

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**  
**UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS**  
**EXATAS E TECNOLÓGICAS**  
**MESTRADO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA**  
**AGRÍCOLA**

Cobertura da calda de pulverização em função do estande, tipo de  
ponta e volume de aplicação, na cultura do feijão

Hugo Vinícius Neiva Santos

ANÁPOLIS  
GOIÁS  
2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Cobertura da calda de pulverização em função do estande, tipo de  
ponta e volume de aplicação, na cultura do feijão**

**HUGO VINÍCIUS NEIVA SANTOS**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Elton Fialho dos Reis

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás –UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Engenharia de Sistemas Agroindustriais, para obtenção do título de MESTRE.

ANÁPOLIS - GO  
ABRIL – 2009

Cobertura da calda de pulverização em função do estande, tipo de ponta e volume de aplicação, na cultura do feijão

**Por**

**Hugo Vinícius Neiva Santos**

**Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Aprovado em 18 de Abril de 2009 /

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Elton Fialho Reis - UEG  
(Orientador)

---

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha - UFU  
(Membro)

---

Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira - UEG  
(Membro)

## DEDICATÓRIA

*A Deus primeiramente, em seguida aos meus pais Valdeci e Lurdes e a minha irmã Lorena, família que amo muito.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus acima de tudo, pois me proporcionou muita força de vontade, muita saúde e muita paz, e principalmente por não me deixar abater diante das dificuldades.

Aos meus pais Maria Lurdes e Valdeci Neiva pelo apoio, compreensão, incentivo, carinho e amor. A vocês meu eterno agradecimento.

A minha irmãzinha Lorenna que me suportou nos dias de dificuldade e sempre esteve do meu lado.

Aos meus amigos Jouvane e Roniram pela força no meu experimento.

Aos meus colegas de mestrado: Márcia, Reginaldo, Greice, Josué, Daiana, Fernanda, Patrícia, Haydée e Cleusa.

Aos alunos do curso de Engenharia Agrícola : Bruno, Zé, Renato, William e Cílio que prestaram ajuda muito importante na execução do meu experimento.

Aos caros professores que não mediram esforços para nos ensinar, não só conhecimentos técnicos, mas também lições para a vida.

Ao meu orientador Elton Fialho Reis pelos ensinamentos, pela paciência, dedicação e companheirismo. Sou eternamente grato.

Ao Professor João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha que sempre orientou e ensinou. Obrigado também por ceder seu laboratório para nossas pesquisas.

Ao professor Itamar Rosa Teixeira pelo acompanhamento na condução do meu experimento, pela paciência e pelo companheirismo. Sua ajuda foi crucial na execução deste trabalho.

À Universidade Estadual de Goiás que apesar das dificuldades me deu subsídio para execução deste trabalho.

E finalmente agradecer a CAPES pelo subsidio do projeto e pela oportunidade de obter o titulo de mestre.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	II
ABSTRACT .....	III
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Cultura do Feijão no Brasil .....	3
2.2 População Ideal de Plantas .....	3
2.3 Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos .....	4
2.4 Pontas de pulverização .....	5
2.5 Volume de Aplicação .....	7
2.5 Deriva, Evaporação e Escorrimento da calda de Pulverização .....	8
2.6 Diâmetro e População de Gotas .....	9
2.7 Análise de Deposição .....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Local do Experimento e Tipo do solo .....	15
3.2 Delineamento Experimental .....	15
3.3 Implantação da cultura .....	16
3.4 Condução da cultura.....	17
3.5 Pontas de Pulverização.....	18
3.6 Solução Traçadora.....	18
3.7 Aplicação da solução traçadora.....	18
3.8 Avaliação da Deposição da calda Aplicada.....	19
3.9 Análise de População e Tamanho de Gotas .....	21
3.10 Análise Estatística .....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 Diâmetro mediano volumétrico.....	24
4.2 Cobertura das Gotas Pulverizadas.....	26
4.3 Análise de Deposição da calda de Pulverização.....	28
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

## RESUMO

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L) é uma das mais importantes na agricultura brasileira. A ocorrência de doenças é um sério fator de influência no seu desenvolvimento e responsável por baixas produtividades. A escolha e o uso adequado de pontas de pulverização são essenciais para a correta aplicação dos agroquímicos, melhorando o controle, evitando o desperdício e conseqüentemente evitando a contaminação do meio ambiente e das pessoas envolvidas. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo analisar a deposição da calda pulverizada nos terços superior, médio e inferior da cultura do feijão em função de diferentes estandes, tipos de pontas e volumes de caldas. Foi empregado um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 x 5 com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas populações de plantas, 140 e 225 mil plantas ha<sup>-1</sup>; três pontas jato plano defletor (TT 110020, TTJ 110020 - duplo e TTI 110020 - com indução de ar), e cinco volumes de aplicação 132, 156, 166, 178 e 190 L ha<sup>-1</sup>, com três repetições. As aplicações foram realizadas com um pulverizador pressurizado com CO<sub>2</sub> a uma pressão de 200 kPa. Para a análise de deposição foi utilizado um traçador de fácil detecção, adicionado a calda na dose de 0,340 kg ha<sup>-1</sup>, coletando-se 10 folhas de cada terço da planta, ao acaso, nas parcelas. As folhas foram lavadas em laboratório e o volume recuperado foi analisado por espectrofotometria. Para obtenção do tamanho e população de gotas foram utilizados alvos constituídos por papel hidrossensível, distribuídos nas diferentes alturas das plantas e posteriormente analisadas pelo programa computacional “CIR” (Conteo y tipificación de impactos de pulverización) versão 1.5 2002. Os resultados mostraram que a ponta TTI 110020 com indução de ar apresentou maior diâmetro médio volumétrico em todas as posições da planta e menor cobertura para o terço inferior do feijoeiro. O volume de 132 L ha<sup>-1</sup> apresentou maior cobertura na parte inferior para o menor estande. Não houve efeito significativo sobre a deposição no terço superior, médio e inferior da cultura do feijoeiro para os diferentes estandes, pontas e volumes de aplicação, mas houve menor deposição na parte inferior da cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia de aplicação; Pulverização; Agroquímicos

## ABSTRACT

The cultivation of beans is one of the most important in Brazilian agriculture. The occurrence of illness is a serious factor of influence in its development beans and productivity. The choice and right use spray nozzles are essential for correct application chemicals. The correct chemicals application increase controls that avert waste and, therefore, it is averting the contamination of environment end the people to be busy with chemicals application. Accordingly, this study was because of objective to analyze the deposition spray solution in the top third, medium third and bottom third the beans cultivation. It was realized in different stands, tips types and volumes of syrup. In valuation had used a designer in randomized complete blocks in factorial arrangement  $2 \times 3 \times 5$  with three repetitions. The treatments consisted in two plants population, three tips deflector jet plan and five application volumes, each one with three repetitions its. The two plants populations were 140 and 225 thousand plants for hectare. The three tips deflector jet plan were TT110020, TTJ110020 double and TTI110020 with induction air. And the five application volumes were 132, 156, 166, 178 and 190 L ha<sup>-1</sup>. The applications had made in a sprayed pressurized with CO<sub>2</sub> at a pressure of 200 KPa. For analysis of deposition had used a tracer easy detection that he had added the syrup in the proportion 0,340 kg ha<sup>-1</sup>. In syrup had used ten leaves that had collected in the third each of plant, at random in the plots. The leaves had washed in the laboratory and the volume recovered was analyzes by spectrophotometry. For to obtain the size and population of drops had used targets water sensitive paper, that had distributed in the different heights in the plants. They had been analyzed by the computer program "CIR" (Conte and tipification the impacts of pulverization), version 1.5 2002. The results showed that the tip TTI110020 with induction air was higher average diameter in all positions than everybody and it was less coverage for the bottom third than everybody. There wasn't significant effect on the deposition in the top third, medium third and bottom third the beans cultivation for different stands, tips and application volume, but there was less deposition at the bottom third of the beans culture.

**KEYWORDS:** Technology application, spraying, Agrochemicals

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial tem exigido a cada dia uma maior produção de alimentos, simultaneamente a agricultura vem sofrendo uma crescente cobrança no que se refere á eficiência e produtividade, principalmente com a escassez de novas áreas para cultivo. Devido a isso, o controle de pragas, doenças e plantas daninhas nas áreas de cultivo vem despertando grande preocupação por parte dos produtores. E dentre as técnicas de aplicação de agroquímicos, as que se baseiam no uso da pulverização convencional, ainda são as mais utilizadas, principalmente pela flexibilidade que esta oferece.

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris L*) no Brasil possui grande importância, grande parte devido a este ser um dos alimentos mais populares do país, base alimentar da maioria da população e cultivado em sua maioria por médios e pequenos produtores. No entanto, o cultivo do feijão é caracterizado como segmento atrasado do setor agrícola brasileiro, ou seja, a produtividade média no país está muito aquém do potencial da cultura. Com isso, pode-se afirmar que as doenças que a cultura está sujeita constituem um impedimento para o aumento da produtividade.

Uma das principais maneiras para o controle eficaz das doenças é o uso de agrotóxicos, porém, além do alto custo, estes fornecem um risco potencial ao meio ambiente e principalmente a saúde humana. De acordo com Chaim et al. (1999a, 1999b, 2000), cerca de 70% dos agroquímicos podem ser desperdiçados no momento da aplicação.

Existem vários tipos de pulverizadores, mas os pulverizadores hidráulicos são os mais utilizados, que vão desde os mais simples, como os do tipo costal manual, até equipamentos maiores e mais sofisticados, como os autopropelidos, equipados com controladores eletrônicos. Nesses equipamentos, as pontas de pulverização representam um grupo fundamental entre os principais componentes, pois influenciam diretamente na qualidade e na segurança da aplicação.

O conhecimento das características de trabalho das pontas de pulverização é importante, pois determinam sua condição ótima de trabalho, aumentando assim a eficácia da pulverização. Observa-se que na maioria das aplicações, o produto não chega até o alvo proposto, seja por mau uso do equipamento ou por não atentar para as questões climáticas, daí a necessidade de estudos mais aprofundados em relação à deposição de calda no dossel das

plantas, e principalmente a disposição destas informações aos técnicos e produtores, de forma a minimizar o desperdício e a contaminação ocorrente na realidade atual.

