

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

**Influência de pontas de pulverização e estandes no espectro e  
deposição de calda na cultura do feijoeiro**

Lucas Roberto de Carvalho

Anápolis  
2014

# **INFLUÊNCIA DE PONTAS E ESTANDES NO ESPECTRO E DEPOSIÇÃO DE CALDA DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

LUCAS ROBERTO DE CARVALHO

Orientador: Professor D.Sc. 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 *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola – Sistemas Agroindustriais, para obtenção do título de MESTRE.

Anápolis  
2014

Carvalho, Lucas Roberto de.

Influência de pontas e estandes no espectro de gotas e deposição de calda de pulverização na cultura do feijoeiro. - 2014.

88 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Elton Fialho dos Reis.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Goiás.  
Unidade Universitária de  
Ciências Exatas e Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Agrícola, 2014.

Bibliografia.

1. Tecnologia de aplicação. 2. Controle de doenças. 3.  
*Phaseolus vulgaris*. 4. Rendimento. I. Título.

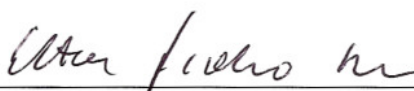
**INFLUÊNCIA DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E ESTANDES NO  
ESPECTRO E DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

Por

Lucas Roberto de Carvalho

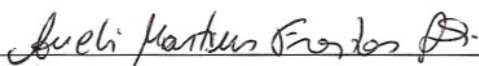
Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovado em 24/03/2014



---

Prof. Dr. Elton Fialho dos Reis  
Orientador  
UEG/UnUCET



---

Profa. Dra. Sueli Martins de Freitas Alves  
Membro  
UEG/UnUCET



---

Prof. Dr. Francisco Faggion  
Membro  
UnB/FAV

## DEDICATÓRIA

Ao meu Deus

Aos meus pais e minha irmã, minha família meu forte.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda força e sabedoria que me proporciona a cada dia, e por sempre estar comigo nas horas de maior dificuldade.

Aos meus pais, por todo incentivo e apoio durante a realização de meus estudos e pelo amor incondicional, a vocês toda minha gratidão.

A minha irmã, Kellyda, pelo apoio e incentivo durante minha jornada de estudos e por estar sempre ao meu lado.

Aos Srs. Valdeir, Vandoir Holtz e João, eternamente grato, por toda paciência e esforços para realização dos experimentos, e por toda disposição de sempre ajudar.

Aos alunos do curso de graduação em Eng. Agrícola Caio Pontes e Marcos Paulo de Oliveira, por toda ajuda na realização dos experimentos.

Aos amigos do curso de Mestrado, Divina Cléia, Mariana, Raniele, Flívia, Rafael, Lorena, Millene, Alline, Gustavo, Sarah, que de alguma forma me ajudaram a resolver problemas, tornando-os resultados.

Aos meus grandes e eternos amigos que desde a graduação vem me acompanhando nas minhas vitórias, a vocês Camila, Zeuxis e Maria Olívia, muito obrigado por fazerem parte dessa história.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Itamar Rosa por todo conhecimento transmitido para realização deste trabalho, conhecimentos estes serão levados para toda a vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Elton Fialho, palavras de agradecimento não seria suficiente para demonstrar realmente, o quanto sou grato. Muito obrigado, por todos os conhecimentos e experiências que me foi passado, os quais me incentivaram a cada dia me tornar mais responsável e formador de opinião.

A Universidade Estadual de Goiás por todo auxílio e infra-estrutura disponível para realização dos trabalhos.

A Emater – Anápolis pela disponibilização da área para realização dos experimentos.

A Fapeg, pela disponibilidade de recursos para realização dos trabalhos.

A Capes, pelo fornecimento da bolsa de estudos como subsídio para obtenção do título de mestre.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>Xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Cultura do feijão .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. População ideal de plantas .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4. Pontas de Pulverização .....</b>	<b>6</b>
<b>2.5. Perdas no processo de aplicação de defensivos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.6. Deposição e espectro de gotas .....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERIAL DE MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Área experimental .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Delineamento experimental .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Implantação e condução da cultura .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. Pontas de pulverização .....</b>	<b>12</b>
<b>3.5. Análise da deposição da calda .....</b>	<b>13</b>
<b>3.6. Análise de população e tamanho de gotas .....</b>	<b>15</b>
<b>3.7. Avaliação de incidência e severidade de mofo branco .....</b>	<b>15</b>
<b>3.8. Análise estatística .....</b>	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. Experimento Irrigado.....</b>	<b>18</b>
4.1.1. Espectro de gotas .....	18
4.1.2. Deposição da calda de pulverização .....	21
4.1.3. Características agronômicas .....	23
4.1.4. Avaliação da incidência e severidade do mofo-branco .....	24
<b>4.2. Experimento d'águas .....</b>	<b>25</b>
4.2.1. Espectro de gotas .....	25
4.2.2. Deposição da calda de pulverização .....	27

4.1.3. Características agronômicas .....	28
4.1.4. Avaliação da incidência e severidade do mofo-branco .....	30
<b>4.3. Análise conjunta do espectro de gotas dos experimentos .....</b>	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>6. REFERÊNCIA .....</b>	<b>35</b>



## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - Dados técnicos das diferentes pontas de pulverização, volume de aplicação e faixas de pressões de trabalho do catálogo e utilizadas em campo, nos diferentes experimentos .....13
- TABELA 2 - Condições climáticas durante as aplicações: velocidade do vento, temperatura e umidade relativa, nos diferentes experimentos.....15
- TABELA 3 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro ( $\mu\text{m}$ ) .....18
- TABELA 4 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para amplitude relativa, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.....19
- TABELA 5 - Análise de variância e do teste de médias para a cobertura, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro .....20
- TABELA 6 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para deposição de calda de pulverização ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ), nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.....21
- TABELA 7 - Componentes de produtividade do experimento da safra irrigada, teste de médias e análise de variância ..... 23
- TABELA 8 - Incidência e severidade de mofo-branco antes e após aplicação de fungicida, na safra irrigada..... 24
- TABELA 9 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para DMV, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.....22
- TABELA 10 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para amplitude relativa nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.....23
- TABELA 11 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para cobertura, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro .....24
- TABELA 12 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para deposição de calda de pulverização, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro .....25

TABELA 13 - Componentes de produtividade do experimento da safra irrigada, teste de médias e análise de variância.....	29
TABELA 14 - Análise conjunta dos experimentos, teste de médias e análise de variância para DMN, amplitude (AMPL), DMV e cobertura no terço superior das plantas.....	30
TABELA 15 - Análises conjunta dos experimentos, em relação ao espectro de gotas na parte mediana das plantas.....	31
TABELA 16 - Análises conjunta dos experimentos, em relação ao espectro de gotas no solo abaixo das plantas .....	32
TABELA 17 - Análises conjunta dos experimentos, em relação ao espectro de gotas no solo abaixo das plantas.....	33

**LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA 1 - Curva de calibração para concentrações conhecidas de azul brilhante e equação de regressão .....15
- FIGURA 2 – Planta com sintomas de mofo-branco, experimento irrigado.....18

# Influência de pontas e estandes no espectro e deposição de calda de pulverização na cultura do feijoeiro

## Resumo

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) no Brasil é uma das mais importantes, tanto na questão social, quanto econômica. Apesar das práticas culturais estarem modernizando nos últimos anos, a produtividade atual ainda encontra-se muito abaixo do potencial da cultura. Uma das causas dessa baixa produtividade é a ocorrência de doenças como mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Nesse contexto, objetivou-se analisar a influência de diferentes pontas de pulverização na deposição e espectro de gotas na cultura do feijoeiro, cultivado em diferentes estandes em áreas com problema de mofo-branco. Os experimentos foram realizados em duas safras agrícolas, 2012 e 2013, na área experimental da Emater – Anápolis. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial  $2 \times 5 + 2$ , com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco pontas (Série AIR\DB 11002, 11002 DB leque duplo, 11002E leque simples, CA 02 versão CA-U (universal) e HB 3), combinados com duas populações de plantas (125 e 250 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ). Os tratamentos adicionais foram utilizados para fins de comparação das características agronômicas e produtividade da cultura. Foi realizada análise do espectro de gotas (DMV, DMN, amplitude relativa e cobertura), utilizando etiquetas hidrosensíveis, a deposição da calda de pulverização nos terços médio e superior do feijoeiro, e no solo abaixo da planta, através de corante adicionado a calda de pulverização, além dos rendimentos de produtividade, através das características agronômicas, números de vagens, altura de plantas. A incidência e severidade do mofo branco foi analisada para fins de controle. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando pertinente empregou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores de DMV variaram de 145,1 a 468,5  $\mu\text{m}$ ; os menores valores encontrados nas pontas tipo leque simples e os maiores valores nas pontas que possuem sistema de indução de ar. As pontas que possuem sistema de indução de ar apresentaram maior espectro de gotas, devido à inserção de ar nas gotas. As pontas tipo cone e tipo leque apresentaram maior cobertura nos diferentes extratos da planta. A ponta tipo jato cônico apresentou maior variação no tamanho de gotas. A deposição no experimento irrigado variou de 0,115 a 0,308  $\mu\text{L cm}^{-2}$  e no experimento das águas apresentaram variação de 0,122 a 0,313  $\mu\text{L cm}^{-2}$ . Os estandes não influenciaram na deposição da calda de pulverização na cultura do feijoeiro. Houve controle da doença somente no experimento irrigado, uma vez que somente neste os sintomas da doença foram diagnosticados, os tipos de pontas não influenciaram no controle. A produtividade alcançada se encontra dentro dos índices esperados para a cultura.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, controle de doença, tecnologia de aplicação, rendimento

## INFLUENCE OF TIPS AND STANDS IN THE SPECTRUM AND DEPOSITION OF SPRAY SOLUTION OF THE COMMON BEAN

### Abstract

The Bean (*Phaseolus vulgaris*) in Brazil is one of the most important, both in social issues, and economic. While cultural practices are modernized in recent years, the current yield is still well below the potential of the crop. One of the causes of low productivity is the occurrence of diseases such as white mold (*Sclerotinia Sclerotina*). In this context, the objective was to analyze the influence of different nozzle deposition and droplet spectrum of the common bean grown in different stands in areas with white mold problem. The experiments were conducted in two growing seasons, 2012 and 2013, the experimental area Emater - Annapolis. It was used in a randomized complete block design with factorial  $5 \times 2 + 2$ , with four replications. The treatments consisted of five points (AIR Series \ DB 11002, 11002 DB double range, 11002E simple array, CA 02 version CA -U (universal) and HB 3), combined with two plant populations (125 and 250 000 plants ha<sup>-1</sup>). Additional treatments were used for comparison of agronomic traits and yield. Analysis of the droplet spectrum (DMV, DMN, relative amplitude and coverage) was performed using hydrosensíveis labels, the deposition of spray mixture in the middle and upper thirds of the bean, and the soil beneath the plant, through dye added to syrup spraying, besides the earnings productivity through agronomic characteristics, number of pods, plant height. The incidence and severity of white mold was analyzed for control purposes. Data were subjected to analysis of variance, and when appropriate we used the Tukey test at 5% probability. DMV values ranged from 145.1 to 468.5 mm; smaller values found simple range and the highest values at the tips that have air induction system type on the tips. The tips that have air induction system showed broad spectrum of drops due to the inclusion of air in droplets. Tips cone type and range type had higher coverage in different plant extracts. The tip cone spray type showed the greatest variation in droplet size. The deposition in the irrigated experiment ranged from 0.115 to 0.308 cm<sup>-2</sup> l and water experiment showed variation from 0.122 to 0.313 cm<sup>-2</sup> l. The stands had no influence on the spray deposition of the common bean. There disease control experiment only in irrigated, since only the symptoms of this disease was diagnosed, the types of the control points not influenced. Productivity is achieved within expected levels for culture.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*, disease control, application technology, yield

## 1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a agricultura vem sofrendo cobranças em relação à produtividade de alimentos, devido às exigências da população em relação aos alimentos com qualidade, com isso, técnicas eficientes se tornaram essenciais para a produção de alimentos. Controle de doenças, pragas e plantas daninhas se tornaram áreas de grande preocupação dos produtores, garantindo assim, alimentos para a população. Para que esse controle seja eficiente, melhorias nas técnicas de aplicação de defensivos agrícolas são essenciais para o aumento da produção.

