10% da população de plantas utilizando a ponta TX-VK 6 em volume de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Utilizando-se o ângulo de + 30°, observa-se incrementos nos depósitos para as pontas testadas, com exceção a ponta XR 11001VS em volume de aplicação de 100 L ha<sup>-1</sup> nos 1, 5 e 10% das plantas que menos receberam calda de pulverização e 1% das plantas para a ponta XR 11002 no volume de 200 L ha<sup>-1</sup>. Também, Tomazela et al., (2006) verificou maior depósito de calda de pulverização sobre plantas de *B. plantaginea* trabalhando com inclinação da ponta de pulverização XR 8001 a +30°. Silva (2000) obteve resultados semelhantes estudando a deposição sobre plantas de *C. rotundus*.

Os melhores valores de depósitos nas plantas em que ocorrem menos depósitos foi conferido à ponta TX-VK 8 com volume de 200 L ha<sup>-1</sup> com ângulo de 0° e + 30°. Ressalta-se que a utilização da angulação de +30° proporcionou acréscimos nos depósitos apenas para as pontas que trabalharam com volume de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Esses dados demonstram que podem ocorrer falhas da aplicação, considerando a população de plantas que não interceptam as gotas de pulverização durante a aplicação. Desta forma, o conhecimento das relações entre pontas de pulverização, volumes e ângulos de aplicação e espécies de plantas daninhas torna-se importante no desenvolvimento dos estudos de tecnologia de aplicação.

**Tabela 21.** Deposição da calda de pulverização em  $\mu\text{l}$  de calda  $\text{g}^{-1}$  de massa seca, nas populações de plantas de *Commelina villosa*, em que menos ocorreram depósitos. Botucatu/SP, 2006/07.

|               |  | TX- VK 6                     |       | TX- VK 8                     |        | XR 11001 VS                  |       | XR 11002 VS                  |       | TJ60 11002 VS                |        |
|---------------|--|------------------------------|-------|------------------------------|--------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|------------------------------|--------|
|               |  | Ângulo                       |       | Ângulo                       |        | Ângulo                       |       | Ângulo                       |       | Ângulo                       |        |
| Percentis (%) |  | 0°                           | +30°  | 0°                           | +30°   | 0°                           | +30°  | 0°                           | +30°  | --                           | --     |
|               |  | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |       | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |        | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |       | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |       | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |        |
|               |  | 100                          | 100   | 200                          | 200    | 100                          | 100   | 200                          | 200   | 100                          | 200    |
| 1             |  | 0,00                         | 18,09 | 52,87                        | 75,70  | 35,51                        | 8,69  | 46,83                        | 40,76 | 67,99                        | 58,66  |
| 5             |  | 24,80                        | 40,14 | 83,16                        | 125,18 | 50,81                        | 29,37 | 63,83                        | 66,20 | 99,84                        | 99,23  |
| 10            |  | 44,01                        | 53,64 | 101,69                       | 155,46 | 60,18                        | 42,02 | 74,23                        | 81,77 | 119,33                       | 124,05 |

## 7 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente estudo das quatro espécies de trapoerabas e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

O uso de maiores volumes de pulverização não determina, necessariamente, em maiores depósitos pontuais da pulverização.

O uso de volumes menores de calda de pulverização proporcionam maior uniformidade de distribuição das gotas pulverizadas.

A angulação (+30°) das pontas de pulverização podem incrementar depósitos de calda e a uniformidade de deposição, porém são dependentes do volume de aplicação e da espécie estudada.

A ponta XR 11001 VS em volume de 100 L ha<sup>-1</sup> proporcionou as melhores uniformidade de distribuição das gotas.

O uso dos percentis possibilitou uma análise das falhas na deposição de calda de pulverização nas plantas.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBER, J. A. S.; PARKIN, C. S. Fluorescent tracer technique for measuring the quantity of pesticide deposited to soil following spray applications. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 22, p. 15-21, 2003.

BAUER, F. C. **Distribuição e deposição da pulverização sob diferentes condições operacionais na cultura da soja (*Glicine max* (L.) Merrill)**. 2002. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Proteção de Plantas)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BAUER, F. C. & RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.2, p.275-284, 2004.

BUHLER, D. D.; BURNISIDE, O. C. Effect of water quality, carrier volume, and toxicity to annual grasses. **Weed Science**, v. 31, n. 2, p. 124-130, 1993.

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

BUKOVAC, M. Herbicides entry into plants. In *Herbicides – physiology, biochemistry, ecology* (L. J. Audus, ed.). Academic Press, London, 1976.

BUKOVAC, M. J.; PETRACEK, P. D. Characterizing pesticide and surfactant penetration which isolated plant cuticle. **Pesticide Science**, v. 37, n. 2, p. 179-194, 1993.