Assim, o conhecimento do tamanho das gotas pulverizadas tornou-se essencial, para garantir um recobrimento mínimo do alvo. Caso seja desejado que o produto aplicado recubra a maior parte da superfície-alvo, como no caso de tratamentos com produtos de contato, as gotas devem ser finas. Caso contrário, podem ser mais grossas, evitando problemas de deriva.

As gotas muito grandes, devido ao seu próprio peso, atingem o solo por escorrimento. As gotas pequenas possuem uma menor massa de líquido, podendo evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem carreadas pelo vento, provocando a perda de produto por deriva.

Ultimamente um processo que vem sendo largamente utilizado para o estudo da dinâmica das pulverizações é a análise da deposição da calda, a qual tem possibilitado a escolha de equipamento adequado e técnicas confiáveis para aplicação de agroquímicos. A análise de deposição de agroquímico se baseia na detecção e recuperação de substâncias na superfície das plantas ou em alvos artificiais localizados nas regiões de interesse. A marcação da calda com traçadores de fácil detecção antes da aplicação, tem se tornado prática muito utilizada.

Outro método importante e prático para a análise das pulverizações é o uso de etiquetas hidrossensíveis. Estas etiquetas devem ser colocadas nas regiões de interesse, ou seja, em que geralmente se inicia a doença ou se localiza a praga. Com isso, pode-se ter boa noção das características das gotas pulverizadas, da cobertura obtida e principalmente se está chegando produto no local desejado.

Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar a deposição da calda pulverizada nos terços superior, médio e inferior da cultura do feijão em função de diferentes estandes, tipos de pontas e volumes de caldas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTURA DO FEIJÃO NO BRASIL

A cultura do feijão no Brasil é uma das mais importantes tanto na questão social, quanto econômica. Apesar da importância, a cultura tem sido, tradicionalmente, caracterizada como segmento com uso de baixa tecnologia. No entanto, essa situação vem-se alterando nos últimos anos, já percebendo nova dinâmica na produção, que vem influenciando a rentabilidade da atividade. Conseqüentemente, o feijoeiro está deixando de ser lavoura de subsistência para se transformar em cultura tecnificada (CUNHA et. al., 2005).

A produção nacional está em torno de 3,3 milhões de toneladas, com área colhida de 4,08 milhões de hectare, com produtividade média de 817 kg ha<sup>-1</sup> (FNP, 2008). Apesar das práticas culturais estarem se modernizando nos últimos anos, a produtividade atual ainda se encontra abaixo do potencial da cultura, que é superior a 4.500 kg ha<sup>-1</sup>. Uma das causas dessa baixa produtividade é a ocorrência de doenças. Estima-se em 10% as perdas anuais na produtividade do feijoeiro, ocasionadas por fitopatógenos (HALL, 1994). O risco parece ser um dos principais fatores desestimuladores da exploração do feijão por grandes produtores. A cultura é suscetível a numerosas doenças. Mais de 45 delas podem ocorrer durante o desenvolvimento da cultura, embora aproximadamente dez sejam realmente importantes (BORÉM e CARNEIRO, 1998).

O emprego de estandes adequados, utilização de fertilizantes e o controle de pragas são alternativas para a melhoria da produtividade. Recomenda-se para o feijoeiro de 0,40 a 0,60 m entre fileiras, com 10 a 12 plantas por metro (SILVA, 1996), ou seja, de 167 a 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Com populações menores, há mais plantas daninhas e maturação desuniforme, enquanto populações muito altas aumentam o custo com sementes e dificultam os tratos culturais (CHAGAS, 1988).

### 2.2 POPULAÇÃO IDEAL DE PLANTAS

Em virtude do uso de uma maior população de plantas, seja pela diminuição do espaçamento entre linhas e/ou pelo aumento do número de plantas na linha de semeadura, haveria tendência a um aumento na ocorrência de doenças pela formação de um microclima

favorável ao desenvolvimento de fitopatógenos, especialmente fungos (FERRAZ e CAFÉ FILHO, 1995).

Para Faria (1980), em solos férteis e condições climáticas favoráveis, as plantas desenvolvem grande área foliar e aumentam a capacidade de compensação, sendo recomendada população mais baixa. Com limitações de solo, água ou temperatura, as plantas desenvolvem-se menos, mas a população não deve ser muito alta, devido à pressão de competição e maior evapotranspiração. Populações diferentes tendem a manter rendimentos semelhantes, em razão da grande capacidade de compensação entre os componentes do rendimento, como no caso do número de vagens por planta (FERNANDES, 1987; ARF et al., 1990; VALE, 1994).

### 2.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICOS

Dentre os vários componentes do processo de produção agrícola, a tecnologia de aplicação é um dos mais importantes. Ela é diretamente responsável pela correta colocação dos produtos fitossanitários no alvo, cuidando da preservação do ambiente e da saúde do trabalhador, sem descuidar da técnica e da rentabilidade da produção (MATUO, 1990). Desta forma, levando-se em conta que as operações de pulverização são responsáveis por 30 a 60% do custo da lavoura, aplicações mais precisas garantem maior economia e melhores resultados na produção, enquanto que uma aplicação mal feita pode causar problemas como a perda de produto aplicado, má distribuição e redução na produtividade RAMOS (2001).

Segundo Matuo et al. (2001), tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Portanto, entende-se por tecnologia de aplicação de agroquímicos o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com mínimo de contaminação de outras áreas. Neste sentido, Oliveira (2008), afirma que uma das maneiras de se maximizar a eficiência na aplicação e minimizar os riscos de contaminação provocados por agrotóxicos é utilizar de tecnologia de aplicação adequada a cada tipo de situação, com base nas características inerentes a interação de fatores climáticos, biológicos e financeiros.

A tecnologia de aplicação de agroquímicos é um dos mais multidisciplinares campos dentro da agricultura, uma vez que se reporta ao controle de insetos, ácaros, de plantas daninhas e de agentes patogênicos, que considera aspectos da biologia, da química, da engenharia, da ecologia, da sociologia e da economia (FERREIRA, 2007).

Cada vez mais se exige, do produtor rural, a utilização correta e criteriosa dos agrotóxicos, entretanto, o que se vê no campo é a falta de informação em torno da tecnologia de aplicação. As aplicações podem ser, muitas vezes, eficazes, porém não eficientes, porque não se utilizou da melhor técnica ou equipamento, que determinariam o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo na obtenção dos mesmos resultados (CUNHA e TEIXEIRA, 2001).

Na maioria das vezes, durante o controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas, dá-se muita importância ao produto fitossanitário e pouca atenção à técnica de aplicação. A consequência é a perda de eficácia, quando não o fracasso total do tratamento, com superdosagens ou subdosagens, que levam à perda de produção e danos ao ambiente e à própria saúde humana (CUNHA e RUAS, 2006). Com isso, além de conhecer o produto a ser aplicado, também é necessário dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas (CUNHA et. al., 2005).

Um agrotóxico precisa ser aplicado em áreas específicas ocupadas por insetos, doença ou planta daninha. A contaminação do meio ambiente pelas substâncias químicas que são arrastadas para fora das áreas de tratamento tem motivado críticas severas ao uso de agrotóxicos e naturalmente provocam grandes preocupações quando se observam seus efeitos nocivos. A definição desse alvo requer o conhecimento biológico da praga, a fim de determinar em qual estado a mesma se encontra mais susceptível à ação do agrotóxico. Infelizmente, observa-se grande variação no estágio de desenvolvimento das pragas, com isso, só uma pequena proporção das mesmas encontram-se em sua etapa mais susceptível (MATTHEWS, 2000).

Desta forma, de acordo com Minguela (2003), os tratamentos com agrotóxicos devem ser planejados com suficiente antecedência em todos os seus aspectos, de maneira que não tenha que se tomar decisões importantes no momento da aplicação. Com isso, deve-se ter um registro detalhado das aplicações, de maneira a reproduzir os êxitos e evitar repetição de erros.

## 2.4 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

A maioria das aplicações de agrotóxicos é feita por meio de pulverização, ou seja, pela geração e emissão de partículas líquidas. A divisão do líquido em pequenas gotas ocorre nas pontas de pulverização. Estas podem ser consideradas os componentes mais importantes dos

pulverizadores hidráulicos, pois, determinam as características do jato emitido (CUNHA et. al., 2004).

A escolha e o uso adequado de pontas de pulverização são essenciais para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de agrotóxicos (WOMAC et al., 1997). O conhecimento das condições de trabalho e, principalmente, do desempenho operacional das pontas é básico para uma aplicação eficiente (CHRISTOFOLETTI, 1999). Conforme Johnson e Swetnam (1996), a seleção apropriada das pontas é o principal fator determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva.

Uma das formas de obter maior deposição do ingrediente ativo sob alvos biológicos é a seleção correta das pontas de pulverização (CUNHA et. al. 2008). Esse tipo de informação é importante, quando o alvo da aplicação são as doenças causadas por fungos, que começam suas infestações pelas partes mais próximas do solo (CHAIM, et. al. 1999a). Com isso, para a aplicação de fungicidas, pontas muito utilizadas são aquelas que produzem gotas finas. A recomendação tradicional para a aplicação de fungicidas nos feijoeiros são as pontas de jato cônico vazio. No entanto, em virtude de o seu espectro de gotas propiciar a deriva, tem-se tentado utilizar pontas que produzam gotas maiores, como as de jato plano e jato plano com indução de ar. Essas, no entanto, podem comprometer a cobertura das plantas, em razão de as gotas serem de maior tamanho. Conseqüentemente, poderá haver menor controle de doenças. De forma geral, gotas pequenas são facilmente transportadas pelo vento, porém propiciam maior cobertura do alvo, condição desejada, sobretudo, quando da utilização de agrotóxicos de contato (CUNHA e RUAS, 2006).

Balan et. al. (2008), em estudos com pontas tipo cone vazio, observou redução em até 100% na deposição da calda pulverizada com o aumento da temperatura e diminuição da umidade do ar. Já com pontas de indução de ar, não verificou alteração significativa na deposição da calda com a variação da temperatura e umidade relativa. O mesmo reitera a importância de se escolher pontas observando sempre as condições de temperatura e umidade do ar.

Matthews (2002) afirma que cada ponta possui uma característica própria de distribuição volumétrica, sendo esta, específica para cada condição de altura do bico em relação ao alvo e de espaçamento entre bicos na barra. Portanto, é preciso estudar o comportamento das pontas em diferentes condições de trabalho.