Entre as culturas que se destacam na mesa do consumidor, o feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) é de grande importância. No Brasil faz parte dos alimentos que compõe a mesa da maioria das famílias em todas as classes sociais, sendo cultivado principalmente por médios e pequenos produtores. O cultivo do feijão no cenário agrícola brasileiro é considerado um segmento atrasado, devido à produtividade estar muito aquém do potencial da cultura.

Os fatores que influenciam diretamente na produtividade dessa cultura, a presença e a suscetibilidade ao ataque de patógenos e pragas merecem destaque. Uma das formas mais eficazes para o controle de pragas e doenças é o uso de defensivos agrícolas, entretanto, quando não utilizada de forma recomendada, pode acarretar problemas ao ambiente e a saúde humana, além de aumentar o custo de produção. Quando as técnicas de aplicação não manejadas de forma correta, o desperdício pode ser significativo no momento da aplicação.

Pulverizadores hidráulicos são os mais utilizados na cultura, entre os diferentes tipos de máquinas aplicadoras de defensivos, pode-se utilizar os mais simples do tipo costal até pulverizadores mais desenvolvidos como os altopropelidos com incremento maior de tecnologia. Se tratando de tecnologia de aplicação, as pontas de pulverização são agentes de grande importância, elas são responsáveis pela distribuição do produto até que este entre em contato com o alvo, controlando a incidência e severidade de doenças e pragas, e garantindo segurança tanto ao meio ambiente quanto para quem está aplicando.

Os cuidados relacionados às características das pontas de pulverização são de suma importância, uma vez que condições as quais operam refletem diretamente na eficiência da aplicação. Sabe-se que partes dos produtos aplicados não chegam até o alvo, seja, por climáticas não são apropriadas no momento das aplicações ou pela não regulagem de maquinários para aplicação.

As pontas de pulverização apresentam características diferentes quando se trata de geração de diferentes tamanhos de gotas. Gotas muito pequenas são mais sujeitas a

arrastamento pelo vento ocasionando deriva e evaporação, as grandes são propícias ao escorrimento. Diante disso, a escolha adequada do tipo de ponta proporcionará maior eficácia no controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

A disposição das gotas no dossel da planta garante que o alvo seja atingido, tanto na parte superior, média e inferior da planta. Uma boa cobertura no momento da aplicação de defensivos agrícolas, também está associada ao tipo de ponta de pulverização. Sabe-se que quanto maior o número de folhas mais difícil pode ser controlar uma praga ou doença na parte inferior de uma planta, porém, quando se trabalha em condições adequadas e se utiliza pontas adequadas, essa dificuldade é reduzida garantindo maior eficiência.

Nesse contexto, objetivou-se analisar a influência de diferentes pontas de pulverização no espectro de gotas e na deposição cultura do feijoeiro, cultivado em diferentes estandes nas safras de inverno e das águas, em área de cerrado potencialmente infestada com mofo-branco.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Cultura do feijão

A família Fabaceae é constituída por muitos gêneros e espécies, sendo umas das principais a soja (*Glycine max L. Merrill*), e o feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) A cultura do feijão é uma das leguminosas mais semeadas, sendo de grande importância econômica no Brasil. A produção nacional está em torno de 1,3 milhões de toneladas, com área colhida de 1,4 milhões de hectares e produtividade média de 1.050 kg ha<sup>-1</sup>. Apesar das práticas culturais estarem modernizando nos últimos anos, a produtividade atual ainda se acha muito aquém do potencial da cultura, que é superior a 4.500 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2012; HALL, 2004).

Na região do cerrado brasileiro, o cultivo do feijoeiro irrigado atinge anualmente uma área superior a 7 milhões de hectares. Isso ocorre porque o feijoeiro é normalmente a cultura anual de maior valor econômico. Nessas áreas irrigadas o feijoeiro tem condições de ser cultivado com alto nível tecnológico, pois a irrigação permite que o plantio seja feito em épocas adequadas e garante o fornecimento de água para que as plantas atinjam o seu potencial produtivo. Apesar de existirem condições propícias ao cultivo do feijoeiro, as produtividades obtidas nas lavouras são da ordem de 2.400 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto o potencial produtivo das variedades existentes é superior a 4.000 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2010).

No Brasil o feijão é utilizado na alimentação básica, e este país é o maior produtor e consumidor mundial, seguido da Índia, China, México, Estados Unidos e Uganda (ZUPPI et al., 2005). A cada dez brasileiros, sete consomem feijão diariamente. O grão é fonte de proteína vegetal, vitaminas do complexo B e sais minerais, ferro, cálcio e fósforo. O consumo do produto, em média, por pessoa chega a 19 quilos por ano (EMBRAPA, 2010).

Dentre os elementos climáticos que mais influenciam na produção de feijão salientam-se a temperatura, a precipitação pluvial e a radiação solar. Em relação ao fotoperíodo é considerada fotoneutra. O feijoeiro comum é cultivado durante todo o ano, numa grande diversidade de ecossistemas, o que faz com que inúmeros fatores tornem-se limitantes para a sua produção. Entre estes fatores, um dos principais são as doenças as quais, além de diminuir a produtividade da cultura, depreciam a qualidade do produto (BORÉM e CARNEIRO, 1998; FANCELLI, 2011).

O feijoeiro é hospedeiro de inúmeras doenças de origem fúngica, bacteriana e virótica. As doenças fúngicas estão divididas em dois grupos com base na sua origem. Assim, temos as



doenças denominadas da parte aérea e cujos agentes causais não sobrevivem no solo e, as doenças de solo, cujos agentes causais encontram-se adaptados para sobreviverem neste ambiente. Entre as principais doenças fúngicas da parte aérea do feijoeiro comum encontram-se a antracnose, a mancha angular, a ferrugem, o oídio e a mancha de alternária; além de duas outras recentemente identificadas nesta cultura e denominadas de sarna e carvão. Entre as principais doenças cujos agentes causais apresentam capacidade de sobreviver no solo encontram-se o mofo branco, a mela, a podridão radicular, podridão radicular seca, a murcha de fusário e a podridão cinzenta do caule (EMBRAPA, 2003).

O mofo-branco é uma das mais importantes doenças fungicas que ataca o feijoeiro, é causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, conhecida também por murcha de Clerotina, podridão aquosa ou simplesmente Sclerotinia, a doença é bastante destrutiva e pode ser problema sério, principalmente na safra irrigada (VENEGAS e SAAD, 2010). Uma alternativa para minimizar os problemas fitossanitários é a aplicação de fungicidas e inseticidas, que evitam ou diminuem a severidade das doenças e pragas, conseqüentemente, podem aumentar a produtividade da cultura (DUDIENAS et al., 1990). Neste aspecto, na maioria das vezes, dá-se muita importância ao produto fitossanitário a ser aplicado e pouca atenção à tecnologia de aplicação. Contudo, 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 as perdas (CUNHA et al., 2005).

## 2.2. População ideal de plantas

Estudos sobre a população ideal de plantas, relativos à cultura do feijoeiro comum em sistema solteiro, em geral, indicam populações de 200 a 240 mil plantas  $ha^{-1}$  como adequadas para se obter os máximos rendimentos. Estas populações, no entanto, podem ser obtidas com diversos arranjos, combinando-se espaçamentos que variam de 0,20 a 0,70 m entre linhas com densidades de 4 a 14 plantas por metro de linha. O arranjo populacional mais utilizado, normalmente de 0,40 a 0,50 m de espaçamento entre linhas com 10 a 12 plantas por metro, limita-se a considerar apenas a população adequada por área (EMBRAPA, 2008).

Sendo o feijoeiro uma planta com muita plasticidade e capacidade de compensação entre plantas, ela pode produzir satisfatoriamente numa faixa de população bastante ampla, em alguns casos chegando a uma variação de 100 a 400 mil plantas  $ha^{-1}$  (SOUZA et al., 2002; STONE e SILVEIRA, 2008).

A distribuição espacial de plantas na área, numa cultura de feijoeiro comum é de grande importância sob vários aspectos. O controle de doenças, plantas daninhas, colheita, acamamento, aproveitamento de água e fertilizantes, gastos com sementes e tratos culturais são alguns fatores afetados pela distribuição e quantidade de plantas na área (COLLICCHIO et al., 1997; TEIXEIRA et al., 1999, DIDONET e COSTA, 2004).

O rendimento de grãos do feijoeiro comum, em monocultivo, é influenciado pelo espaçamento entre linhas, sendo reduzido o efeito da densidade de plantas na linha de plantio. Por outro lado, o rendimento de grãos pode ser afetado pela densidade populacional, fato relacionado ao hábito de crescimento da planta de feijoeiro (SHIMADA et al., 2000). Em geral, aumentos na população de plantas por área, em uma mesma cultivar, têm efeito no padrão de distribuição das vagens na planta (HORN et al., 2000; DIDONET e COSTA, 2004).

O número de vagens e o número de grãos por planta são os componentes do rendimento mais afetados por variações na densidade de plantas na linha de plantio e pelo espaçamento entre linhas. Tais variações nem sempre estão relacionadas com o rendimento de grãos (SHIMADA et al., 2000).

### **2.3. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**

São inúmeros os fatores que interferem na eficácia do defensivo aplicado, entre os quais se destacam a dose aplicada, qualidade da água, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, altura da barra, equipamento utilizado, localização do alvo, volume e tamanho de gotas, fatores esses que determinam o sucesso de uma aplicação.

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).

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é um dos mais multidisciplinares campos dentro da agricultura, uma vez que se reporta ao controle de insetos e 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, 2006).

Um dos fatores mais importantes para obter uma aplicação eficiente é a escolha das pontas de pulverização. Estas são responsáveis pela qualidade de aplicação, visto que interferirá na vazão, cobertura do alvo e uniformidade de distribuição da calda (BAUER e RAETANO, 2004; FERNANDES et al., 2007).

Aplicações mais precisas garantem maior economia e melhores resultados na produção, enquanto que uma aplicação mal realizada pode causar problemas como a perda de produto aplicado, má distribuição e redução na produtividade. A escolha e o uso adequado de pontas de pulverização são essenciais para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de agroquímicos (RAMOS, 2011).

O conhecimento das condições de trabalho e, principalmente, do desempenho operacional das pontas é necessário para uma aplicação eficiente (CHRISTOFOLETTI, 1999). 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 (JOHNSON e SWETNAM, 1996).

A preocupação com os danos ambientais causados pelo uso excessivo de agrotóxicos é crescente, exige cada vez mais uma dose precisa dos ingredientes ativos, como forma de redução dos erros nas pulverizações, como a utilização de pontas para determinada pulverização não conhecendo seu espectro (VANELLA et al., 2011).