BYERS, R. E. et al. Effects of apple tree size and canopy density on spray chemical deposit. **HortScience**, v. 19, n. 1, p. 93-94, 1984.

CARBONARI, C. A.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R.; CARDOSO, L. R. Efeito de surfatantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda. **Planta Daninha**, v.23, n.4, p.725-729, 2005.

CARDOSO, L. A.; COSTA, N. V. da.; VILLALBA, J. T. F.; DOMINGOS, V. D.; MARTINS, D. Efeito de pontas de pulverização na deposição e na dessecação de plantas de *Panicum maximum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. p. 575.

CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C. R. & PACCOLA, A.A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado - Estação Experimental "Presidente Médici"**. Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1983. 95p. (Boletim Técnico, 1).

CHAIM, A.; BOTTON, M.; SCRRMIN, S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SANHUEZA, R. M. V.; KOVALESKI, A. Deposição de agrotóxicos pulverizados na cultura da maçã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n. 7, p. 889-892, jul. 2003.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L.; CORRALES, F.; GALVÃO, J. A. H.; CABRAL, O. M. R. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 741-747, 1999b.

CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; CASTRO, V. L. S.; FERRACINI, V. L.; GALVÃO, J. A. H. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 9, p. 65-74, 1999c.

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

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, D. A.; MORSOLETO, R. V.; PIO, L. C. Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1999a. 29 p. (**Boletim de Pesquisa**, 2).

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet South America, 1999. 14 p. (Boletim técnico, 5).

COSTA, A. G. F. **Métodos para estimar perdas em pulverização de herbicidas aplicados em pré-emergência**. Botucatu, SP, 2003. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E. Efeito de pontas de pulverização na deriva de 2,4-D+Glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. p. 578.

COSTA, E. A. D. **Efeitos de surfactantes sobre a tensão superficial de soluções de rodeo.** Botucatu, SP, 1997. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

COSTA, N. V., MARTINS, D., RODELLA, R. A., COSTA, L. C. N. C. pH foliar e deposição de gotas de pulverização em plantas daninhas aquáticas: *Brachiaria mutica*, *Brachiaria subquadrifida* e *Panicum repens*. **Planta Daninha**, v. 23, n.2, p. 295-304, 2005.

COSTA, N. V., RODRIGUES, A. C. P., MARTINS, D., CARDOSO, L. A. e SILVA, J. I. C. Efeito de pontas de pulverização na deposição e na dessecação em plantas de *Brachiaria brizantha*. *Planta Daninha*, v. 26, n. 4, p. 923-933, 2008.

CRONQUIST, A. **The Evolution and Classification of Flowering Plants.** New York: Columbia University Press, The New Botanical Garden, 2. ed., 1260 p., 1981.

CUNHA, J. P. A. R. da.; 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**. v. 9, n. 1, p. 133-38, 2005.

CURRIER, H. B. & DYBING, C. D. Foliar penetration of herbicides – review and present status. *Weed* 7:195-213, 1959.

DERKSEN, R.C.; SANDERSON, J.P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.39, n.1, p.5-9, 1996.

DEVLIN, D. L.; LONG, J. H.; MADDLUX, L. D. Using reduced rates of postemergence herbicides in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 5, n. 4, p. 834-40, 1991.

DOOR, G. J. The effect of orientation and fan angle on spray deposition by flat fan nozzles. In: AGRICULTURAL ENGINEERING CONFERENCE. 1990, Toowoomba. **Proceedings...** Toowoomba: National Conference Publication, 1990. p.30- 2.

ESAU, K. **Anatomia Vegetal**. Barcelona: Ediciones Omega. 1985. p. 453-512.

FADEN, R.B.; HUNT, D.R. The classification of the Commelinaceae. **Taxon**, Utrecht, Holanda, v. 40, p. 19-31, 1991.

FARINHA, J. T. V. **Interferência de pontas e volumes de pulverização na deposição da calda em duas cultivares de soja**. 2007. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FRIESEN, G. H., WALL, D. A. Effect of application factors on efficacy of fluazifop-pbutyl in flax. *Weed Technology*, v.5, n.1, p.504- 8, 1991.

GADANHA, JUNIOR, C. D. **Avaliação do tempo de resposta de controladores eletrônicos em pulverizações agrícolas**. 2000. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GAZZIERO, D. L. P.; MACIEL, C. D. G.; SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PRETE, C. E. C.; OLIVEIRA NETO, W. Deposição de Glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgenica. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2006.

GREENE, D. W.; BUKOVAC, M. Stomatal penetration: effect of surfactants and role in foliar absorption. **Am. J. Bot.**, v. 61, n. 1, p. 100-6, 1974.