Mc Mullen (1998) considera que a aplicação de fungicidas com diferentes pontas de pulverização pode proporcionar diferentes níveis de controle de doenças, mas geralmente não são observadas diferenças estatísticas.

## 2.5 VOLUME DE APLICAÇÃO

Outro fator importante na aplicação é o volume de calda. Prática comum era aplicar volumes superiores a  $200 \text{ L ha}^{-1}$ , atualmente, entretanto, existe tendência de reduzir o volume de calda, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). O uso de menor volume de água misturada ao ingrediente ativo aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, diminuindo os custos da aplicação. No entanto, requer aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo para a obtenção de boa cobertura do alvo desejado (CUNHA et. al. 2008).

Por comodidade, os usuários das máquinas aplicadoras costumam manter as mesmas regulagens (baixas pressões e baixos volumes de calda) que proporcionam os melhores resultados nas aplicações de herbicidas sistêmicos, para realizar as aplicações dos demais produtos fitossanitários. Também deve ser considerada, neste contexto, a evolução dos produtos fitossanitários e das pontas de pulverização. As pontas de pulverização de jato plano atualmente disponíveis apresentam capacidade de abrir o ângulo do jato próximo do seu máximo, mantêm a distribuição uniforme das gotas sobre o alvo e produzem gotas de tamanho adequado, com baixas pressões de operação, possibilitando, dessa forma, redução do volume de calda nas pulverizações agrícolas (SOUZA e LHAMBY, 2000).

Para Salyani (1999) a redução do orifício de saída das pontas, para obter menor volume de aplicação, aumenta o risco de deriva em virtude da diminuição do tamanho das gotas geradas. Em geral, gotas menores são mais eficazes, devido a maior cobertura do alvo, no combate a pragas e doenças, porém pouco seguras sob o ponto de vista ambiental. Assim, Silva (1999) afirma que há a necessidade de estudos que viabilizem e otimizem a redução de volume de pulverização nas aplicações de fungicidas, permitindo a utilização de pontas e volumes de calda adequados para uma boa cobertura, sem a ocorrência de deriva.

O volume de aplicação é a quantidade de calda necessária para proporcionar a máxima cobertura em função do equipamento ou técnica de pulverização, devendo ser utilizado até o limite em que se inicia o escorrimento, caracterizado como alto volume. Sendo este elemento perceptível aos olhos do responsável pelo trabalho de pulverização, e o mínimo de volume

utilizado que proporcione o efeito biológico desejado, ou seja, eficiência de controle, como baixo volume (PALLADINI e SOUZA, 2005).

A seleção do volume de líquido no qual um agrotóxico é aplicado é deixado a critério do usuário. Algumas recomendações contidas nos rótulos das embalagens de agrotóxicos, fornecem uma faixa muito ampla, entre 200 a 1000 L ha<sup>-1</sup>. Na prática, o mesmo volume é aplicado contra uma grande variedade de pragas ou doenças e é determinado, normalmente, pela vazão das pontas do pulverizador utilizado na aplicação. Alguns fabricantes de agrotóxicos indicam a concentração do produto na calda, mas quando isso é feito, é necessário também especificar o volume de calda que será gasto. Quando se usa grandes volumes de calda, o desejo é cobrir a área alvo completamente e com grande rapidez (MATTHEWS, 2000).

Não há um volume fixo de calda a ser utilizado por hectare, podendo este variar de acordo com vários fatores entre os quais podemos citar o tipo de pulverizador, o porte das plantas, o espaçamento entre linhas, densidade de semeadura, as condições climáticas, a praga a ser controlada e o estágio de desenvolvimento da planta (PALLADINI e SOUZA, 2005). Ramos et al. (2004), afirmam que o volume de pulverização a ser utilizado será sempre consequência da aplicação eficaz e nunca uma condição pré-estabelecida.

## 2.5 DERIVA, EVAPORAÇÃO E ESCORRIMENTO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO

De acordo com Minguela (2003), a deriva é o fenômeno em que as gotas são arrastadas pelo vento, para fora do alvo. O arraste é maior quanto menores são as gotas e maior é a velocidade do vento. Para se ter uma idéia da dimensão do problema, o autor cita resultados de experimentos em que uma gota de 100 µm depositada a 1 m da superfície do solo, com ventos de 2 m.s<sup>-1</sup>, são arrastadas por aproximadamente 360 metros. Para Pergher et. al. (1997) existe uma preocupação mundial com a deriva para fora da área tratada e muitos pesquisadores estão envolvidos em estudos na minimização deste problema.

Neste sentido, Matthews (2000) explica que a movimentação dependerá das forças de arraste que atuarão na aceleração ou desaceleração das gotas. Assim que é liberada, a gota é acelerada pela força de gravidade até que esta seja, então, contrabalanceada pelas forças aerodinâmicas de arraste, fazendo com que a queda ocorra a uma velocidade constante, chamada terminal. Essa velocidade terminal depende fundamentalmente do diâmetro e densidade da gota e da viscosidade e densidade do ar, e determinará o tempo em que a gota estará sujeita às forças horizontais e de evaporação.

O fenômeno da evaporação depende diretamente do tamanho das gotas pulverizadas, assim como das condições de temperatura e umidade relativa do ar. Com isso, a perda do produto é maior quanto menor é o tamanho da gota, assim como o risco de contaminação das pessoas envolvidas na operação e também o meio ambiente. Os fenômenos de deriva e evaporação, juntos, condicionam o momento de realizar as aplicações. Desta forma, faz-se necessário o operador lançar mão de uma adequada instrumentação para monitorar a temperatura, umidade e velocidade do vento no momento da aplicação (MINGUELA, 2003).

Segundo Matthews (2000), a área superficial de um líquido pulverizado aumenta enormemente quando este é dividido em gotas pequenas, principalmente quando o diâmetro da gota é menor que 50  $\mu\text{m}$ . As mudanças de concentração da calda de pulverização, devido a compostos não voláteis, podem reduzir pressão de vapor do solvente. A desvantagem da água, o principal diluente utilizado nas pulverizações, é sua volatilidade.

Muitas vezes, o ingrediente ativo se perde devido às condições do ambiente e horários de aplicação inadequados. A temperatura alta e a umidade relativa do ar baixa, têm importante efeito sobre a pulverização de produtos fitossanitários, causando evaporação mais rápida das gotas. Portanto, é aconselhável que as pulverizações com produtos fitossanitários sejam realizadas pela manhã e ao final da tarde, a fim de evitar a evaporação rápida do produto aplicado (MATUO, 1990).

Outra fonte de perdas também importante é o escorrimento da calda aplicada para o solo, ocasionada principalmente por gotas de grandes diâmetros. As perdas para o solo têm sido definidas como “endoderiva” para diferenciá-las da “exoderiva”, ou seja, para fora da área tratada (MATTHEWS, 2000). De acordo com Minguela (2003), quando o destino do produto e a massa foliar da cultura ou de plantas daninhas, tem que se evitar a aplicação de gotas muito grossas, pois estas possuem grande potencial de escorrimento para o solo. O tamanho de gota a partir do qual, deve-se temer o efeito de escorrimento é de 500 – 600  $\mu\text{m}$ . As perdas por escorrimento são quase nulas quando se trabalha com gotas com diâmetro inferior a 500  $\mu\text{m}$ . O problema do escorrimento se potencializa quando o aplicador tem como objetivo encharcar a superfície das folhas.

## 2.6 DIÂMETRO E POPULAÇÃO DE GOTAS

O diâmetro das gotas afeta, consideravelmente, o movimento do jato em direção ao alvo e sua deposição, a penetração do produto no dossel da planta e a uniformidade de distribuição do líquido sobre o alvo (FAROOQ et. al., 2001). Assim, quando se trata de

monitorar e avaliar a qualidade de uma pulverização é importante caracterizar o espectro e a população de gotas produzidas, pois, dessa forma, é possível adequar a tecnologia de aplicação ao controle que se deseja obter e, ao mesmo tempo, atender os quesitos das boas práticas agrícolas (RUAS, 2007).

A qualidade da cobertura do alvo está condicionada ao diâmetro de gotas. As de menor diâmetro proporcionam maior penetração entre as folhas das culturas (CHRISTOFOLETTI, 1992; SANTOS, 1992; OZEKI e KUNZ, 1998), entretanto, ao se reduzir o diâmetro das gotas para aumentar a cobertura do alvo, com o mesmo volume de aplicação, maior é a interferência do vento, causando deriva, e da temperatura e umidade do ar, causando perdas por evaporação (CHRISTOFOLETTI, 1999).

De acordo com a Fao (2002), as condições ideais para a pulverização terrestre são velocidades de vento de 3 a 10 km h<sup>-1</sup>, observando que para aplicação de agroquímicos devem-se evitar ventos superiores a 7 km h<sup>-1</sup>.

Em geral, gotas muito pequenas aumentam o risco de perdas, principalmente por evaporação ou deriva, enquanto gotas grandes podem escorrer sobre o alvo, não dando tempo para o produto penetrá-lo e atingir seu mecanismo de ação. Gotas pequenas ou gotas grandes possuem diferentes características para cada situação de pulverização. Gotas pequenas são recomendadas quando é necessária boa cobertura e boa penetração no dossel das plantas. As gotas medianas ou grandes são melhores para aplicação em condições de maior risco de deriva, mas pode ocorrer uma penetração e cobertura insatisfatórias (ANTUNIASSI e BAIO, 2004). Assim, quanto mais uniforme for o tamanho das gotas produzidas pela pulverização maior poderá ser o controle e o monitoramento da aplicação (RUAS, 2007).

Segundo Matthews (2000), pouca atenção é dada ao tamanho das gotas, mesmo com o lançamento de uma grande variedade de pontas nos últimos anos, que produzem uma diversidade de tamanhos de gotas. A maioria das pontas produzem gotas dentro de um espectro muito amplo, onde as pequenas gotas são sujeitas a deriva, e as grandes susceptíveis ao escorrimento para o solo.

Para Matuo (1998), o produto fitossanitário deve exercer sua ação sobre determinado organismo, portanto é necessário que o alvo seja atingido; sendo assim, qualquer quantidade de produto químico (ou agente de outra natureza) que não atinja o alvo, não terá qualquer eficácia e estará representado como forma de perda. Portanto, é preciso conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental, de acordo com as condições meteorológicas no momento da aplicação (CUNHA et al., 2003).