#### **2.4. Pontas de pulverização**

Para a aplicação de fungicidas nos feijoeiros, as pontas mais utilizadas são as de jatos cônicos vazios, mas, em virtude do seu espectro de gotas proporcionar deriva, tem-se tentado utilizar também os de jato plano. Estes, no entanto, podem comprometer a cobertura das plantas, em razão das gotas serem de maior tamanho, conseqüentemente, poderá haver menor controle de doenças (CUNHA e RUAS, 2006).

De forma geral, gotas pequenas são facilmente transportadas pelo vento, porém proporcionam maior cobertura do alvo, condição desejada, sobretudo quando da utilização de defensivos de contato. 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., 2005). Com isso o processo mais usado para estudar a dinâmica das pulverizações com agrotóxicos tem sido análise das deposições, com a qual tem se tomado as decisões na escolha de técnicas de aplicação e equipamentos de pulverização.

De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta falta de uniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de fungicidas de contato, que requerem cobertura uniforme de toda a planta. Este problema se acentua nas aplicações em que se utilizam bicos de jatos planos que, em geral, produzem menor número de gotas por área e menor turbulência (CUNHA, et al., 2005).

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 (MATTHEWS, 2002). Portanto, é preciso estudar o comportamento das pontas em diferentes condições de trabalho.

Geralmente o termo "bico de pulverização" é utilizado como sinônimo de "ponta de pulverização", entretanto, corresponde a estruturas diferentes. O bico é composto por todo o conjunto com suas estruturas de fixação na barra (corpo, filtro, ponta e capa), enquanto que ponta corresponde ao componente do bico responsável pela formação das gotas. A ponta de pulverização é responsável pela vazão, pelo tamanho de gotas e pela distribuição na forma do jato emitido (CHRISTOFOLETTI, 1999).

As pontas juntamente com as peneiras fazem parte dos componentes do bico, onde o líquido sob pressão passa pela peneira e por fim o orifício da ponta, produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas (MATUO et al., 2001).

Buscando sempre aperfeiçoar o resultado biológico e a capacidade da máquina a seleção das pontas de pulverização serve para adequar o pulverizador ao tipo de aplicação que será realizada (BOLLER, 2006).

## **2.5. Perdas no processo de aplicação de defensivos**

A contaminação do meio ambiente é o aspecto prioritário na agricultura moderna que exige uma otimização na utilização e distribuição dos defensivos (PACHECO, 2012). Estes, embora desempenhem papel de fundamental importância dentro do sistema de produção agrícola vigente, têm sido alvo de crescente preocupação por parte dos diversos segmentos da sociedade, em virtude de seu potencial de risco ambiental. Há na sociedade consenso de que os agrotóxicos são prejudiciais ao homem, devido às notícias de contaminação de animais e seres humanos (BARCELLOS et al., 1998; CUNHA, et al, 2003).

A deriva nas aplicações de agrotóxicos é considerada um dos maiores problemas da agricultura tanto pelo lado econômico quanto pela contaminação ambiental. Dada à importância dos tratamentos via folha, na nutrição, no controle de pragas e doenças, torna-se muito importante utilizar o melhor recurso para minimizar os problemas com a deriva e a contaminação do solo e água (CUNHA et al. 2005, SUMNER e SUMNER, 1999).

O desvio da trajetória que impede que as gotas produzidas atinjam o alvo está relacionado, principalmente, ao tamanho de gotas e à velocidade do vento (SILVA, 1999). De acordo com as condições ambientais, é preciso conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental. Vários pesquisadores consideram que gotas menores que 100  $\mu\text{m}$  são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (MURPHY et al., 2000; WOLF, 2000, CUNHA, et al, 2003).

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. Resultados de experimentos indicam que gotas de 100  $\mu\text{m}$  liberadas a 1 m da superfície do solo, com ventos de 2  $\text{m s}^{-1}$ , são arrastadas por aproximadamente 360 metros.

A movimentação das gotas 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 (MATTHEWS, 2000).

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 (BARCELLOS et al, 1998). Portanto, é aconselhável que as pulverizações sejam realizadas pela manhã e ao final da tarde, a fim de evitar a evaporação rápida do produto aplicado (MATUO, 1990).

Mesmo com o desenvolvimento de técnicas e equipamentos para redução de perdas, as formas para determinação e quantificação de deriva em campo se mostram bastante complicadas e apresentam alto coeficiente de variação. Várias metodologias são citadas e adotadas para este fim, mas ainda demandam de pesquisas na área. Abi Saab (2004),

consolidou a metodologia de avaliação da distribuição da calda nas diferentes partes da planta, usando como traçador uma solução de cloreto de potássio seguido de análise de resíduo em espectrofotômetro. Posteriormente, Palladini et al., (2005), substituiu o sal traçador por corante alimentício, mostrando-se melhor na determinação tanto de espectro de gotas como para análise de deriva sem interferência nas propriedades físico-químicas da calda de pulverização.

Wolf e Frogberg (2002) e Sumner e Sumner (1999), apresentaram uma metodologia em que utilizavam etiquetas hidrossensíveis capazes de detectar tanto o espectro de gotas como, se colocado fora do alvo, a detecção de deriva. Atualmente muitos pesquisadores utilizam essa metodologia em conjunto com a de Palladini et al., (2005) para testes de espectro de gotas, tanto dentro do dossel do planta como na área exterior a cultura.

## **2.6. Deposição e Espectro de Gotas**

Durante as aplicações de defensivos agrícolas, o ideal é que o espectro de gotas seja o mais homogêneo possível, ou seja, que se produzam gotas aproximadamente do mesmo tamanho para o fim desejado. Tomando o devido cuidado para não se produzir gotas muito grossas, susceptíveis ao escorrimento, e nem gotas muito finas, favoráveis a deriva. Neste contexto, é preciso conhecer as características técnicas das pontas, visando à sua correta seleção e, com isso, aplicações eficientes e seguras ambientalmente (CUNHA et al., 2010). Para isso, é necessário o desenvolvimento de tecnologias que proporcionem a produção de gotas mais uniformes (CUNHA et al., 2007).

Considera-se diâmetro adequado de gotas, aquele que proporciona o máximo de controle da praga, doença ou planta daninha com a mínima quantidade de produto e a mínima contaminação do ambiente. A ponta de pulverização por si não produz um único tamanho de gota. O tamanho utilizado na classificação da pulverização (grossa, média e fina) é em relação ao diâmetro da mediana volumétrica (DMV) o qual corresponde a divisão em duas partes do volume aplicado (MATTHEWS, 2000; MATUO et al., 2001,; MINGUELA e CUNHA, 2010). Alguns padrões foram criados, podendo as gotas serem classificadas em pequenas, médias e grossas.

Para a aplicação de fungicidas nos feijoeiros, as pontas mais utilizadas são as de jato cônico vazio, mas, em virtude do seu espectro de gotas proporcionar deriva, tem-se tentado utilizar também as de jatos de plano. Estas, no entanto, podem comprometer a cobertura das

plantas, em razão das gotas serem de maior tamanho, conseqüentemente, poderá haver menor controle de doenças (CUNHA e RUAS, 2006).

Em experimentos com diferentes pontas de pulverização e volumes de aplicação Cunha et al. (2005) avaliando a deposição em diferentes extratos da planta (superior e inferior), observaram que a interação entre as pontas e volumes de aplicação não foi significativa. Nas aplicações realizadas esses autores mostram que não houve diferença significativa entre as médias do volume de calda retido na folhagem, com as pontas de jato plano e de jato cônico vazio, independentemente da posição no dossel, mostrando não haver diferenças entre as pontas quanto à deposição.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área experimental

Dois experimentos com a cultura do feijão foram instalados e conduzidos na Área Experimental da Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário (Agência Rural) Estação Experimental de Anápolis-GO, com possível presença de escleródios de *Sclerotinia*. Durante o desenvolvimento da cultura observou-se a ausência desses, sendo necessária a inoculação do fungo. As coordenadas geográficas da área são: 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, com clima do tipo AW tropical úmido, segundo a classificação de Köeppen, caracterizado pelo inverno seco e o verão chuvoso. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, sendo este arenoso com 50 % de areia.

#### 3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado foi em blocos completos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 + 2, com quatro repetições. Foram avaliadas duas populações de plantas (125 e 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>), cinco pontas (CA, HB, DB, AIR, XP). Os tratamentos adicionais foram constituídos das testemunhas para cada estande, que não receberam tratamento, referentes as características agrônômicas e produtividade. As parcelas foram constituídas de cinco fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, com área total de 12,5 m, porém, considerou-se área útil somente às três linhas centrais, eliminando-se 0,50 m das extremidades a título de bordadura.

#### 3.3. Implantação e condução da cultura

Utilizou-se a cultivar “carioca” de feijão Pérola, que possui porte semi-ereto (tipo III), ciclo de 95 dias, com potencial de produção de até 4000 kg ha<sup>-1</sup>, lançado em 1996, sendo uma das cultivares mais utilizadas no país (EMBRAPA, 2008).

Os experimentos foram, realizados em diferentes épocas, sendo: Experimento I (irrigado) o solo foi preparado convencionalmente, com uma aração e uma gradagem



niveladora. Experimento 2 (d'águas) o sistema utilizado foi de plantio direto, com cobertura com vegetação natural.

A adubação necessária foi feita de acordo com a análise química do solo. No momento da semeadura, a adubação básica foi de 160 kg com a formulação (4-14-08). A adubação de cobertura foi realizada aos 25 dias após a semeadura, utilizando ureia como fonte de nitrogênio.

A semeadura nos dois experimentos foi em sulcos, espaçados em 0,50 metros entre linhas e com 6,25 sementes por metro para obtenção do estande de 125 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , e para a população de 250 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  a densidade de sementes por metro foi de 12,5. Para evitar o risco de perdas na germinação foram adicionadas 15% de sementes, e logo feito o desbaste aos 15 dias após a emergência (DAE).

O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando o herbicida seletivo Fusiflex, de ação não sistêmica do grupo difenil éter (Fomosafem) e do aril oxi fenoxi propionato (Fluazifope-p-butílico). Para controle de insetos foi utilizado o inseticida Decis (deltametrina), produto de contato e ingestão do grupo piretróide, na dose de 25 g. i.a.  $\text{ha}^{-1}$ . E para o tratamento do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), foi utilizado o fungicida Sumilex (procimidona) na dose de 150 g. i.a./100 litros de água, produto de ação sistêmica do grupo químico Dicarboximida.

### **3.4. Pontas de pulverização**

As pontas utilizadas são de cinco modelos diferentes: série AIR\DB, que possui características de duplo leque com indução de ar, DB leque duplo plano sem indução de ar, XP leque simples, CA 02 jato cônico com indução de ar e HB cone simples, todas da marca Micron.

A Tabela 1 contém os dados técnicos das pontas utilizadas como os volumes e pressões utilizados nos dois experimentos, e a faixa de pressão de trabalho de cada ponta. A velocidade média durante as aplicações foi de 5  $\text{km.h}^{-1}$ .

TABELA 1 – Dados técnicos das diferentes pontas de pulverização volume de aplicação, faixas de pressões de trabalho do catálogo e utilizadas em campo, nos diferentes experimentos.