GROTH, D. Morphological and anatomical characterization of twelve species of weed seeds occuring in forage seeds produced in Brazil. **Iheringia**; Série Botânica, Porto Alegre, n. 38, p. 3-19, 1988.

HESS, F. D., FALK, R. H. Herbicide deposition on leaf surfaces. **Weed Science**, v. 38, p. 280-8, 1990.

HOLLAND, J. M.; JEPSON, P. C.; JONES, E. C.; TURNER, C. A comparasion of spinning disc atomizers and flat fan pressure nozzle in terms of pesticide deposition and biological efficacy within cereal crops. **Crop Protection**, v. 16, n. 2, p. 117-185, 1997.

HOLLOWAY, P. J. Surface factors affecting the wetting of leaves. **Pesticide Science**, v. 1, n. 1, p. 56-63, 1970.

HULL, H. M. Leaf structure as related to absorption of pesticides and other compounds. **Res. Rev.**, v. 31, p. 1-155, 1970.

JORDAN, T. N. Effects of diluent volumes and surfactantd on the phytotoxicity of glyphosate to bermuda grass (*Cynodon dactylon*). **Weed Science**, v. 29, p. 79-83, 1993.

KNOCHE, M. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. **Crop Protection**, v. 13, n. 3, p. 163-178, 1994.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6ª ed. Nova Odessa. Instituto Plantarum, 2006. 339p.

MACIEL, C. D. G., SOUZA, R. T., SILVA, R. H., VELINI, E. D., LEMOS, L. B. Deposição e distribuição de calda de pulverização em plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) e capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v. 19, n.1, p. 103-110, 2001 a.

MACIEL, C. D. G.; VELINI, E. D.; RAETANO, C. G.; SOUZA, R. T.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A. L.; SILVA, M. A. S. E. Estimativa de depósito e distribuição da calda de pulverização em papel hidrossensível e plantas de Ipomoea grandifolia. **In:** II Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, 2001, Jundiaí - SP. II Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Jundiaí : IAC, 2001b.

MARCHI, S. R.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; TERRA, M. A.; NEGRISOLI, E. Degradação luminosa e retenção foliar dos corantes azul brilhante FDC-1 e amarelo tartasina FDC-5 utilizados como traçadores em pulverizações. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 287-294, 2005.

MAROCHI, A. I. et al. Avaliação de pontas de aplicação de herbicidas, pós-emergentes e aplicação dirigida, no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistemas de plantio direto na palha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1993. p. 270-72.

MARTINS, D. **Deposição de calda de pulverização em cultivares de batata**. Botucatu, SP, 2004. 249 f. Tese (Livre docência em Agricultura/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

MARTINS, D.; TERRA, M. A.; CARBONARI, C. A.; NEGRISOLI, E.; CARDOSO, L. R.; TOFOLI, G. R. Efeito de diferentes concentrações de artebane na deposição de calda em plantas de *Pistia stratiotes*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 343-8, 2005.

MATUO, T. **Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citrus**. Jaboticabal, SP, 1988. 167 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. p.3-86.

McMULLAN, P. M. Effect of spray volume, spray pressure and adjuvant volume on efficacy of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl. **Crop Protection**, v. 14, n. 7, p. 549-554, 1995.

MENDONÇA, G. G. **Algumas características da superfície foliar de diversas plantas daninhas monocotiledôneas**. 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MILLER, P. C. H. Spray drift and its measurement. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. Application technology for crop protection. Trowbridge: **CAB International** 1993. p. 101-122.

NEGRISOLI, E.; TOFOLI, G. R.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; PALLADINI, L. A. Depósitos unitários de calda de pulverização com e sem surfactante em plantas de *Salvinia molesta*. **Planta Daninha**, v. 20, p. 51-6, 2002. Edição especial.

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

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G., VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Sci. Agric.** (Piracicaba, Braz.), v.62, n.5, p.440-445, 2005.

PENCKOWSKI, L. H. e ROCHA, D. C. **Guia Ilustrado de Identificação e Controle de Espécies de Trapoerabas**. Castro: Fundação ABC, 2006. 50p.

PERECIN, D.; PERESSIN, V.A.; MATUO, T.; BRAZ, B.A.; PIO, L.C. Padrões de distribuição obtidos com bicos TF-4, TJ60-11006 e TQ15006 em mesa de prova. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, p.175-82, 1998.

PEREIRA, T.S. Commelinaceae: estudo do desenvolvimento pós-seminal de algumas espécies. **Acta Biologica Leopoldensia**. v. 9, n. 1, p. 49-80, 1987.

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

PERGHER, G.; GUBIANI, R. The effect of spray application rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 61, n. 3, p. 205-216, 1995.

PROCÓPIO, S.O. et al. **Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil**. Volume I. Viçosa, MG. p.118, 2003.