As pulverizações contêm um grande número de gotas, isto é, esferas de líquido muito pequenas, em sua maioria menores que 500  $\mu\text{m}$  de diâmetro. O tamanho das gotas é de grande importância para se aplicar os agrotóxicos de forma eficiente com o mínimo de contaminação ambiental (MATTHEWS, 2000).

De acordo com Minguela (2003), uma das razões de alguns operadores cometerem o erro de molhar de forma excessiva a cultura a ser tratada é que, quando se trabalha com gota pequena, as vezes fica complicado a visualização da cobertura de gotas na cultura. Assim, o aplicador tende a crer que não houve deposição de produto na planta. No entanto, é possível comprovar a cobertura obtida, tanto nas folhas quanto no solo, em qualquer pulverização. Para isto, deve-se utilizar etiquetas hidrossensíveis para o caso em que o solvente é a água e etiquetas oleossensíveis se o solvente é oleoso.

As etiquetas devem ser colocadas no objetivo, ou seja, precisamente onde se deseja que chegue a substância ativa. Como exemplo, em pulverizações com inseticidas de contato tem que se colocar as etiquetas nas regiões onde os insetos se encontram e se alimentam. Podem também ser utilizadas em testes preliminares ou nas próprias aplicações. Contudo, este não é um método muito preciso ao que se refere ao número de gotas e diâmetro real, ou seja, deve ser encarado como um método prático, pois as gotas quando se chocam com a etiqueta sofrem uma certa expansão em relação ao seu diâmetro real. Com isso, deve se utilizar um fator de expansão, que se define como uma relação entre o diâmetro da mancha observada na etiqueta e o diâmetro da gota no ar, este fator de expansão varia de 1,8 a 2,5 (MINGUELA, 2003).

## 2.7 ANÁLISE DE DEPOSIÇÃO

O processo mais empregado para estudar a dinâmica das pulverizações com agrotóxicos tem sido a análise das deposições, com a qual tem se tomado as decisões na escolha de técnicas de aplicação e equipamentos de pulverização. A análise da deposição dos agrotóxicos é baseada na recuperação e detecção das substâncias, da própria superfície das plantas, de alvos artificiais ou por equipamentos específicos de amostragem. A marcação das caldas de pulverização antes da dispersão, com traçadores facilmente detectáveis, tem se tornado uma prática largamente empregada. O custo das análises, a disponibilidade de equipamento analítico e a precisão desejada para os resultados representam fatores importantes na escolha de um determinado traçador para realização dos ensaios (CHAIM et. al., 1999b).

Estudos sobre padrões de deposição de pulverizações indicam grande variabilidade de deposição dos agrotóxicos ao longo das faixas de aplicação, o que diminui a eficácia dos tratamentos (COATES e PALUMBO, 1997; GUPTA e DUC, 1996; PERGHER et al., 1997). De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de produtos de contato, que requerem cobertura uniforme de toda a planta. Este problema se acentua nas aplicações em que se utilizam bicos de jato plano que, em geral, produzem menor número de gotas por área e menor turbulência (CUNHA et al., 2005).

As avaliações do desempenho dos pulverizadores pela quantidade retida e pela distribuição de produtos no alvo sempre foram uma constante preocupação dos pesquisadores. Essas avaliações geralmente são realizadas com o uso de compostos denominados de traçadores adicionados à calda de pulverização. A escolha do método para avaliar a deposição de pulverizações deve basear-se na precisão e exatidão, sensibilidade, reprodutividade e rapidez o suficiente para permitir a realização do número de amostras necessárias nos estudos (PALLADINI, 2000).

Yates e Akesson (1963) descreveram que a seleção de um produto para ser utilizado como traçador nessas avaliações deve possuir características, tais como: ser altamente sensível nas detecções; ter possibilidade de ser utilizado nas análises quantitativas, com rapidez; ser solúvel quando misturado à calda, com efeito físico mínimo na pulverização e evaporação das gotas; ter propriedades distintas para diferenciar de outras substâncias; ser estável; atóxico e ter custo moderado.

As pesquisas de pulverizações, conforme Smelt et al. (1993), sempre são realizadas para desenvolver e melhorar as técnicas de aplicações dos produtos fitossanitários, através das avaliações de depósitos e das perdas por deriva. Porém, quando essas determinações são realizadas, utilizando os próprios produtos fitossanitários, os custos são altos e necessitam de equipamentos sofisticados para as análises e de pessoas treinadas para o trabalho. Assim, o uso de corantes como traçadores é muito atrativo pela facilidade de remoção, utilizando somente a água diretamente das folhas ou dos alvos coletores. Para verificar a eficiência desses produtos como traçadores, os referidos autores compararam depósitos do traçador Brilhante Sulfoflavina com o próprio produto fitossanitário, o captan, detectados por fluorimetria e cromatografia gasosa, respectivamente, em pulverizações de macieira com equipamento denominado Tunel. As diferenças constatadas entre os depósitos de ambos os

produtos foram pequenas. E, como conclusão, obtiveram no corante uma alternativa útil e econômica para estudos de deposição nos experimentos com equipamentos de pulverizações.

Palladini (2000), verificou que as soluções dos corantes Azul Brilhante, Azul Comercial, Amarelo Tartrasina e Amarelo Crepúsculo, nas concentrações de 0,15%, mantiveram o mesmo valor da tensão superficial da água. Os resultados mostraram que o uso desses produtos é adequado como traçadores, pois se enquadram dentro dos objetivos da utilização de produto traçador que, na ausência de espalhantes, não proporcionam alterações na tensão superficial das soluções.

Palladini (2000) relata que as leituras dos valores de densidade óptica para a obtenção da curva padrão dos corantes Azul Brilhante, Azul Comercial, Amarelo Tartrasina e Amarelo Crepúsculo, nas concentrações de 0,15%, mostraram coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,9983. Desses corantes, o Azul Brilhante apresentou a maior amplitude de linearidade com valores entre 0,246 e 31,25 ppm, proporcionando uma razão de 128 vezes na detecção entre o maior e o menor depósito. Assim, pela possibilidade de detectar depósitos em menor quantidade e em maior amplitude, de não alterar a tensão superficial da água e de apresentar segurança quanto à toxicidade, pois é um produto registrado como corante alimentício, o Azul Brilhante foi o produto com as melhores características para a utilização como traçador nas avaliações de pulverizações.

Neste sentido, no que se refere ao tipo de alvo a ser utilizado, a grande maioria dos pesquisadores tem preferido fazer uso de substratos artificiais para coleta das gotas, porque nem sempre é possível extrair o traçador dos alvos naturais. Não existem alvos artificiais padrão, podendo variar conforme o tipo do traçador utilizado, o método analítico empregado e, sobretudo, a finalidade dos resultados (CHAIM et. al., 1999b). COOKE e HISLOP (1993) resumiram as vantagens e desvantagens de trabalhar com alvo natural ou artificial para avaliar a pulverização, afirmando que depende das circunstâncias do uso e das prioridades da pesquisa. As superfícies naturais devem ser preferidas, mas sua complexidade e variabilidade natural afetam a retenção e o espalhamento da pulverização. Um dos exemplos é a retenção e o espalhamento sempre menores em folhas jovens, quando comparados aos obtidos nas folhas velhas. Os alvos artificiais são uniformes, e podem ser localizados precisamente em posições predeterminadas, mas não reproduzem, necessariamente, os alvos naturais.

Desta forma, Miller (1993) afirma que a avaliação de uma pulverização pode ser feita por meio de um 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 são mais utilizadas, por representarem melhor as condições reais de uma aplicação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E TIPO DO SOLO

O presente trabalho foi realizado na Área Experimental da Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário (Agência Rural) Estação Experimental de Anápolis-GO, com latitude Sul de 16°19'48", longitude Oeste de 48°18'23" e altitude média de 1050 m. A precipitação média da região é de 1600 mm.

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, sendo este arenoso com 50 % de areia. A área estava em pousio em torno de três anos.

As características químicas e físicas do solo em questão são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Resultado da análise de solo da área experimental, Anápolis-GO, 2008.

	cmolc.dm <sup>-3</sup>					mg.dm <sup>-3</sup>			
Item	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(mel.)	S
Resultado	1,2	0,8	0,4	0,3	3,8	0,16	64	12,7	19,5
	(%)	Micronutrientes mg.dm <sup>-3</sup>							
Item	Mat.	Na	Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo
	Org.								
Resultado	2,0	1,8	0,07	3,7	0,25	3,9	39,9	20,9	0,08
Dados Complementares									
Item	Sat. Bases	Sat. Al	Ca/Mg	CTC	pH	Textura (%)			
						Argila	Limo	Areia	
Resultado	26,46%	18,07%	2,0	5,17	4,2	40,0	10,0	50,0	

Fonte: Laboratório de análise de solo Solocria, Goiânia-GO.

Extratores: Colorimétrica com molibdato, Fotometria de chama, Absorção Atômica, Potenciometria, Colorimétrica, Titulação com NaOH, Turbidimétrica, Colorimétrica com Azometina, Colorimétrica com R-Nitroso, Colorimétrica com tiocianato de Na, Densímetro.

#### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 x 5, com três repetições, totalizando 90 parcelas experimentais. Foi avaliado duas populações de plantas (140 e 225 mil plantas ha<sup>-1</sup>), três pontas (Jato plano defletor, jato

plano defletor duplo e jato plano defletor com indução de ar) e cinco volumes de aplicação (132, 156, 166, 178 e 190 L ha<sup>-1</sup>). Foi utilizado uma testemunha para cada estande, que não receberam tratamento.

As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, com área total de 10 m<sup>2</sup>, mas como área útil somente 4 m<sup>2</sup>, eliminando-se 0,50 m de cada lado como bordadura.

### 3.3 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA

Em campo a cultivar utilizada foi de feijão carioca cultivar Pérola. Lançado em 1996 sendo atualmente uma das mais semeadas no País. Possui porte semi-ereto, ciclo de 95 dias, com potencial de produção de até 4000 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2008). Para implantação da cultura foi feito preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens.

A adubação no plantio foi efetuada de acordo com a análise de solo realizada (Tabela 1), sendo a dosagem de 450 kg ha<sup>-1</sup>, dispensando-se a adubação de cobertura.