	<b>Volume (L ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Pressão Utilizada (Bar)</b>	<b>Faixa de Pressão recomendada (Bar)</b>
<b>PONTAS</b>			
<b>EXPERIMENTO I (Irrigado)</b>			
HB (jato cônico)	180	3,0	2,1 – 21
CA (jato cônico c/ indução de ar)	180	2,8	2,7 - 10,3
AIR (jato plano c/ indução de ar)	180	2,9	2,0 - 4,0
DB (jato plano leque duplo)	180	2,9	2,0 - 7,0
XP (jato plano leque simples)	180	3,0	1,0 - 2,0
<b>EXPERIMENTO II (D'águas)</b>			
HB (jato cônico)	181	3,0	2,1 – 21
CA (jato cônico c/ indução de ar)	239	5,0	2,7 - 10,3
AIR (jato plano c/ indução de ar)	183	3,0	2,0 - 4,0
DB (jato plano leque duplo)	180	2,7	2,0 - 7,0
XP (jato plano leque simples)	159	2,0	1,0 - 2,0

### 3.5. Análises da deposição da calda

Para o estudo da deposição de calda pulverizada, foi feito a quantificação de um traçador, adicionado à calda. Para 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 nº 1, na dose de 0,322 kg ha<sup>-1</sup>, conforme metodologia descrita por Palladini, et al. (2005).

A aplicação com a solução traçadora foi realizada aos 45 dias após a emergência no estágio R2, fase em que a cultura se encontrava no máximo de área foliar.

A avaliação de deposição foi feita nos terços médio e superior do feijoeiro, e no solo abaixo da planta. Após a aplicação, foram coletadas ao acaso duas folhas de cada terço da planta, em cinco plantas diferentes por parcela, respeitando a área útil. 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 “ImageJ” versão 2.0. A determinação da quantidade do traçador depositada, em cada amostra, foi realizada por absorvância 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. Os dados de absorvância foram transformados em concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e, de posse das concentrações iniciais e do volume de diluição das amostras (100 mL), determinou-se o volume retido nos terços médio e superior das plantas e no solo abaixo das plantas, utilizando 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.

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

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)

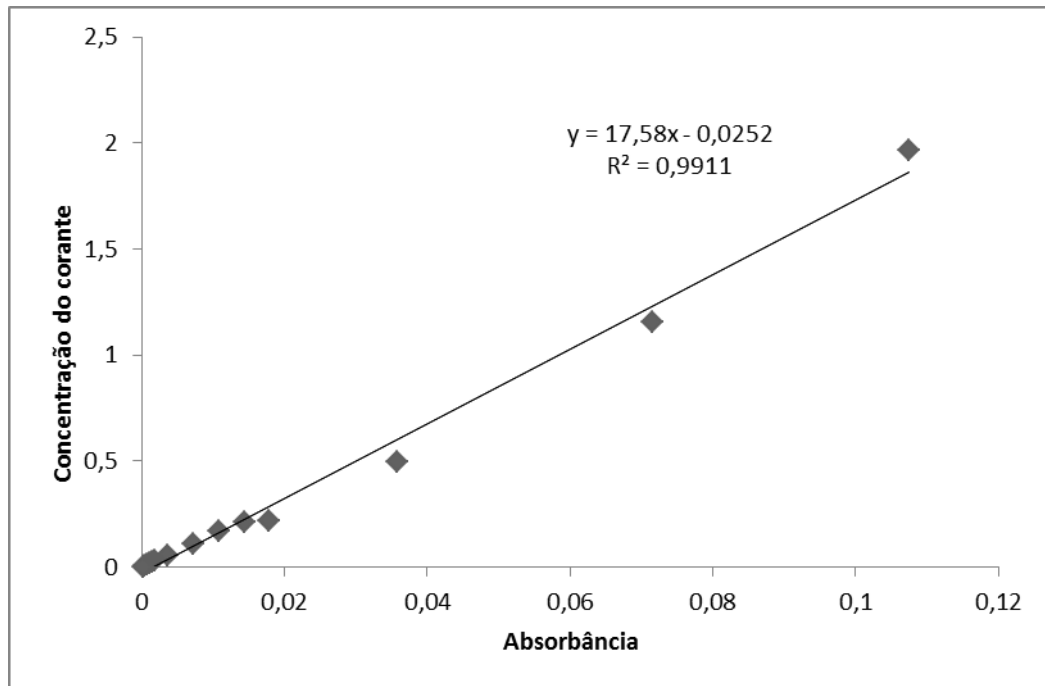


FIGURA 1 – Curva de calibração do espectrofotômetro para concentrações conhecidas de azul brilhante.

Durante a aplicação foi monitorada a temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento utilizando um Termo-Higro-Anemômetro da marca LUTRON modelo LM-8000 (tabela 2).

TABELA 2 - Condições climáticas durante as aplicações: velocidade do vento, temperatura e umidade relativa, nos diferentes experimentos.

	Mínima	Máxima	Média
<b>Experimento I - Irrigado</b>			
Velocidade do vento ( $m s^{-1}$ )	0,9	1,09	0,9
Temperatura ( $^{\circ}C$ )	29	37	33
Umidade (%)	21	26	23,5
<b>Experimento II - D'águas</b>			
Velocidade do vento ( $m s^{-1}$ )	2,2	3,4	2,8
Temperatura ( $^{\circ}C$ )	28,3	30,2	29,2
Umidade (%)	49	57	53

A aplicação da calda de pulverização foi realizada com pulverizador costal pressurizado com  $CO_2$ , com barra de pulverização munida de quatro bicos, espaçados em 0,50 m entre si. A altura de trabalho em relação à cultura foi de 0,50 m para todas as pontas.

### 3.6. 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), porcentagem de cobertura do espectro de gotas e amplitude relativa, utilizando-se etiquetas hidrosensíveis. Foram utilizadas três etiquetas por parcela, ou seja, os alvos foram distribuídos nos terços médio e superior da planta e no solo abaixo da planta, com uma etiqueta por terço da planta utilizando-se uma haste como suporte. As etiquetas foram escaneadas com uma resolução de 600 dpi para que a análise computacional, utilizando o programa “CIR” (Conteo y tipificación de impactos de pulverización) versão 1.5 2002, fosse realizada, em uma área delimitada de 10 cm<sup>2</sup>.

### 3.7. Avaliação de incidência e severidade de mofo branco

A incidência e severidade de mofo-branco nos experimentos foi avaliada, por ocasião do intenso florescimento. Caso houvesse sintomas de doença, a sua severidade foi quantificada por uma escala de notas propostas por Napoleão et al. (2005); 1 - planta aparentemente sadia; 2 - 1% a 5% de plantas sintomáticas; 3 - 6% a 20% de plantas sintomáticas; 4 - 21% a 50% de plantas sintomáticas; 5 - mais de 50% de plantas sintomáticas e 6 - para planta morta. E quanto a incidência atribuiu nota 1 para presença da doença e 0 com ausência. No experimento das águas não foi encontrado nenhum foco da doença fazendo-se desnecessária a avaliação.



FIGURA 2 – Planta com sintomas de mofo-branco, experimento irrigado.

### **3.8. Análise estatística**

Primeiramente foi feita a análise separadamente de cada experimento em relação ao espectro de gotas, deposição, utilizando o delineamento  $2 \times 5$  (dois estande x cinco pontas).

Para a análise das características agronômicas e incidência e severidade do mofo branco utilizou-se as testemunhas ou tratamentos adicionais para fins de comparação, sendo o delineamento  $2 \times 5 + 2$  (dois estandes x cinco pontas + dois tratamentos adicionais).

Foi realizada a análise conjunta dos dois experimentos em relação ao espectro de gotas e deposição.

Os dados obtidos foram submetidos á análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade e quando pertinente aplicou-se o teste de Tukey, utilizando o programa Sisvar versão 5.3.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento Irrigado

#### 4.1.1 Espectro de gotas

Os resultados apresentados na Tabela 3 referem-se ao diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas nos terços superior, médio e no solo abaixo da planta da cultura do feijoeiro, proporcionados pelos diferentes estandes e pontas de pulverização. Observa-se que as pontas com indução de ar apresentaram maior diâmetro em relação às pontas de jato cônico, jato plano leque duplo e jato plano. 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 modelos possuem características de emissão de gotas mais finas e médias. Porém, o aumento do tamanho da gota pode oferecer risco à segurança na aplicação, principalmente quando se trata de escorrimento. Também pode ser observado que as pontas produziram gotas uniformes e um baixo potencial de deriva, isso para as diferentes posições de coleta.

Em experimentos com a cultura do feijão, Bonini e Balardin, (2002) encontraram valores que diferem dos resultados desse trabalho, onde a ponta tipo cone proporcionou gotas menores sujeitas à deriva enquanto a de jato plano apresentou maior DMV. Em geral, valores de DMV inferiores a 150  $\mu\text{m}$  indicam risco potencial de deriva, que acontece principalmente em virtude das gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ . Em contrapartida, valores de DMV superiores a 500  $\mu\text{m}$  sugerem problemas de escorrimento, que, comumente, ocorrem com gotas maiores que 800  $\mu\text{m}$  (CUNHA, et al., 2003).

Os valores de DMV apresentados se considerando as condições climáticas durante a realização da aplicação (Tabela 2), as pontas tipo jato plano, leque duplo e jato cônico, foram as que apresentaram maiores riscos de deriva e evaporação, devido a baixa umidade relativa (23,5%) e alta temperatura (33 °C) no momento da aplicação. E a ponta tipo cone com indução de ar apresentou valores que se aproximaram de 500  $\mu\text{m}$ , podendo estar sujeito ao escorrimento.

TABELA 3 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro ( $\mu\text{m}$ ).

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Estandes (E)</b>			
125.000 (plantas/ha)	262,1 a	249,9 a	230,1 a
250.000 (plantas/ha)	261,5 a	236,8 a	255,8 a
<b>Pontas (P)</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	468,5 a	395,5 a	444,3 a
HB (jato cônico)	175,0 c	176,7 c	159,2 c
DB (jato plano duplo leque)	198,1 c	195,6 c	178,5 c
AIR (jato plano c/ indução de ar)	313,8 b	288,8 b	287,6 b
XP (jato plano simples)	153,6 c	160,1 c	145,1 c

**TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

	GL	QM	QM	QM
Bloco	3	815,42	4906,69	1754,69
Estandes	1	3,02 <sup>NS</sup>	1729,22 <sup>NS</sup>	6630,62 <sup>NS</sup>
Pontas	4	137454,53*	77723,56*	126594,21*
Estandes x Pontas	4	1633,71 <sup>NS</sup>	2917,41 <sup>NS</sup>	538,93 <sup>NS</sup>
Erro	27	1437,31	2881,19	1617,09
C.V. (%)		14,48	22,06	16,55
DMS		24,59	34,85	26,05
ERRO PADRÃO		13,40	12,00	8,99

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V. coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

Os valores médios da amplitude relativa (AR) nos diferentes terços da planta e no solo apresentaram diferença quanto ao tipo de ponta, como apresentado na Tabela 4. No terço superior a ponta tipo AIR com indução de ar apresentou o maior número quanto a AR, tendo assim seu espectro de gotas mais desuniforme, a ponta tipo jato plano apresentou maior homogeneidade de gotas devido ao seu valor ser mais próximo de zero. Na parte mediana das plantas a ponta tipo duplo leque apresentou maior valor de amplitude, ou seja, suas gotas não tiveram grande uniformidade. Novamente a ponta XP apresentou melhor resultado quanto à amplitude. No solo abaixo da planta não houve diferença entre as diferentes pontas. Os dois estandes de plantas não influenciaram nos valores médios de amplitude relativa.