RICOTTA, J. A.; MASIUNAS, J. B. Relationship of leaf surface characteristics to acifluorfen tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and related species. **Weed Science**, v. 40, p. 402-407, 1992.

ROCAMORA, M.C.; VAL, L.; PÉREZ, M. Performance of air-assisted spraying on horticultural crops. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, 2000, Warwick. *Paper...* Warwick, 2000. 8 p.

ROCHA, D. C. **Caracterização morfo-anatômica e genética de quatro espécies invasoras de *Commelina* L.** 2001. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica)) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu.

ROCHA, D. C., RODELLA, R. A., MARTINS, D. Ocorrência de *Commelina villosa* como planta daninha em áreas agrícolas no Estado do Paraná, Brasil. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 161-167, 2000.

ROCHA, D. C., RODELLA, R. A., MARTINS, D., MACIEL, C. D. G. Efeito de herbicidas sobre quatro espécies de trapoeraba. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 359-364, 2007a.

ROCHA, D. C., RODELLA, R. A., MARTINS, D. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 671-678, 2007b.

RODRIGUES, A. C. P. **Efeito de pontas e volumes de calda de pulverização em plantas de feijoeiro *Bidens pilosa* L. e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.** 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. **Transactions oh the ASAE**, St. Joseph, v.31, n.2, p.390-5, 1988.

SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; PAVAN, L. A.; ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 12, p. 43-50, jan./dez. 2002.

SHAW, D. R. et al., Effects of Spray Volume and Droplet Size on Herbicide Deposition and Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) Control. **Weed Technology**, Lawrence, v. 14, n.2, p. 321-326, 2000.

SHREIBER, L & SCHONHERR, J. Analysis of foliar uptake of pesticides in barley leaves: role of epicuticular waxes and compartmentation. **Pesticide Science** 36: 213-221, 1992.

SIDAHMED, M. M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 41, n. 3, p. 531-36, 1998.

SILVA, J. R. V. **Controle químico e deposição da calda de pulverização em dois estágios de desenvolvimento de plantas de *Thypha subulata* Crespo & Peres-Moreau.** Botucatu,

SP, 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, M. A. S. **Depósitos da calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em diferentes condições de aplicação.** 2000. 57 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SMEDA, R. J.; PUTNAM, A. R. Effect of adjuvant concentration and carrier volume on large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) control with fluazifop. **Weed Technology**, v. 3, n. 1, p. 105-109, 1989.

SOUZA, R. O.; DORNELES, S. H. B. Influência do volume de calda na mistura de herbicidas pós-emergente na soja (*Glicine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 20., 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p. 41.

SOUZA, R. T. **Efeito da eletrização de gotas sobre a variabilidade dos depósitos de pulverização e eficácia do glyphosate no controle de plantas daninhas na cultura da soja.** Botucatu, SP, 2002. 69 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

STEDEN, C. *Untersuchungen zum einfluß der tropfengröße auf die belagsbildung und die biologische wirksamkeit gegen Oidium tuckeri Berk. An reben.* Gießen, 1992. 118p. Inaugural Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades Justus-Liebig-Universität Gießen, - Justus-Liebig-Universität Gießen.

TAYLOR, W. A.; SHAW, G. B. The effect of drop speed, size and surfactant on the deposition of spray on barley and radish or mustard. **Pestic. Sci.**, v. 14, p. 659-665, 1983.

TERRA, M. A. **Efeito de pontas e volumes de pulverização na deposição de calda na cultura do milho e em plantas daninhas.** 2006. 69 f. Tese (Doutorado em

Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

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

TOMAZELA, M. S. **Efeito do estágio de desenvolvimento de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, volume e ângulo de aplicação na deposição de calda de aplicação**. Botucatu, SP, 2001. 52 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

TOMAZELA, M. S., MARTINS, D., MARCHI, S. R. e NEGRISOLI, E. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*, do volume e do ângulo de aplicação. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 183-189, 2006.

VELHO, G. F. Efeitos de pontas de pulverização sobre a eficácia e seletividade do nicossulfuron na cultura do milho. Botucatu, SP, 1998. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

VELINI, E. D. **Estudos e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia**. Jaboticabal, SP, 1995. 250 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

WILSON, A.K. Commelinaceae - A review of the distribution, biology and control of the important weeds belonging to this family. **Tropical Pest Management**, London, v.27, n.3, p.405-418, 1981.

WIRTH, W.; STORP, S.; JACOBSEN, W. Mechanisms controlling leaf retention of agricultural spray solutions. **Pestic. Sci.**, v. 33, p. 411-420, 1991.

YATES, W. E.; AKESSON, N. B. Fluorescent tracers for quantitative microresidue analyses. **Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)**, v. 6, 1963. p.105-4.