A semeadura foi realizada no dia 22 de julho de 2008. Os estandes utilizados foram de 140 e 225 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Foi utilizado um sulcador/adubador de seis hastes para distribuição do adubo e abertura dos sulcos, desta forma devido as parcelas serem constituídas de quatro linhas, as duas hastes externas não realizaram distribuição de fertilizante. A semeadura foi realizada com 25% a mais de sementes, objetivando dessa maneira obter o estande desejado. Aos 18 dias após a emergência (DAE) foi feito o desbaste, prazo este acima do recomendado devido a baixa temperatura da região na época da emergência, com isso ocorreu atraso da mesma. Com este desbaste obteve-se assim o estande desejado. As irrigações foram feitas quando necessário obedecendo a evapotranspiração da cultura.



FIGURA 1. Estágio da cultura em que foi realizado o desbaste para obtenção do estande.

### 3.4 CONDUÇÃO DA CULTURA

Foi realizado o controle de plantas daninhas utilizando o herbicida seletivo Fusiflex (fluazifope-P-butílico + fomesafem), produto de ação sistêmica, na dose de 125 g i.a. ha<sup>-1</sup>, sendo este realizado em manejo de pós emergência. Para controle de insetos foi utilizado o inseticida Karate zeon 50 CS (lambda-cialotrina), produto de contato ou ingestão, na dose de 10 g i.a. ha<sup>-1</sup>. O controle de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) foi realizado com o fungicida Nativo (trifloxistrobina + tebuconazol), produto sistêmico, na dose de 180 g i.a. ha<sup>-1</sup>. E para o tratamento do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), foi utilizado o fungicida Sumilex (procimidona) na dose de 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>, produto também de ação sistêmica, sendo que este controle seguiu a casualização, no que se refere a pontas e volume de aplicação, das parcelas do experimento.

O controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) foi realizado no estágio V4 do feijoeiro devido ao aparecimento de estruturas do fungo no solo. Houve forte infestação de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) por volta do estágio R6/7 do feijoeiro, em que se realizou o controle da doença.



FIGURA 2. Aplicação de fungicida para controle do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*).

### 3.5 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

Utilizaram-se pontas hidráulicas fabricadas em polímero de alta resistência, constituídas de três modelos diferentes, turbo TT 110020 (jato plano defletor), turbo TTJ 11002 (jato plano defletor duplo) e turbo TTI 11002 com indução de ar (jato plano defletor com indução de ar), todas da marca TEEJET.

### 3.6 SOLUÇÃO TRAÇADORA

Para estudo de deposição da calda pulverizada, foi feito a quantificação de um traçador, adicionado à calda. Com isso, a solução traçadora adicionada à calda foi constituída do corante alimentício azul brilhante (Corante Azul FCF, Duas Rodas Industrial) catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic” como FD&C Blue n° 1, na dose de 0,340 kg ha<sup>-1</sup>, obtendo assim as seguintes concentrações: 2576, 2180, 2048, 1910 e 1790 mg L<sup>-1</sup>; para os volumes de 132, 156, 166, 178 e 190 respectivamente; conforme metodologia descrita por Palladini (2000).

### 3.7 APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO TRAÇADORA

A aplicação com a solução traçadora foi realizada aos 45 Dias após a emergência (DAE), ou seja, a cultura estava no estágio R2, fase em que a cultura se encontrava no máximo de área foliar.

Durante a aplicação, de forma aleatória, foi monitorada a temperatura, umidade e velocidade do vento utilizando um Termo-Higro-Anemômetro da marca LUTRON modelo LM-8000. Com isso, a temperatura variou entre 30 e 38°C, a umidade ficou entre 25 e 14% e a velocidade do vento entre 3 e 4 km h<sup>-1</sup>, sendo que se iniciou a aplicação às nove horas da manhã e finalizou às cinco horas da tarde, período em que houve a variação de temperatura e umidade relativa anteriormente citada. A temperatura e umidade extremas ocorreu no período das 13h00min às 15h00min da tarde.

A aplicação foi realizada com pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com barra de pulverização munida de quatro bicos, espaçados em 0,5 m entre si. A altura de trabalho em relação à cultura foi de 0,50 m para todas as pontas. A pressão de trabalho foi fixada em 200 kPa para todas as pontas, com isso os diferentes volumes aplicados foram obtidos com a variação da velocidade de aplicação. Desta forma, as velocidades médias utilizadas foram as seguintes: 5,3 km h<sup>-1</sup>, 4,5 km h<sup>-1</sup>, 4,2 km h<sup>-1</sup>, 3,9 km h<sup>-1</sup>, 3,7 km h<sup>-1</sup> para os volumes de 132, 156, 166, 178 e 190 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para isso, foi feito a medição da vazão das pontas na pressão utilizada e com isso calculado o tempo necessário para percorrer a distância da parcela de acordo com o volume a ser aplicado. Com a intenção de evitar erros grosseiros, o aplicador percorreu três vezes o percurso da parcela com a marcação do tempo respectivo antes da aplicação definitiva.

### 3.8 AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DA CALDA APLICADA

A avaliação de deposição foi feita nos terços inferior, médio e superior do feijoeiro. Após a aplicação, foram coletadas ao acaso duas folhas de cada terço da planta, em cinco plantas diferentes por parcela, respeitando a área útil, ou seja, fora da área de bordadura que é de 0,50 m. As folhas foram armazenadas de acordo com o terço correspondente de cada parcela, em sacos plásticos, e em seguida as amostras foram transportadas para o laboratório e armazenadas em refrigerador para evitar decomposição das mesmas.

O depósito foi removido das folhas com o auxílio de uma bureta de 50 mL, com isso utilizou-se em média 10 mL por folha de água deionizada. A solução água mais depósito de corante totalizou 100 mL por amostra, em que foi retirada uma amostra e armazenada em potes de filme fotográfico devidamente higienizados para posterior determinação quantitativa

do depósito do corante. As folhas após a retirada do depósito foram fotografadas juntamente com uma régua milimetrada de maneira a se quantificar a área foliar das mesmas. A área foliar foi medida com o programa computacional “Image Tool” versão 3.0.

A determinação da quantidade do traçador depositada, em cada amostra, foi realizada por absorbância em espectrofotometria, que consiste na determinação da concentração de uma substância pela medida da absorção relativa da luz. Para isso, foi utilizado um espectrofotômetro da marca Bioespectro, modelo SP-220, com lâmpada de tungstênio com vapor de halogênio, no comprimento de onda de 630 nm para o azul brilhante.

Para obtenção do depósito na planta, foi feita a curva de calibração do espectrofotômetro, obtida por meio de soluções com concentrações conhecidas do corante (Figura 3). Os dados de absorbância foram transformados em concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e, de posse das concentrações iniciais (2576, 2180, 2048, 1910 e 1790  $\text{mg L}^{-1}$ ) e do volume de diluição das amostras (100 mL), determinou-se o volume retido nos terços inferior, médio e superior, isto de acordo com a Equação 1. A partir deste resultado, dividiu-se o mesmo pelo valor da área foliar da amostra avaliada, obtendo-se, assim, a quantidade em  $\mu\text{L cm}^{-2}$  de folha.

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f \quad \text{Equação 1}$$

Onde:  $C_i$  = concentração inicial na calda de aplicação ( $\text{mg L}^{-1}$ )

$V_i$  = volume retido pelo alvo (ml)

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

$V_f$  = volume de diluição da amostra de cada folha (ml)

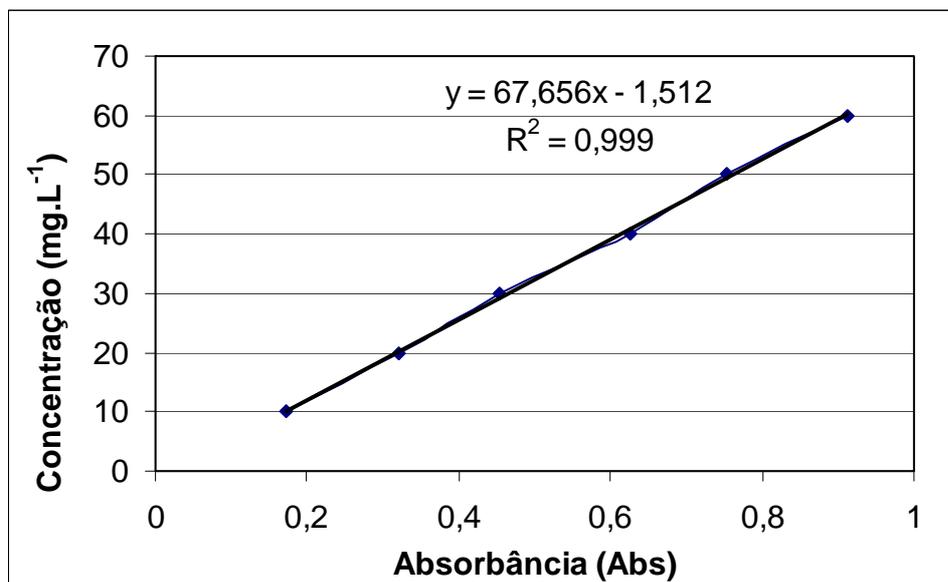


FIGURA 3. Curva de calibração para concentrações conhecidas do corante Alimentício Azul Brilhante (FD&C n° 1) e equação de regressão da reta obtida.

### 3.9 ANÁLISE DE POPULAÇÃO E TAMANHO DE GOTAS

Para a obtenção do espectro de gotas proporcionado pelas pontas foi determinado o DMV (diâmetro da mediana volumétrica) e o DMN (diâmetro mediana numérica), já para a população foi feita a porcentagem de cobertura do espectro de gotas, para isso utilizou-se etiquetas hidrosensíveis. Foi utilizado três etiquetas por parcela, ou seja, os alvos foram distribuídos nos terços inferior (rente ao chão), médio (30 cm) e superior da planta (60 cm), com uma etiqueta por terço da planta utilizando-se uma haste como suporte (Figura 4). A análise foi feita utilizando o programa computacional “CIR” (Conteo y tipificación de impactos de pulverización) versão 1.5 2002, em que se delimitou uma área de 10 cm<sup>2</sup>.



FIGURA 4. Posição dos papeis hidrosensíveis junto à cultura do feijoeiro.