Para melhorar a qualidade da pulverização, deve-se ter melhor desempenho das pontas, especialmente no que diz respeito à homogeneidade do espectro de gotas. Quanto maior o valor da amplitude relativa, maior será a faixa de tamanho das gotas pulverizadas (CUNHA et al., 2004). Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa tendendo à zero. Os valores de DMV e amplitude relativa devem ser analisados conjuntamente para a caracterização da pulverização. Isoladamente, o DMV fornece um valor



de referência, sem indicar a dispersão dos dados em torno desse valor. A amplitude relativa indica a homogeneidade do tamanho das gotas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

TABELA 4 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para amplitude relativa, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Estandes (E)</b>			
125.000 (plantas/ha)	1,10 a	1,11 a	1,15 a
250.000 (plantas/ha)	1,14 a	1,18 a	1,13 a
<b>Pontas (P)</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	1,17 ab	1,22 ab	1,03 a
HB (jato cônico)	1,16 ab	1,25 ab	1,14 a
DB (jato plano c/ duplo leque)	1,07 ab	1,26 a	1,14 a
AIR (jato plano c/ indução de ar)	1,35 a	1,13 ab	1,13 a
XP (jato plano leque simples)	0,87 b	0,86 b	0,99 a

**TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

	GL	QM	QM	QM
Bloco	3	0,065	0,182	0,053
Estandes	1	0,0108 <sup>NS</sup>	0,0532 <sup>NS</sup>	0,1476 <sup>NS</sup>
Pontas	4	0,2450*	0,2261*	0,0401 <sup>NS</sup>
Estandes x Pontas	4	0,0218 <sup>NS</sup>	0,0533 <sup>NS</sup>	0,0246 <sup>NS</sup>
Erro	27	0,0529	0,0735	0,0341
C.V. (%)		20,44	23,62	16,94
DMS		0,14	0,20	0,10
ERRO PADRÃO		0,051	0,060	0,041

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V., coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

O resumo da análise de variância e os valores médios para a variável cobertura para as diferentes pontas e diferentes estandes, são apresentados na Tabela 5. Observa-se que os estandes não influenciaram nos resultados e que as pontas apresentaram diferenças somente no terço superior da planta, onde a ponta que apresentou a menor cobertura foi a ponta jato plano com indução de ar e jato plano. A ponta tipo jato plano apresentou menores valores de cobertura possivelmente devido a perdas por evaporação, pois apresentaram menor DMV e um coeficiente de homogeneidade próximo de zero, isso pode ter ocorrido devido às condições meteorológicas durante a aplicação, umidade relativa (23,5%) e alta temperatura (33 °C). Nos outros alvos não houve diferença significativa entre as diferentes pontas de pulverização. Resultados semelhantes foram encontrados por Antuniassi et al. (2004), avaliando a cobertura de folhas de soja com diferentes pontas de pulverização, concluíram que as gotas finas propiciam melhores coberturas nas posições média e baixa das plantas.

Sabe-se que pontas que produzem gotas de menor tamanho, como os de jato cônico, jato plano e jato plano duplo leque, significaria maior cobertura no dossel da planta, isso aconteceu, pois, as pontas com indução de ar que proporciona maior tamanho de gotas apresentaram valores menores em relação à cobertura. Em pesquisas, Cross et al. (2001), Cunha et al. (2005) Barcellos et al. (1998) não encontraram superioridade de deposição e cobertura de pontas de jato cônico vazio em relação à pontas de jato plano, discordando dos resultados encontrados nesse estudo, onde a ponta tipo cone foi superior em relação as pontas com indução de ar e jato plano tipo leque aos outros tipos de pontas.

TABELA 5 - Análise de variância e do teste de médias para a cobertura, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Estandes (E)</b>			
125.000 (plantas/ha)	19,3 a	13,1 a	9,7 a
250.000 (plantas/ha)	17,8 a	10,9 a	10,0 a
<b>Pontas (P)</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	19,5 ab	11,0 a	11,5 a
HB (jato cônico)	23,6 a	15,6 a	12,7 a
DB (jato plano c/ duplo leque)	19,7 ab	14,3 a	11,0 a
AIR (jato plano c/ indução de ar)	13,2 c	8,8 a	8,3 a
XP (jato plano leque simples)	16,7 b	10,2 a	5,7 a

**TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

	GL	QM	QM	QM
Bloco	3	5,94	99,82	53,09
Estandes	1	24,02 <sup>NS</sup>	50,62 <sup>NS</sup>	1,22 <sup>NS</sup>
Pontas	4	118,85*	65,21 <sup>NS</sup>	62,87 <sup>NS</sup>
Estandes x Pontas	4	2,90 <sup>NS</sup>	17,68 <sup>NS</sup>	23,22 <sup>NS</sup>
Erro	27	16,97	22,78	30,64
C.V. (%)		22,18	39,70	56,06
DMS		2,06	3,09	3,59
ERRO PADRÃO		0,921	1,06	1,23

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V., coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

#### 4.1.2. Deposição da calda de pulverização

O resumo da análise de variância e a comparação de médias para as diferentes pontas e estandes, são apresentados na Tabela 6. Observou-se que os estandes não influenciaram na deposição da calda de pulverização e a sua interação com as diferentes pontas também não apresentou diferença, já as pontas influenciaram na deposição da calda no dossel das plantas.

As pontas no terço superior apresentaram valores médios de 0,141 a 0,308  $\mu\text{L cm}^{-2}$ , onde a ponta jato plano simples apresentou o menor valor de deposição. No terço médio a maior deposição foi com a ponta AIR duplo leque com indução de ar, com 0,315  $\mu\text{L cm}^{-2}$ , enquanto, a ponta tipo leque simples novamente apresentou a menor quantidade de calda, 0,157  $\mu\text{L cm}^{-2}$ . No solo abaixo da planta observou-se que a ponta cone com indução de ar apresentou maior deposição no solo, 0,230  $\mu\text{L cm}^{-2}$ , possivelmente pelo maior tamanho de gotas apresentado, no terço superior e no solo abaixo da planta a ponta tipo leque simples apresentou menor deposição de calda.

Observa-se que a quantidade de calda depositada decresceu, do extrato superior para o inferior, em todas as pontas utilizadas, corroborando com Antuniassi et al. (2004) que, em seu experimento, também concluíram que a cobertura das folhas da soja foi influenciada significativamente pela posição da amostragem, com valores decrescentes para as partes mais baixas da planta.

Observa-se que os menores valores de deposição foram encontrados no solo abaixo da planta, comprovando assim a dificuldade de penetração do fungicida na parte inferior da planta, enquanto na parte superior houve maior quantidade de produto retida. A ponta tipo leque simples foi a que apresentou menores valores em todos os terços. A ponta tipo cone com indução de ar apresentou maior deposição no solo abaixo da planta, o que acarretaria perda de produto aplicado.

Trabalhos realizados confirmam a variação da deposição no dossel da planta, Scudeler et al., 2004, avaliaram a deposição promovida por gotas finas e por gotas muito grossas, pulverizadas por diferentes pontas, não encontrando diferenças na parte superior do dossel, já na parte inferior das plantas, a ponta de jato cônico com indução de ar promoveu maior deposição de calda, comparada a ponta tipo leque simples. Possivelmente devido as suas gotas serem de maior tamanho em relação às outras pontas, apresentando possibilidade de escorrimento. É esperado que, em geral, pontas que produzem gotas de menor tamanho promovam maior cobertura do alvo, principalmente na ausência de vento (CUNHA et al., 2005), que foi o apresentado nas condições de campo no momento da aplicação, ventos em média 0,9  $\text{m s}^{-1}$ .

TABELA 6 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para deposição de calda de pulverização ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ), nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Estandes (E)</b> 125.000 (plantas/ha)	0,246 a	0,209 a	0,178 a

250.000 (plantas/ha)	0,258 a	0,238 a	0,183 a
<b>Pontas (P)</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	0,293 a	0,205 ab	0,230 a
HB (jato cônico)	0,308 a	0,241 ab	0,203 ab
DB (jato plano duplo leque)	0,278 a	0,200 ab	0,172 ab
AIR (jato plano c/ indução de ar)	0,242 ab	0,315 a	0,182 ab
XP (jato plano leque simples)	0,141 b	0,157 b	0,115 b

**TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

	GL	QM	QM	QM
Bloco	3	0,007	0,012	0,014
Estandes	1	0,0014 <sup>ns</sup>	0,0084 <sup>ns n</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
Pontas	4	0,3597*	0,0278*	0,0146*
Estandes x Pontas	4	0,0015 <sup>ns</sup>	0,0096 <sup>ns</sup>	0,0022 <sup>ns</sup>
Erro	27	0,0083	0,0097	0,0057
C.V. (%)		36,13	44,07	42,03
DMS		0,05	0,06	0,04
<b>ERRO PADRÃO</b>		<b>0,002</b>	<b>0,022</b>	<b>0,01</b>

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V., coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

#### 4.1.3. Características agronômicas

Os resultados relacionados aos componentes de avaliação agronômica da planta de feijão no experimento irrigado, altura de plantas, número de vagens por planta e a produção são apresentados na Tabela 7, onde não foram influenciados pelos tratamentos com diferentes pontas e diferentes populações de plantas, também são apresentados às médias dos tratamentos adicionais (testemunhas) para fins de comparações.

Com base nos resultados obtidos, quanto à altura de plantas de feijão, os tratamentos não ficaram com resultados contraditórios com a da testemunha, as médias no experimento irrigado variou de 48,9 a 57,9 cm, enquanto, as testemunhas apresentaram valores médios de 53,6 e 61,4 cm, esses valores médios relativamente baixos, podem ter sido decorrentes de má distribuição do sistema de irrigação e condições climáticas (tabela 2) durante a realização do experimento. Os dados são compatíveis com resultados encontrados por Ferreira et al. (2013) e Cunha et al. (2011) em experimentos realizados com a cultivar pérola em diferentes condições de campo.

TABELA 7 - Componentes de produtividade do experimento da safra irrigada, teste de médias e análise de variância.

	Safra irrigada		
	Altura de Plantas (cm)	Número de Vagens	Kg. ha <sup>-1</sup>
<b>Estande</b>			
125.000	52,67 a	21,42 a	2.074,06 a

250.000	56,26 a	16,12 a	2.203,18 a
<b>Pontas</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	57,93 a	20,08 a	2.238,6 a
HB (jato cônico)	48,98 a	16,68 a	2.316,0 a
DB (jato plano duplo leque)	55,83 a	18,71 a	2.209,2 a
AIR (jato plano c/ indução de ar)	55,97 a	18,27 a	2.079,0 a
XP (jato plano leque simples)	53,60 a	20,10 a	2.244,6 a
<b>Fatorial x Adicional 1</b>	57,10 a	20,02 a	2.003,0 a
<b>Fatorial x Adicional 2</b>	53,17 a	17,57 a	2.185,1 a
<b>ANOVA</b>			
Estande	129,24 <sup>ns</sup>	280,37 <sup>ns</sup>	166683,9 <sup>ns</sup>
Ponta	93,94 <sup>ns</sup>	16,16 <sup>ns</sup>	619543,1 <sup>ns</sup>
Estande x Ponta	44,47 <sup>ns</sup>	9,54 <sup>ns</sup>	53329,6 <sup>ns</sup>
Fatorial x Adicional (1)	25,20 <sup>ns</sup>	5,70 <sup>ns</sup>	66886,6 <sup>ns</sup>
Fatorial x Adicional (2)	6,07 <sup>ns</sup>	5,21 <sup>ns</sup>	7869,8 <sup>ns</sup>
erro	52,53	9,99	194986,9
CV (%)	13,31	16,84	20,65

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo a 5% de probabilidade.

#### 4.1.4. Avaliação da incidência e severidade do mofo-branco

Constatou-se com as avaliações de incidência e severidade do mofo-branco que, somente no experimento da safra irrigada o fungo foi encontrado (Tabela 8). No estande de 125.000 plantas ha<sup>-1</sup>, o controle foi mais efetivo, provavelmente devido à facilidade com que o ingrediente ativo atingiu o alvo, devido o menor número de plantas.

A incidência do fungo na safra irrigada pode ter sido devido às condições em que o experimento foi instalado, onde a exposição do solo em sistema de plantio convencional é maior devido à falta de cobertura do solo, e em condições ótimas para o desenvolvimento do fungo, que requer intensidade luminosa e umidade para seu desenvolvimento, conforme Napoleão et al. (2005).

TABELA 8 - Incidência e severidade de mofo-branco antes e após aplicação de fungicida, na safra irrigada.

	Safra irrigada			
	Incidência antes da aplicação (1)	Incidência após aplicação (1)	Severidade antes da aplicação	Severidade após aplicação
<b>Estande</b>				
125.000	0,95 a	0,20 b	2,03 a	1,10 b
250.000	1,0 a	0,75 a	2,32 a	1,37 a
<b>Pontas</b>				

CA (jato cônico c/ indução de ar)	0,87 a	0,50 a	2,30 a	1,28 a
HB (jato cônico)	1,0 a	0,25 a	2,30 a	1,07 a
DB (jato plano duplo leque)	1,0 a	0,37 a	1,96 a	1,16 a
AIR (jato plano c/ indução de ar)	1,0 a	0,50 a	2,12 a	1,25 a
XP (jato plano leque simples)	1,0 a	0,75 a	2,20 a	1,41 a
<b>Fatorial x Adicional 1</b>	0,75 a	0,25 b	1,8 b	1,1 a
<b>Fatorial x Adicional 2</b>	1,0 a	1,0 a	2,4 a	1,5 a
CV (%)	16,22	90,37	22,94	21,92
DMS	0,10	0,27	0,32	0,07
ERRO	0,25	0,18	0,24	0,17

(1) Dados submetidos à transformação  $\sqrt{x} + 0,5$

## 4.2 Experimento d'águas

### 4.2.1. Espectro de gotas

Os valores do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e o teste de médias seguido do resumo da análise de variância podem ser observados na Tabela 9. A ponta tipo jato cônico com indução de ar foi a que apresentou maior DMV em todos os terços avaliados, haja a ponta tipo jato plano simples apresentou valores baixos em relação às outras pontas entre 119,8 a 122,6  $\mu\text{m}$ , estando essas sujeitas também à deriva, conforme condições climáticas durante a aplicação (Tabela 2). O diâmetro da mediana volumétrica representa o diâmetro que determinada gota ocupa a metade do volume de calda, quanto maior o DMV maior o risco de escorrimento de calda pelo dossel da planta, e quanto menor for seu valor o risco de deriva e perdas por evaporação é considerado. No solo abaixo da planta, a ponta que apresentou maior DMV, foi a jato cônico com indução de ar, valores próximos dos considerados como riscos de escorrimento. Gotas com valores de DMV menores que 150  $\mu\text{m}$  sofrem maior influência do vento, da temperatura e umidade relativa, segundo Quirino et al., (2013) e Lemos et al., (2010), sendo assim as pontas tipo jato plano simples e jato cônico apresentaram maiores riscos de deriva.

TABELA 9 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para DMV, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Estandes (E)</b>			
125.000 (plantas/ha)	235,1 a	237,4 a	217,0 a
250.000 (plantas/ha)	247,1 a	217,4 a	238,8 a

**Pontas (P)**

CA (jato cônico c/ indução de ar)	434,5 a	431,5 a	418,8 a
HB (jato cônico)	161,1 cd	141,3 c	152,8 c
DB (jato plano duplo leque)	192,8 c	173,2 c	190,0 bc
AIR (jato plano c/ indução de ar)	294,5 b	271,0 b	257,0 b
XP (jato plano leque simples)	122,6 d	119,8 c	120,8 c

**TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

	GL	QM	QM	QM
Bloco	3	1829,75	2990,62	5734,22
Estandes	1	1428,02 <sup>NS</sup>	4040,10 <sup>NS</sup>	4774,24 <sup>NS</sup>
Pontas	4	126026,18*	130903,83*	111675,53*
Estande x Pontas	4	1019,58 <sup>NS</sup>	3846,2 <sup>NS</sup>	2880,16 <sup>NS</sup>
Erro	27	1308,05	1961,8	3761,00
DMS		23,52	28,87	39,79
C.V. (%)		15,0	19,48	26,91
ERRO PADRÃO		8,10	9,95	13,71

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V., coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

Quanto à homogeneidade das gotas, observa-se na Tabela 10, os valores médios da amplitude relativa, nos terços superior e médio das plantas os tipos de pontas e estandes não influenciaram na homogeneidade das gotas, somente no solo abaixo da planta constatou-se que os tipos de pontas apresentaram valores diferenciados.

A ponta tipo jato cônico apresentou maior média, ou seja, mais desuniforme estava o espectro de gotas no solo, no entanto as pontas que apresentaram menor média foram as dos tipos jato plano leque simples e jato cônico com indução de ar, ou seja, suas gotas chegaram à parte mais baixa com maior uniformidade de gotas, assegurando o que a literatura diz a respeito da amplitude, onde quanto mais próximo de zero mais uniforme o tamanho das gotas (CHRISTOFOLETTI, 1999). À medida que se deseja aumentar a qualidade da pulverização, deve-se exigir mais do desempenho das pontas, e, especialmente, da homogeneidade do espectro das gotas. Numericamente, quanto maior o valor da amplitude relativa, mais desuniformes serão as gotas. Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa tendendo à zero (CUNHA, et al., 2010).

TABELA 10 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para amplitude relativa nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Estandes (E)</b>			
125.000 (plantas/ha)	1,20 a	1,06 a	1,26 a
250.000 (plantas/ha)	1,16 a	1,10 a	1,34 a
<b>Pontas (P)</b>			

CA (jato cônico c/ indução de ar)	1,20 a	0,95 a	1,04 b
HB (jato cônico)	1,18 a	1,11 a	1,88 a
DB (jato plano duplo leque)	1,22 a	1,13 a	1,24 ab
AIR (jato plano c/ indução de ar)	1,18 a	1,15 a	1,34 ab
XP (jato plano leque simples)	1,12 a	1,07 a	1,01 b

**TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

	GL	QM	QM	QM
Bloco	3	0,0079 <sup>NS</sup>	0,0543 <sup>NS</sup>	0,5887 <sup>NS</sup>
Estandes	1	0,0216 <sup>NS</sup>	0,0200 <sup>NS</sup>	0,0592 <sup>NS</sup>
Pontas	4	0,0129 <sup>NS</sup>	0,0469 <sup>NS</sup>	0,0033*
Estandes x Pontas	4	0,0189 <sup>NS</sup>	0,0505 <sup>NS</sup>	0,0693 <sup>NS</sup>
Erro	27	0,0369	0,0097	0,2922 <sup>NS</sup>
C.V. (%)		16,24	16,16	41,38
DMS		0,12	0,11	0,35
ERRO PADRÃO		0,0429	0,0392	0,1208

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V., coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

Sabe-se que a cobertura corresponde à capacidade com que as gotas produzidas por determinada ponta cheguem ao alvo. Para gotas com tamanho entre 50 e 100 µm, classificadas como muito fina, proporcionam grande suscetibilidade de perdas por deriva, porém, apresentam capacidade de serem transportadas para o interior do dossel da planta, já gotas grandes conferem maior resistência em sofrer deriva e têm uma trajetória vertical, apresentando assim, maior deposição em alvos localizados na horizontal (ANTUNIASSI, 2009; MATTHEEWS, 2000).

No extrato superior das plantas, os tipos de pontas e os estandes não influenciaram, a cobertura, apresentando valores iguais. Se tratando de cobertura, a necessidade que o produto chegue até o interior do dossel da planta é indispensável. No terço médio a ponta que apresentou melhor cobertura foi a ponta jato plano com duplo leque em comparação às pontas jato leque simples, jato cone e plano com indução de ar, conforme Tabela 11. No terço médio das plantas as pontas com indução de ar apresentaram menores valores, devido a sua característica de produção de gotas mais grossas. No solo a ponta XP jato plano simples, apresentou superioridade em relação a ponta jato plano duplo leque, sendo a ponta de jato plano simples a mais recomendada para o controle de doenças na parte baixa da planta, devido a maior cobertura na parte inferior da planta (Tabela 9). Resultados estes que se assemelham com os de Cunha et al. (2004), Cunha et al. (2005), onde concluíram que pontas de jato plano e de jato cônico propiciaram cobertura semelhante da folhagem do feijoeiro, tanto na posição superior quanto na inferior do dossel.



TABELA 11 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para cobertura, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Estandes (E)</b>			
125.000 (plantas/ha)	20,2 a	10,91 a	10,24 a
250.000 (plantas/ha)	20,9 a	12,76 a	9,55 a
<b>Pontas (P)</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	19,98 a	6,60 c	8,07 ab
HB (jato cônico)	22,60 a	14,81 ab	8,75 ab
DB (jato plano duplo leque)	21,53 a	16,75 a	7,85 b
AIR (jato plano c/ indução de ar)	18,10 a	7,76 c	8,32 ab
XP (jato plano leque simples)	20,68 a	13,26 b	16,48 a

**TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

	GL	QM	QM	QM
Bloco	3	27,50	35,49	8,03
Estandes	1	5,365 <sup>NS</sup>	34,410 <sup>NS</sup>	4,83 <sup>NS</sup>
Pontas	4	23,070 <sup>NS</sup>	158,101*	109,46*
Estandes x Pontas	4	14,664 <sup>NS</sup>	16,889 <sup>NS</sup>	39,82 <sup>NS</sup>
Erro	27	15,640	35,60	34,58
C.V. (%)		19,21	50,41	59,42
DMS		2,56	3,08	3,81
ERRO PADRÃO		0,87	1,32	1,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V., coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

#### 4.2.2. Deposição de calda de pulverização

As pontas no terço superior apresentaram valores médios de 0,160 a 0,313  $\mu\text{L cm}^{-2}$ , onde a ponta jato plano simples apresentou o menor valor de deposição 0,160  $\mu\text{L cm}^{-2}$  em relação às outras pontas. No terço médio e no solo abaixo da planta não houve diferença significativa em relação às pontas e os estandes, os valores variaram de 0,100 a 0,230  $\mu\text{L cm}^{-2}$  (tabela 12). As pontas que apresentaram maior depósito na parte superior da planta foram as pontas do tipo jato cônico, sendo estas mais propícia a perda de produto. Esses resultados corroboram com Scudeler et al. (2004) em que a ponta tipo jato cônico com indução de ar apresentou maior depósito quando comparada com ponta tipo jato plano. Isso provavelmente devido suas estrutura de produção de gotas maiores. Nas condições em que foi feita a aplicação (tabela 2) onde a velocidade média do vento de 2,8  $\text{m s}^{-1}$ , possivelmente gotas menores estavam sujeitas a arrastamento e evaporação.

Os menores valores de deposição foram encontrados no solo abaixo da planta, comprovando assim a dificuldade de penetração do fungicida na parte inferior da planta, enquanto na parte superior houve maior quantidade de produto retido, concordando assim

com Antuniassi et al. (2004), que estudou a deposição decresce de acordo com os extratos da planta.