### 3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do teste F, a 5% de probabilidade. As variáveis que diferenciaram estatisticamente foram comparadas

utilizando o teste de Tukey. Foi utilizado o programa computacional SAEG 8.0 para análise estatística.

Devido à falta de homogeneidade nos dados foi necessária a transformação dos mesmos. Com isso, para os resultados da cobertura os dados foram transformados para arcoseno raiz de  $p/100$ . Já os dados de deposição foram transformados em raiz de  $X+0,5$ . No entanto na transformação foram encontrados os mesmos níveis de significância.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância apresentado na Tabela 2, indicam que a ponta (PT) influenciou significativamente no diâmetro médio da gota nos terços superior, médio e inferior da cultura do feijoeiro. Neste caso o volume (VOL) o estande (EST) e as interações estande e volume (EST\*VOL); estande e ponta (EST\*PT); ponta e volume (PT\*VOL); e estande, ponta e volume (EST\*PT\*VOL); não influenciaram significativamente. Na mesma Tabela 2, observa-se que tanto o volume (VOL) quanto a interação entre o estande e o volume (EST\*VOL) afetaram significativamente cobertura no terço inferior, não apresentando diferença para o fator ponta (PT) e as interações entre estande e ponta (EST\*PT); ponta e volume (PT\*VOL); e estande, ponta e volume (EST\*PT\*VOL); o terço superior e médio não foram influenciados significativamente por nenhuma das fontes de variação analisadas.

TABELA 2 – Resumo da análise de variância do diâmetro mediano volumétrico no terço superior (DMS), diâmetro mediano volumétrico no terço médio (DMM), diâmetro mediano volumétrico (DMI), cobertura no terço superior (CTS), cobertura no terço médio (CTM) e cobertura no terço inferior (CTI) da cultura do feijoeiro.

FV	Quadrado Médio					
	DMS ( $\mu\text{m}$ )	DMM ( $\mu\text{m}$ )	DMI ( $\mu\text{m}$ )	CTS (%)	CTM (%)	CTI (%)
BL	16.10 <sup>4</sup>	2,0.10 <sup>4</sup>	3,2.10 <sup>4</sup>	57,86	44,60	21,31
EST	2,3.10 <sup>4</sup>	1,1.10 <sup>3</sup>	1,6.10 <sup>3</sup>	11,88	7,11	1,00
PT	1,3.10 <sup>6*</sup>	1,4.10 <sup>6*</sup>	4,4.10 <sup>5*</sup>	61,05	19,00	80,62*
VOL	6,0.10 <sup>3</sup>	1,4.10 <sup>6</sup>	3,3.10 <sup>4</sup>	13,00	47,58	10,18
EST*PT	2,2.10 <sup>4</sup>	4,6.10 <sup>3</sup>	318,5	0,240	4,79	14,86
EST*VOL	1,9.10 <sup>3</sup>	2,3.10 <sup>4</sup>	2,3.10 <sup>4</sup>	5,57	33,13	34,32*
PT*VOL	5,3.10 <sup>3</sup>	3,3.10 <sup>4</sup>	8194,4	9,16	36,32	14,99
EST*PT*VOL	5,0.10 <sup>3</sup>	1,8.10 <sup>4</sup>	1,6.10 <sup>4</sup>	5,80	19,39	15,99
RESÍD	8,5.10 <sup>3</sup>	2,5.10 <sup>4</sup>	1,6.10 <sup>4</sup>	13,21	31,15	12,98
Média	371,57	380,34	321,81	18,19	12,51	5,89
CV (%)	24,86	42,11	40,39	11,35	26,13	32,93

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste f.

Na Tabela 3, constam os resultados da análise de variância da deposição de calda nos terços superior, médio e inferior, nota-se que os mesmos não sofreram influência significativa dos estandes (EST), das pontas (PT), dos volumes (VOL), e nem das interações entre estande

e ponta (EST\*PT); estande e volume (EST\*VOL); e estande, ponta e volume (EST\*PT\*VOL), indicando a independência entre estes três fatores.

TABELA 3 – Resumo da análise de variância da deposição no terço superior (DTS), deposição no terço médio (DTM), deposição no terço inferior (DTI) do feijoeiro.

FV	Quadrado Médio		
	DTS	DTM	DTI
BL	0,0295	0,0590	0,0024
EST	0,0323	0,0085	0,0009
PT	0,0129	0,0099	0,0002
VOL	0,0195	0,0128	0,0028
EST*PT	0,0048	0,0088	0,0007
EST*VOL	0,0467	0,0111	0,0010
PT*VOL	0,0129	0,0039	0,0004
EST*PT*VOL	0,0408	0,0124	0,0010
RESÍD	0,0400	0,0682	0,0005
Média ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )	0,245	0,0704	0,0126
CV (%)	10,24	6,60	2,26

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste f.

#### 4.1 DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO

Os resultados apresentados na Tabela 4 referem-se ao diâmetro mediano volumétrico das gotas depositadas no terço superior da cultura do feijoeiro, proporcionado pela diferentes pontas de pulverizações. Observa-se que a ponta turbo twinjet 11002 com indução de ar apresentou maior diâmetro em relação às pontas de jato simples e jato duplo. Esta diferença era esperada, pois este modelo de ponta possui como característica principal a emissão de gotas grossas e extremamente grossas, devido à formação de gotas com ar em seu interior, desta forma aumentando notavelmente o seu diâmetro. Já os outros dois modelos possuem característica a emissão de gotas finas e médias. Mas este aumento do diâmetro médio da gota pode oferecer risco à segurança na aplicação, principalmente em relação ao escorrimento, pois deve-se evitar gotas com diâmetro médio acima de  $500\mu\text{m}$ , conforme Minguela (2003). Com base neste resultado, em casos em que se necessite fazer o uso deste tipo de ponta, deve-se ter o cuidado com perdas de produto ocorrendo contaminação ambiental devido ao escorrimento das gotas emitidas por este modelo de ponta. Assim, as pontas turbo twinjet 11002 e turbo twinjet jato duplo 11002, por apresentarem menor diâmetro de gotas, proporciona maior

penetração no dossel da cultura e uma melhor uniformidade de distribuição do líquido sobre o alvo, conforme Farooq, et. al., (2001).

TABELA 4 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) obtido no terço superior (DMS), para as pontas P1 (turbo twinjet 11002), P2 (turbo twinjet jato duplo 11002) e P3 (turbo twinjet 11002 com indução de ar).

Ponta	DMV ( $\mu\text{m}$ )
TT 11002	248,6 B
TTJ 11002	252,8 B
TTI 11002	613,2 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados referentes ao diâmetro mediano volumétrico das gotas depositadas no terço médio da cultura do feijoeiro, proporcionado pelas diferentes pontas de pulverização. Observa-se que a ponta turbo twinjet 11002 com indução de ar apresentou maior diâmetro em relação às pontas de jato simples e jato duplo, este fato dificulta a penetração dessas gotas no dossel da planta, conforme afirmam Santos (1992) e Ozeki e Kunz (1998). Esta ponta apresenta gotas com diâmetro acima de  $500\mu\text{m}$  que tem grande potencial de escorrimento, segundo Minguela (2003). Já a ponta turbo twinjet 11002 e a turbo twinjet jato duplo 11002 apresentaram os mesmos padrões de gotas e melhor cobertura do alvo em relação a ponta de indução de ar, conforme Farooq, et. al., (2001). Outro fato a ser observado é que os diâmetros obtidos no terço médio da cultura foram próximo aos encontrados no terço superior, conforme Tabela 4, mostrando que a cobertura foliar não interferiu no padrão de gotas.

TABELA 5 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) obtido no terço médio (DMM), para as pontas P1 (turbo twinjet 11002), P2 (turbo twinjet jato duplo 11002) e P3 (turbo twinjet 11002 com indução de ar).

Ponta	DMV ( $\mu\text{m}$ )
TT 11002	247,5 B
TTJ 11002	261,8 B
TTI 11002	631,7 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O diâmetro mediano volumétrico das gotas depositadas no terço inferior da cultura do feijoeiro, proporcionado pelas diferentes pontas de pulverização, são apresentados na Tabela 6. E como nos terços superior e médio do feijoeiro, observa-se que a ponta TTI 11002

com indução de ar apresentou diferença significativa em relação às pontas de jato simples e jato duplo. Neste caso observa-se que o diâmetro mediano das gotas geradas pelas pontas TT 11002 e TTJ jato duplo 11002, foram praticamente idênticos ao encontrado nos outros dois terços, indicando uma distribuição do espectro de gotas bastante uniforme destas pontas no dossel da planta. Já para a ponta TTI 11002 com indução de ar, nota-se que seu diâmetro mediano ficou abaixo do limite de escorrimento do produto, indicado por Minguela (2003). Neste sentido, Antuniassi e Baio (2004), afirmam que as gotas medianas ou grandes são melhores para aplicação em condições de maior risco de deriva e evaporação, situações estas ocorridas no momento da aplicação. No entanto, segundo os mesmos autores pode ocorrer uma penetração e cobertura insatisfatórias.

TABELA 6 – Diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ) obtido no terço inferior (DMI), para as pontas P1 (TT 11002), P2 (TTJ jato duplo 11002) e P3 (TTI 11002 com indução de ar).

Ponta	DMV ( $\mu\text{m}$ )
TT 11002	257,4 B
TTJ 11002	245,4 B
TTI 11002	462,6 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.2 COBERTURA DAS GOTAS PULVERIZADAS

Na Tabela 7 são apresentados os valores de cobertura proporcionada pelas diferentes pontas de pulverização, no terço inferior da cultura do feijoeiro. Observa-se que todas as pontas não obtiveram cobertura satisfatória. Este resultado corrobora com afirmações de Antuniassi e Baio (2004), pois os mesmos relatam que pode ocorrer uma penetração e cobertura insatisfatórias quando se usa pontas que forneçam gotas médias e grandes. Neste sentido Cunha et al. (2006b) afirmam que a recomendação tradicional para a aplicação de fungicidas nos feijoeiros é as pontas de jato cônico vazio. No entanto, em virtude de seu espectro de gotas propiciar a deriva, tem-se tentado utilizar pontas que produzam gotas maiores, como as de jato plano e jato plano com indução de ar. Essas, no entanto, podem comprometer a cobertura das plantas, em razão de as gotas serem de maior tamanho. Conseqüentemente, poderá haver menor controle de doenças.