TABELA 12 - Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para deposição de calda de pulverização, nos terços superior e médio e no solo abaixo da planta de feijoeiro.

	Terço Superior	Terço Médio	Solo abaixo da planta
<b>Pontas (P)</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	0,313 a	0,165 a	0,147 a
HB (jato cônico)	0,293 a	0,203 a	0,130 a
DB (jato plano duplo leque)	0,233 ab	0,144 a	0,122 a
AIR (jato plano c/ indução de ar)	0,231 ab	0,179 a	0,122 a
XP (jato plano leque simples)	0,160 b	0,132 a	0,100 a
<b>Estandes (E)</b>			
125.000 (plantas/ha)	0,241 a	0,150 a	0,125 a
250.000 (plantas/ha)	0,250 a	0,179 a	0,123 a
Estandes	0,0008 <sup>NS</sup>	0,0087 <sup>NS</sup>	0,0035 <sup>NS</sup>
Pontas	0,0289*	0,0062 <sup>NS</sup>	0,0023 <sup>NS</sup>
PxE	0,0034 <sup>NS</sup>	0,0038 <sup>NS</sup>	0,0023 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	34,52	43,80	36,88
DMS	0,05	0,04	0,02
ERRO	0,0072	0,0052	0,0021

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade. GL, grau de liberdade. QM, quadrado médio. C.V., coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

#### 4.2.3. Características agronômicas

Os resultados de altura de plantas, número de vagens por planta e a produção no experimento das águas estão apresentados na Tabela 15, onde não foram influenciados pelos tratamentos com diferentes pontas e diferentes populações de plantas, também são apresentados às médias dos tratamentos adicionais (testemunhas) para fins de comparações.

Com base nos resultados obtidos, quanto à altura de plantas de feijão, os tratamentos não ficaram com resultados contraditórios com a da testemunha. No entanto, no experimento das águas, observa-se que obteve plantas maiores, isso devido à boa disponibilidade hídrica e maior intensidade luminosa durante a realização do experimento, os valores variaram de 81,9 a 102,0 cm. Os dados são compatíveis com resultados encontrados por Ferreira et al. (2013) e Cunha et al. (2011) em experimentos realizados com a cultivar pérola em diferentes condições de campo.

Os resultados encontrados para a característica agronômica, número de vagens, que variaram de 16 a 21 vagens por plantas no experimento irrigado e de 13 a 16 vagens por

plantas no experimento das águas apresentou valores que estão próximo a valores encontrados por diferentes autoras, como Soratto et al. (2006), Binotti et al. (2010),

TABELA 13 - Componentes de produtividade do experimento da safra irrigada, teste de médias e análise de variância.

	Safra das águas		
	Altura de Plantas (cm)	Número de Vagens	Kg ha <sup>-1</sup>
<b>Estande</b>			
125.000	91,04 a	14,62 a	2,208,6 a
250.000	100,71a	13,24 a	2.050,2 a
<b>Pontas</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	92,71 a	14,58 a	2.388,0 a
HB (jato cônico)	101,95 a	13,97 a	2.037,6 a
DB (jato plano duplo leque)	89,77 a	13,98 a	2.145,6 a
AIR (jato plano c/ indução de ar)	102,05 a	13,51 a	2.176,8 a
XP (jato plano leque simples)	92,90 a	13,58 a	1.901,4 a
<b>Fatorial x Adicional 1</b>	81,18 a	15,52 a	1.136,6 b
<b>Fatorial x Adicional 2</b>	89,77 a	14,75 a	1.051,2 b
<b>ANOVA</b>			
Estande	934,12 <sup>ns</sup>	14,04 <sup>ns</sup>	166683,9 <sup>ns</sup>
Ponta	262,19 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	154885,7 <sup>ns</sup>
Estande x Ponta	515,35 <sup>ns</sup>	8,09 <sup>ns</sup>	53329,6 <sup>ns</sup>
Fatorial x Adicional (1)	584,4 <sup>ns</sup>	9,25 <sup>ns</sup>	358637,7*
Fatorial x Adicional (2)	60,45 <sup>ns</sup>	2,44 <sup>ns</sup>	4229668,1*
erro	371,35	4,24	45,43
CV (%)	20,1	14,79	18,99

#### 4.2.4. Avaliação da incidência e severidade do mofo branco

Constatou-se com as avaliações de incidência e severidade do mofo-branco que, somente no experimento da safra irrigada o fungo foi encontrado, no experimento d'águas, não foi diagnosticada a incidência do fungo mesmo com a inoculação.

No sistema de plantio direto que foi o caso da safra d'águas a cobertura do solo com palhada pode ter favorecido o não aparecimento do fungo no experimento, uma vez que a palhada reduz a intensidade luminosa no solo, que é essencial para o ciclo do mofo branco. Esses resultados corroboram com Ferraz et al. (1999), Napoleão et al. (2005), que em estudos com mofo-branco na cultura do feijoeiro em sistemas de plantio convencional e plantio direto concluíram que o mofo-branco foi mais incidente no sistema convencional do que no sistema de plantio direto, justificando assim o comportamento diferenciado nos experimentos realizados.

### 4.3. Análise conjunta do espectro de gotas dos experimentos

Durante a análise dos dados a interação entre os dois experimentos quanto ao diâmetro da mediana volumétrica, amplitude relativa e cobertura, foi realizada. Estes nos extratos superior e médio, e no solo abaixo da planta. Na Tabela 14 observa-se que a interação entre os experimentos houve diferença significativa somente em relação ao DMV, onde o experimento irrigado apresentou superioridade quanto ao tamanho de gota, isso pode ter ocorrido devido as condições climáticas durante a aplicação da calda de pulverização, a velocidade do vento durante a realização do experimento das águas foi superior do que o irrigado (tabela 2), com isso gotas podem ter sido arrastadas e evaporadas durante a aplicação. Os estandes não influenciaram de forma significativa, em relação ao espectro de gotas nos dois experimentos. Somente os tipos de pontas apresentaram diferença significativa quanto à amplitude, DMV e cobertura, isso devido cada ponta possuir características próprias. Observando os valores de amplitude relativa, a ponta tipo leque simples apresentou maior uniformidade quanto ao espectro de gotas uma vez que seus valores encontra mais próximo de zero, conforme Cunha et al. (2010).

De forma geral observando os resultados obtidos nos diferentes experimentos, quanto a amplitude na parte superior das plantas a variação das médias foi maior no experimento irrigado enquanto o experimento d'águas os valores não diferenciaram, isso provavelmente devido as condições climáticas durante a realização dos experimentos serem diferentes, por mais que não constatada diferença significativa entre os dois experimentos. O DMV na parte superior dos experimentos variaram de um para o outro, os dois experimentos apresentaram variações de temperatura, velocidade do vento e umidade durante a realização da calda de pulverização (tabela 2) sabendo que essas condições influenciam na qualidade da aplicação, os quais podem ocasionar escorrimento e deriva. A cobertura é a mais importante característica que se deve observar quanto a qualidade de aplicação, ela representa de forma clara, a cobertura do produto em relação ao alvo, se tratando de doenças do baixeiro das plantas.

TABELA 14 - Análise conjunta dos experimentos, teste de médias e análise de variância para, amplitude (AMPL), DMV e cobertura no terço superior das plantas.

	Análise conjunta (Superior)		
	AMPL	DMV	COBERTURA
<b>Experimento</b>			
Irrigado	1,12 a	261,7 a	18,46 a

Das águas	1,18 a	241,0 b	20,58 a
<b>Estande</b>			
125.000	1,15 a	248,4 a	19,71 a
250.000	1,15 a	254,3 a	19,33 a
<b>Pontas</b>			
CA (jato cônico c/ indução de ar)	1,19 ab	451,4 a	19,66 abc
HB (jato cônico)	1,17 ab	167,7 cd	23,00 a
DB (jato plano duplo leque)	1,14 ab	195,5 c	20,55 ab
AIR (jato plano c/ indução de ar)	1,26 a	304,4 b	15,71 c
XP (jato plano leque simples)	0,99 b	138,1 d	18,67 bc

**ANOVA**

	GL	QUADRADO MÉDIO		
Bloco (Experimento)	6	0,03 <sup>NS</sup>	1322,8*	17,22 <sup>NS</sup>
Experimento	1	0,067 <sup>NS</sup>	8624,0 <sup>NS</sup>	89,9 <sup>NS</sup>
Estande	1	0,0009 <sup>NS</sup>	695,5 <sup>NS</sup>	2,83 <sup>NS</sup>
Pontas	4	0,159*	263025,04*	113,5*
Estande x Ponta	4	0,024 <sup>NS</sup>	1812,1 <sup>NS</sup>	11,23 <sup>NS</sup>
Experimento x Estande x Ponta	4	0,016 <sup>NS</sup>	818,1 <sup>NS</sup>	6,35 <sup>NS</sup>
Erro	59	0,048	1308,4	16,92
CV (%)		19,04	14,39	21,07

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Analisando a interação dos experimentos na parte mediana das plantas (Tabela 15), observou-se que a interação em entre os dois experimentos não houve diferença significativa, quanto a amplitude, DMV e cobertura, mesmo em condições climáticas diferentes durante a realização de cada experimento. De acordo com os valores relacionados aos diferentes estandes, a diferença não ocorreu. Somente os tipos de pontas apresentaram diferenças significativas, quanto ao DMV e cobertura, o qual cada ponta apresenta suas características, a ponta tipo jato cônico com indução de ar apresentou maior valor de DMV sendo esta suscetível ao escorrimento devido seu tamanho de gota, as pontas jato cônico e jato plano leque simples apresentaram os menores valores de DMV, sendo essas tendenciosas a serem evaporadas e arrastadas pelo vento, conforme Quirino et al., (2013) e Lemos et al., (2010). Em relação à cobertura as pontas com indução de ar, apresentaram os menores valores, isso ocorre por essas pontas possuem sistema de injeção de ar nas gotas os quais produzem gotas maiores, e gotas maiores não apresentam uma cobertura do alvo considerada ótima (ANTUNIASSI, 2009; MATTHEEWS, 2000).

TABELA 15 - Análises conjunta dos experimentos, em relação ao espectro de gotas na parte mediana das plantas.