TABELA 7 – Percentual de cobertura obtida no terço inferior (CTI), para as pontas P1 (TT 11002), P2 (TTJ jato duplo 11002) e P3 (TTI 11002 com indução de ar).

Ponta	Cobertura (%)
TT 11002	6,29 AB
TTJ 11002	7,31 A
TTI 11002	4,09 B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se na Tabela 8, o efeito do volume de aplicação dentro de cada estande no percentual de cobertura no terço inferior da cultura do feijão, com teste de média identificado pelas letras maiúsculas na linha. Verifica-se que a cobertura das gotas no terço inferior foi maior no estande de 140 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , para o volume 132 L  $\text{ha}^{-1}$ . A cobertura foi insatisfatória em todos os volumes, independente dos estandes utilizados. Em geral espera-se que um menor estande propicie uma maior facilidade de penetração das gotas, e aumento de cobertura do alvo.

Na mesma Tabela 8, visualiza-se também o efeito dos diferentes estandes dentro dos volumes de aplicação, com teste de média identificado pelas letras minúsculas na coluna. O volume de aplicação de 132 L  $\text{ha}^{-1}$ , apresentou maior percentual de cobertura comparado com os volumes de 156 e 178 L  $\text{ha}^{-1}$ , para o estande de 140 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Já para o estande 225 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , não houve alteração do percentual de cobertura com o aumento do volume de calda. Estes resultados mostram que mesmo com o aumento do volume de calda não houve alteração da cobertura do alvo. Em geral, espera-se que com o incremento do volume de aplicação propicie um aumento da cobertura do alvo, conforme Matthews, 2000. Para Cunha et al. (2008), o uso de menor volume de água misturada ao ingrediente ativo requer aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo para a obtenção de boa cobertura do alvo desejado.

TABELA 8 – Percentual de cobertura obtida no terço inferior (CTI) para os volumes de aplicação de 132, 156, 166, 178 e 190 L ha<sup>-1</sup>, nos diferentes estande da cultura do feijoeiro.

Volume (L ha <sup>-1</sup> )	Estande (mil plantas ha <sup>-1</sup> )	
	140	225
132	8,61 Aa	4,51 Ba
156	3,42 Ac	5,91 Aa
166	6,84 Aab	5,02 Aa
178	4,82 Abc	6,90 Aa
190	6,30 Aab	6,60 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.3 ANÁLISE DE DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO

Verifica-se na Tabela 3 que não houve efeito significativo dos diferentes estandes, pontas e volumes de aplicação sobre a deposição no terço superior da cultura do feijoeiro. As médias dos resultados da análise de deposição para o terço superior do feijoeiro, de acordo com o estande, tipo de ponta e volume, são apresentados na Tabela 10. Estas médias são apresentadas em  $\mu\text{L cm}^{-2}$ , ou seja, é a quantidade de calda depositada por área foliar do feijoeiro.

Em relação ao estande, é observado uma tendência de maior deposição para o estande de 140 mil plantas ha<sup>-1</sup>, este resultado corrobora com Chagas, (1988), em que o mesmo constatou que populações maiores dificultam os tratos culturais do feijoeiro.

Embora não-significativo estatisticamente, houve tendência de aumento de deposição para a ponta TTJ jato duplo 11002, ou seja, a mesma apresentou a maior média de deposição entre as pontas estudadas, conforme mostrado na Tabela 10. Já a ponta TT 11002, apresentou o menor diâmetro mediano volumétrico das três pontas, fato este que justifica a baixa deposição segundo Minguela (2003), Matthews (2000) e Matuo (1990). Outro fato a ser considerado é a temperatura e umidade relativa no momento da aplicação que variou de 30 a 38° C e 25 e 14%, respectivamente. Segundo Cunha et al. (2006), as pontas com indução de ar são indicadas para o caso em que há risco de deriva, pois proporcionam um aumento no tamanho da gota, evitando assim o arraste pelo vento. Mas deve ter cuidado com o uso destas pontas em caso de risco de evaporação, pois observando o resultado da ponta TTI 11002 com indução de ar, ficou evidente que esta não foi eficaz em condições adversas de temperatura e umidade relativa, pois a deposição proporcionada por esta ponta também foi deficiente, isto

talvez se explique pelo fato desta ponta gerar gotas com ar em seu interior, e como foi observado, a umidade do ar e a temperatura estavam em condições impróprias para aplicação, fato que pode ter aumentado a evaporação das gotas pulverizadas.

Já para o volume de aplicação, observa-se que para o volume médio de 156 L ha<sup>-1</sup>, obteve o melhor resultado de deposição, não obtendo diferença significativa comparado aos outros volumes. Croos e Berrie (1993) avaliaram, em túnel de vento, a influência do volume de aplicação (50, 100 e 200L ha<sup>-1</sup>) na deposição da calda pulverizada e encontraram maior cobertura do alvo empregando maiores volumes de aplicação. Já Cunha et al., (2006), afirmam que em geral, espera-se que com o incremento do volume de aplicação propicie aumento do volume de calda retido até certo ponto, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, passando a ocorrer o escorrimento, o que não é desejável.

TABELA 9 – Valores médios de deposição ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) no terço superior do feijoeiro nos estandes de 140 e 225 mil plantas ha<sup>-1</sup>; para as pontas TT 110020, TTJ jato duplo 11002 e TTI 11002 com indução de ar; com os diferentes volumes de aplicação 132 L ha<sup>-1</sup>, 156 L ha<sup>-1</sup>, 166 L ha<sup>-1</sup>, 178 L ha<sup>-1</sup> e 190 L ha<sup>-1</sup>.

Volume de Aplicação L ha <sup>-1</sup>	Estande 1				Estande 2				Média
	P1	P2	P3	Média	P1	P2	P3	Média	
132	0,1898	0,3415	0,2706	0,2673	0,2123	0,2153	0,2163	0,2146	0,2410
156	0,2155	0,6592	0,2780	0,3842	0,1949	0,1675	0,2454	0,2026	0,2934
166	0,2078	0,3022	0,2430	0,2510	0,1884	0,3674	0,2045	0,2535	0,2522
178	0,2644	0,1990	0,1210	0,1948	0,1861	0,4731	0,1965	0,2852	0,2400
190	0,1706	0,2008	0,2009	0,1908	0,1818	0,2176	0,2367	0,2120	0,2014
Média	0,2096	0,3405	0,2227	0,2576	0,1927	0,2882	0,2199	0,2336	0,2456
CV %	10,24								

Verifica-se na Tabela 3 que não houve efeito significativo dos diferentes estandes, pontas e volume de aplicação sobre a deposição no terço médio da cultura do feijoeiro. A Tabela 11 apresenta as médias dos resultados da deposição do terço médio do feijoeiro para os diferentes tratamentos. Desta forma, observa-se de maneira geral que as pontas apresentaram menores médias, comparadas com a parte superior da cultura. Evidenciando assim a dificuldade de se fazer chegar produto no interior do dossel da cultura, conforme observado por Souza et.al., (2007), Cunha et.al. (2006), Cunha et. al., (2008), Limberger (2006). As

pontas TT 11002 e TTI 11002 com indução de ar foram as que apresentaram as menores coberturas. Possivelmente, para estas pontas as condições adversas de temperatura e umidade relativa influenciaram de forma bastante prejudicial, colocando em evidência a importância de evitar aplicações em horários com condições climáticas não favoráveis, fato este preconizado por Matuo (1990). Já para a ponta TTJ jato duplo 11002, possivelmente pela posição de saída do jato duplo facilitou a penetração no dossel da cultura.

Novamente para o estande, é observado uma tendência de maior deposição para o estande de 140 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , este resultado corrobora com Chagas, (1988), em que o mesmo afirma que populações maiores dificultam os tratos culturais do feijoeiro.

TABELA 10 – Valores médios de deposição ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) no terço médio do feijoeiro nos estandes de 140 e 225 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ; para as pontas TT 110020, TTJ jato duplo 11002 e TTI 11002 com indução de ar; com os diferentes volumes de aplicação 132  $\text{L ha}^{-1}$ , 156  $\text{L ha}^{-1}$ , 166  $\text{L ha}^{-1}$ , 178  $\text{L ha}^{-1}$  e 190  $\text{L ha}^{-1}$ .

Volume de Aplicação $\text{L ha}^{-1}$	Estande 1				Estande 2				Média
	P1	P2	P3	Média	P1	P2	P3	Média	
132	0,0465	0,1622	0,2564	0,1551	0,0959	0,0784	0,0052	0,0598	0,1074
156	0,0181	0,1645	0,0876	0,0901	0,0784	0,0547	0,0667	0,0665	0,0783
166	0,0565	0,0342	0,0507	0,0471	0,0125	0,0406	0,0402	0,0311	0,0391
178	0,0626	0,0568	0,0462	0,0552	0,0578	0,2057	0,0332	0,0989	0,0770
190	0,0572	0,0608	0,0431	0,0537	0,1153	0,0393	0,0538	0,0473	0,0505
Média	0,0482	0,0957	0,0968	0,0802	0,0720	0,0837	0,0398	0,0652	0,0727
CV %	6,60								

Os diferentes estandes, pontas e volumes de aplicação não obtiveram efeito significativo sobre a deposição no terço inferior da cultura do feijoeiro, como mostrado na Tabela 3. A Tabela 12 apresenta as médias dos resultados da deposição do terço inferior do feijoeiro para os diferentes tratamentos. Observa-se, de forma geral que houve uma menor deposição no terço inferior do dossel da cultura, comparadas à parte média e superior, isso devido às folhas localizadas no terço inferior das plantas representarem o alvo mais difícil de atingir em pulverizações. Segundo Souza et. al., (2007), a sobreposição das folhas existentes no caminho da gota e, também, a maior possibilidade de perda por evaporação ou deriva das gotas menores, em condições ambientais adversas e pela maior distância percorrida, implicam

menor número de gotas chegando ao alvo e irregularidade no volume depositado. Desta forma, pode-se afirmar que as pontas e volumes utilizados não proporcionaram uma deposição satisfatória na parte inferior do dossel para os diferentes estandes da cultura do feijoeiro. Antuniassi et. al. (2004) e Cunha et. al. (2006), avaliando a deposição promovida por diferentes pontas de pulverização, concluíram que as gotas finas propiciam melhores coberturas nas posições média e baixa das plantas. Neste sentido, em situações em que não se tem risco de deriva, é indicado o uso de pontas que tem como características emissão de gotas finas.

TABELA 11 – Valores médios de deposição ( $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) no terço inferior do feijoeiro nos estandes de 140 e 225 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ; para as pontas TT 110020, TTJ jato duplo 11002 e TTI 11002 com indução de ar; com os diferentes volumes de aplicação  $132 \text{ L ha}^{-1}$ ,  $156 \text{ L ha}^{-1}$ ,  $166 \text{ L ha}^{-1}$ ,  $178 \text{ L ha}^{-1}$  e  $190 \text{ L ha}^{-1}$ .

Volume de Aplicação $\text{L ha}^{-1}$	Estande 1				Estande 2				Média
	P1	P2	P3	Média	P1	P2	P3	Média	
132	0,0233	0,0274	0,0563	0,0357	0,0575	0,0378	0,0000	0,0318	0,0337
156	0,0011	0,0520	0,0196	0,0242	0,0000	0,0000	0,0069	0,0023	0,0133
166	0,0000	0,0021	0,0032	0,0018	0,0000	0,0351	0,0212	0,0188	0,0103
178	0,0026	0,0000	0,0107	0,0044	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022
190	0,0069	0,0000	0,0029	0,0033	0,0119	0,0000	0,0009	0,0043	0,0038
Média	0,0068	0,0163	0,0186	0,0139	0,0139	0,0146	0,0058	0,0114	0,0127
CV %					2,26				

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados podemos concluir que:

A ponta turbo twinjet 11002 com indução de ar apresentou maior diâmetro médio volumétrico em todas as alturas avaliadas.

As pontas e volumes de aplicação apresentaram os mesmos percentuais de cobertura no terço superior e médio da cultura do feijão.

Todas as pontas avaliadas apresentaram um baixo percentual de cobertura no terço inferior da cultura do feijão.

O volume  $132 \text{ L ha}^{-1}$  apresentou maior percentual de cobertura no terço inferior para o estande de  $140 \text{ mil plantas ha}^{-1}$ , já para os outros volumes não houve diferença significativa.

Não houve efeito significativo sobre a deposição no terço superior, médio e inferior da cultura do feijoeiro para os diferentes estandes, pontas e volumes de aplicação.

A deposição foi menor na parte inferior do dossel da cultura para os diferentes estandes, pontas e volumes de aplicação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; SIQUERI, F. V.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; CORREA, M. R.; OLIVEIRA, M. A. P.; SIQUEIRA, J. L. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: FEPAF, p.48-51, 2004..

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 145-184, 2004.

ARF, O.; TOLEDO, A. R. M. de; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. de; FUJIWARA, R. H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) II: adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA EM FEIJÃO, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, p. 189. (EMCAPA. Documentos, 62), 1990..

BALAN, M. G.; ABI-SAAB, O. J. G; SILVA, C. G.; RIO, A. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Ciências Agrárias, Londrina**, v. 29, n. 2, p. 293-298, abr./jun. 2008.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. **A cultura**. In: VIEIRA, C. et al. (eds). Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa, MG : UFV, p.13-17, 1998.

CHAGAS, J. M. Plantio. In: ZIMMERMANN, M. J. O. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo**, Piracicaba, p. 303-316, 1988.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S. de; CORRALES, F. M.; GALVÃO, CABRAL, J. A. H.; O. M. R.; NICOLELLA, G. “Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura de tomate”. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.34, n.5, p.741-747, 1999a.

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. **Boletim de Pesquisa Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente**, (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa, 2), 29 p, 1999b

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. 13-22, 2000.

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

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

COATES, W.; PALUMBO, J. Deposition, off-target movement and efficacy of capture and thiodam applied to cantaloupes using five sprayers. **Applied engineering in agriculture**, St. Joseph, V.13, N.2, P.181-188, 1997.

COOKE, B. K.; HISLOP, E. C. Spray tracing techniques. In: MATHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. Application technology for crop protection. **Trowbridge: Cab Internacional**, p. 85-100, 1993.

CROSS, J.V.; BERRIE, A.M. Spray deposits and efficacy of a tunnel sprayer at three volume rates (50, 100, 200 l/ha) in comparison with an axial fan sprayer (50 l/ha) on apple. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PESTICIDE APPLICATION TECHNIQUES, 2., 1993, Strasbourg. **Proceedings...** Strasbourg: BCPC, p.273-280, 1993.

CUNHA, J. P. A. R.; MOURA, E. A. C., JÚNIOR, J. L. S., ZAGO, F. A., JULIATTI, F. C.. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.283-291, abr./jun. 2008.

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

CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 36 (1): 61-66, 2006.

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

CUNHA, J.P.A.R., TEIXEIRA, M.M., COURY, J.R.4 e FERREIRA, L.R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.2, p.325-332, 2003.

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

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Uniformidade de distribuição de líquido por bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.12, n.3, 192-192 202, Jul./Set., 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Arroz e Feijão (Embrapa – Arroz e Feijão). Cultivo do Feijoeiro Comum. Santo Antonio de Goiás: Embrapa, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>>. Acesso em: 20/02/2009.

FAO. **Buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas**. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, p. 39, 2002.

FARIA, R. T. Espaçamento e densidade. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cultura do feijão no estado do Paraná. (**Circular Técnica, 18**), Londrina, p. 25-26, 1980.

FAROOQ, M. R.; BALACHANDAR, D.; WULFSOHN, W. T. M. Agriculture sprays in cross-flow and drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 78, n.4, p. 347-358, 2001.

FERNANDES, M. I. P. S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijoeiro**. 1987. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FERRAZ, L.C.L.; CAFÉ FILHO, A.C.C. Efeito de arquitetura do dossel da planta e densidade de plantio na incidência e severidade de antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.124-130, 1995.

FERREIRA, M. C.; COSTA, G. M.; SILVA, A. R.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores qualitativos para a ponta hidráulica de jato plano ADGA 110015 na pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, 2007.

FNP. Comércio e Consultoria. **Agriannual** 2008. São Paulo, p.323, 2008.

GUPTA, C.P.; DUC, T.X. Deposition studies of a hand-held air assisted electrostatic sprayer. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, V.39, N.5, P.1633-1639, 1996.

HALL, R. Compendium of beans diseases. St. Paul: APS, p.71, 1994.

JOHNSON, M.P.; SWETNAM, L.D. Sprayer nozzles: selection and calibration. Lexington: University of Kentucky, 6p, 1996. Disponível em: <<http://www.uky.edu/Agriculture/Pat/pat3.pdf>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2009.

LIMBERGER, A.R. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função do tipo de ponta e do volume aplicado, na cultura do feijão**. 2006. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

MATTHEWS, G. A. Pesticide application methods. **Blackwell**, London, 448 p, 2000.

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

MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal: **FUNEP**, 1990.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: NOVAS TECNOLOGIAS, 2., 1998, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p.95-101, 1998.

MATUO, T. K. ; RAETANO, C. G. ; MATUO, T. . **Desenvolvimento de um aplicador motorizado de formulações de agrotóxicos para a cultura do café**. In: II SIMPÓSIO

INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente, 2001, Jundiaí, 2001.

MC MULLEN, M. Fungicide technology network of the national FHB initiative – 1988. In: NATIONAL FUSARIUM HEAD BLIGHT FORUM, 1998, East Lansing. **Proceedings...** Michigan: Michigan State University, p. 47-50, 1998.

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.

MINGUELA, J. V.; **Aplicación de Productos Fitosanitarios, Técnicas y Equipos.** Ediciones Agrotécnicas, S.L. España, 389p. Dezembro, 2003.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: POTAFÓS, p. 169-221, 1996.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, R. L.; Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Revista Ciências Agrotécnicas.** Lavras. V. 33, n.1, p. 113-119, 2009.

OZEKI, Y.; KUNZ, R.P. **Tecnologia de aplicação aérea - aspectos práticos.** IN: TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: NOVAS TECNOLOGIAS. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFMS, p.65-78, 1998.

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

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** 2005.

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

RAMOS, H.H. Perdas ligadas à má aplicação de agrotóxico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: Eficiência, economia e preservação da saúde humana e do ambiente, **Anais...** ii; 22, Jundiaí, 2001.

RAMOS, H.; SANTOS, J. M. F.; ARAÚJO, R. M.; BONACHELA, T. M. Manual de Tecnologia de Aplicação. **ANDEF.** Campinas. SP. 2004.

RUAS, R. A. A. **Tecnologia de aplicação do glyphosate para certificação de produtos agrícolas.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SANTOS, J.M.F. Aviação agrícola - Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos. **Rhodia Agro,** São Paulo, 100 p, 1992.

SALYANI, M. Optimization of sprayer output at different volume rates. St. Joseph: **ASAE**, n.99, 1999.

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

SILVA, C. C. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, p. 417-432, 1996.

SMELT, J.H., SMIDT, R.A., HUIJSMANS, J.F.M. Comparison of spray deposition on apple leaves of captan and the dye brilliant sulfoflavine. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TECHNIQUES D'APPLICATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES, 2, 1993, Strasbourg. **Annales...** Strasbourg: British Crop Protection Council, p.191-7, 1993.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MUNIZ, J. A. Altura de planta e componentes do rendimento do feijoeiro em função de população de plantas, adubação e calagem. **Ciência agrotécnica**, Lavras. V.27, n.6, p.1205-1213, nov./dez., 2003.

SOUZA, R. T.; CASTRO, R. D.; PALLADINI, L. A.. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações na cultura do algodoeiro. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 27, n. esp., p.75-82, 2007.

SOUZA, R.O. de; LHAMBY, J.C.B. Influência do volume de calda e de bicos de pulverização no manejo de azevém. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO/Projeto METAS, 20 p, 2000.

VALE, L. S. R. **Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componentes de produção, produtividade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão**. 1994. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

YATES, W.E., AKESSON, N.B. Fluorescent tracers for quantitative microresidue analysis. **Transactions of ASAE** (Am. Soc. Agric. Eng.), v. 6, p.105-14, 1963.

WOMAC, A. R.; GOODWIN, J. C.; HART, W. E. Comprehensive evaluation of droplet spectra from drift reduction nozzles. St. Joseph: **ASAE**, 47 p., n.97, 1997.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)