	Análise conjunta mediana		
	AMPL	DMV	COBERTURA
<b>Experimento</b>			

Irrigado	1,14 a	243,3 a	11,9 a
Das águas	1,08 a	229,9 a	11,8 a
<b>Estande</b>			
125.000	1,08 a	246,2 a	12,0 a
250.000	1,14 a	227,0 a	11,7 a
<b>Pontas</b>			
CA (jato cônico c/ indução)	1,09 a	419,5 a	8,8 b
HB (jato cônico)	1,18 a	159,1 c	15,1 a
DB (jato plano duplo leque)	1,20 a	184,5 c	15,5 a
AIR (jato plano c/ indução a ar)	1,14 a	279,9 b	8,2 b
XP (jato plano leque simples)	0,96 a	140,0 b	11,7 ab

ANOVA	GL	QUADRADO MÉDIO		
Bloco (Experimento)	6	0,118 <sup>NS</sup>	3953,6 <sup>NS</sup>	70,2 <sup>NS</sup>
Experimento	1	0,075 <sup>NS</sup>	3603,5 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>
Estande	1	0,069 <sup>NS</sup>	7336,1 <sup>NS</sup>	1,43 <sup>NS</sup>
Pontas	4	0,138 <sup>NS</sup>	213553,3*	186,4*
Estande x Ponta	4	0,04 <sup>NS</sup>	5613,11 <sup>NS</sup>	20,7 <sup>NS</sup>
Experimento x Estande x Ponta	4	0,063 <sup>NS</sup>	612,6 <sup>NS</sup>	12,33 <sup>NS</sup>
Erro	59	0,056	2580,5	30,86
CV (%)		21,36	14,39	46,72

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

No solo abaixo da planta os experimentos apresentaram diferença somente em relação a amplitude relativa das gotas, o que representa a uniformidade das gotas, quanto mais próximo de zero mais uniforme a gotas, sendo o experimento irrigado o que apresentou os valores de amplitude mais próximo de zero, os estandes não influenciaram nos resultados de amplitude, os tipos de gotas apresentaram diferença significativa, onde cada ponta expressou sua característica, Observou-se novamente o quanto cada ponta apresenta características diferentes onde cada uma apresenta sua característica de forma significativa a diferença entre elas. O DMV não foi diferente significativamente entre os dois experimentos, mesmo cada um deles terem sido conduzidos em épocas e condições climáticas. As pontas de forma significativa diferiram entre elas, onde a ponta com indução de ar apresentou maior DMV e as pontas jato cônico e jato plano leque simples apresentaram os menores valores de DMV, mais tendenciosas as deriva e evaporação. Quanto à cobertura não houve diferença entre os experimentos, estandes e pontas.

TABELA 16 - Análise conjunta dos experimentos, em relação ao espectro de gotas no solo abaixo das plantas.

	AMPL	DMV	COBERTURA
<b>Experimento</b>			
Irrigado	1,09 a	242,9 a	9,82 a
Das águas	1,30 b	227,8 a	9,89 a

<b>Estande</b>			
125.000	1,24 a	223,5 b	9,96 a
250.000	1,14 a	247,2 a	9,75 a
<b>Pontas</b>			
CA (jato cônico c/ indução)	1,03 b	431,1 a	9,8 a
HB (jato cônico)	1,51 a	155,9 cd	10,6 a
DB (jato plano duplo leque)	1,19 ab	184,2 c	9,3 a
AIR (jato plano c/ indução a ar)	1,24 ab	272,2 b	8,3 a
XP (jato plano leque simples)	1,00 b	133,0 d	11,1 a

<b>ANOVA</b>		<b>QUADRADO MÉDIO</b>		
	<b>GL</b>			
Bloco (Experimento)	6	0,321 <sup>NS</sup>	3742,3 <sup>NS</sup>	31,3 <sup>NS</sup>
Experimento	1	0,926*	4562,4*	0,12 <sup>NS</sup>
Estande	1	0,197 <sup>NS</sup>	11227,8 <sup>NS</sup>	0,861 <sup>NS</sup>
Pontas	4	0,71*	236950,8*	19,9 <sup>NS</sup>
Estande x Ponta	4	0,055 <sup>NS</sup>	1038,75 <sup>NS</sup>	38,01 <sup>NS</sup>
Experimento x Estande x Ponta	4	0,038 <sup>NS</sup>	2378,4 <sup>NS</sup>	24,26 <sup>NS</sup>
Erro	59	0,174	2538,99	39,9
CV (%)		34,87	21,41	64,12

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, \*significativo e <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

## 5. CONCLUSÕES

Os estandes de 125.000 e 250.000 plantas por hectare não influenciaram a deposição da calda de pulverização na cultura do feijoeiro em experimentos de campo irrigado e d'águas, contudo o estande de 125.000 plantas apresentou controle efetivo de mofo branco, devido a facilidade com que o produto penetrou no dossel da planta.

As pontas com indução de ar apresentaram maior diâmetro da mediana volumétrica (DMV) em todos os experimentos, devido a inserção de ar na gota, no entanto, essas as que tiveram menores valores de cobertura, principalmente na parte baixa da planta.

As pontas tipo jato cônico e jato plano leque simples apresentaram maior cobertura nos diferentes extratos da planta. Na parte inferior a cobertura promovida pela ponta tipo leque simples apresentou maior cobertura em relação às demais, uma possível vantagem para o controle de doenças de baixeiro no feijoeiro.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABI SAAB, O. J. G. Indicador de Velocidade do Vento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 21-26. 2004.
- ALVAREZ, A. C. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R.C. F.; PEREIRA, J. C. R. Resposta do feijoeiro à aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.1, p. 69-75, 2005.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, 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.; AFONSO, R. J.; ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M. G.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p. 499-506, 2008.
- BARCELLOS, L. C.; CARVALHO, Y. C.; SILVA, A. L. Estudo sobre a penetração de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal. v. 6, n. 2, p. 81-94, 1998.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzidas pelas pontas pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa. v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.5, p.770-778, 2010.
- BOLLER, W. **Parâmetros técnicos para seleção de pontas. Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2006. p.43.
- BONINI, J. V.; BALARDIN, R. S. Pontas de pulverização utilizadas na aplicação de fungicidas para controle de doenças. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30., 2002., Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta, Fundacep, p. 110, 2002.
- BORÉM, A., CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA C, PAULA JÚNIOR T. J., BORÉM A. **Feijão: Aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa, UFV, p.13-17. 1998
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos**. São Paulo: Shell Brasil, 1999. p.122.
- COLLICCHIO, E., RAMALHO, M. A. P., ABREU A. F. B. Associação entre o porte da planta do feijoeiro comum e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.32, n.3, 297-304. 1997

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio/ 2012** / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília. Conab, 2012.

CROSS, J. V.; WALKLATE, P. J.; MURRAY, R. A.; RICHARDSON, G. M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. **Crop Protection**, v.20, n.1, p.333-343, 2001

CUNHA, J. P. A., TEIXEIRA, M. M. VIEIRA, R. F., FERNANDES, H. C., COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.10, p.977-985, 2004.

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

CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p. 61-66, 2006.

CUNHA, J. P. A. R. TEIXEIRA, M. M. FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, p. 10-15, Número Especial. 2007.

CUNHA, J. P. A. R., BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, p. 1153-1158, Número Especial. 2010.

CUNHA, P. C. R. da; SILVEIRA, P. M.; XIMENES, P. A.; SOUZA, R. F.; ALVES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, J. L. Fontes, formas de aplicação e doses de nitrogênio em feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 80-86, 2011.

DIDONET, A. D. COSTA, J. G. C. População de plantas e rendimento de grãos Em feijoeiro comum de ciclo precoce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.34. n.2 p. 105-109, 2004.

DUDIENAS, C.; CASTRO, J. L.; ITO, M. F.; SOAVE, J.; MAEDA, J. A. Efeito de fungicidas na produção, sanidade e qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.15, n. 1, p.20-24, 1990.

EMBRAPA - 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.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Arroz e Feijão (Embrapa – Arroz e Feijão). **Doenças fúngicas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2008.

FANCELLI, A. L. **Feijão tecnologia da produção**. Universidade de São Paulo. Piracicaba. p. 164. 2011.

FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N.. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Viçosa, v.27, n. 3, p. 728-733, 2007.

FERRAZ, L.C.L., CAFÉ-FILHO, A.C., NASSER, L.C.B.; AZEVEDO, J.A. Effects of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**. v.48, n.1.p.77-82. 1999.

FERREIRA, M. C. Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários em cana-de-açúcar. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba. v. 1, p. 293-303. 2006.

HALL, R. Compendium of beans diseases. St. Paul: **APS**, p.71.2004.

HORN, F. L., L. SCHUCH, O. B., SILVEIRA, E. P. ANTUNES, I. F., VIEIRA J. C., MARCHIORO, G., MEDEIROS, D. F., SCHWENGBER, J. E. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.1, p.41-46. 2000.

JOHNSON, M.P.; SWETNAM, L.D. **Sprayer nozzles: selection and calibration**. Lexington: University of Kentucky. v.35, n.5, p.6. 1996.

LEMO, R. E.; ROMAN, R. A. A.; FERREIRA, M. D. C. Influência da pressão e adição de adjuvante à calda herbicida nos parâmetros relacionados ao tamanho das gotas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010. Ribeirão Preto – SP. **Anais...** Ribeirão Preto. p. 3586-3590. 2010.

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.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide applications methods**. International Pesticide Application Research Centre, 3rd. Edition, Berkshire, UK, p. 432, 2000.

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

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, R. L. **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. In: **ABEAS - Curso Proteção de Plantas**. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS, Viçosa, MG: UFV, 2001- 85p.

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

PACHECO, M. E. L.. **Os impactos dos agrotóxicos na Segurança Alimentar e Nutricional: Contribuições do Consea**. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional.. 20p. 2012.

MINGUELA, J. V.; **Aplicación de Productos Fitosanitarios, Técnicas y Equipos**.

Ediciones Agrotécnicas, S. L. España, p. 389, 2003.

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. 1ª ed. Viçosa,: Aprenda Fácil, p. 588, 2010.

MURPHY, S. D.; MILLER, P. C. H; PARKIN, C. S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 75, p. 127-137, 2000.

NAPOLEÃO, R., CAFÉ-FILHO, A.C., NASSER, L.C.B., LOPES, C.A. & SILVA, H.R. Intensidade do mofo-branco do feijoeiro em plantio convencional e direto sob diferentes lâminas d'água. **Fitopatologia Brasileira**. v.47, n.8, ed. 30. p.374-379. 2005.

OZKAN, H. E. **New nozzles for spray drift reduction** . Ohio State University, 2000. (Bulletin 816-00). Disponível em: <<http://ohioline.osu.edu/aex-fact/0523.html>>. Acesso em: 16 set. 2013.

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

QUIRINO, A. L. S., TEIXEIRA, M. M., FERNANDES, H. C., FERREIRA, L. R. Parâmetros da pulverização de defensivos agrícolas visando a redução da contaminação ambiental e do aplicador. **Revista Agrarian**. Dourados, v.6, n.20, p.161-166, 2013.

RAMOS, H. H. Perdas ligadas à má aplicação de agrotóxicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA E APLICAÇÃO DE AGROTOXICOS: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente II. **Anais...**, Jundiaí, 2011.

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: Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, p. 127-137, 1999.

SILVA, C. C; MELO, L. C; PELOSO, M. J. D; DIAZ, J. L. C; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C; PEREIRA, H. S; STÉFANO, J. G. **Arranjos espaciais de plantas de feijoeiro comum de diferentes tipos de crescimento** – Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 40, 2008.

SHIMADA, M., SÁ, M. E., ARF, O. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro comum de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**. Campinas .v.54, n.2, 181-187. 2000.

SCUDELER, F.; BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Ângulo da barra e ponta de pulverização na deposição da pulverização em soja. In do III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, **Anais...** Botucatu-SP, 2004.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C. de; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 259-265, 2006.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Limites de competição dos componentes da produtividade de grãos da cultivar do feijoeiro-comum cv. Pérola. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 83-88, 2008.

SOUZA, A. B. de; ANDRADE, M. J. B. de; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87- 98, 2002.

SOUZA, G.V.R. **Tecnologia de aplicação de tebuconazole para controle da ferrugem asiática da soja**. 2006. 61 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SUMNER, P. E.; SUMNER, S. A. Comparison of new drift reduction nozzles. St. Joseph: **ASAE**, 1999. 17 p. (ASAE Paper n.99-1156).

TEIXEIRA, F. F., RAMALHO, M. A. P., ABREU A. F. B. Genetic control of plant architecture in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**. . v.44, n.12, 577-582.1999.

VANELLA, G.; SALYANI, M.; BALSARI, P. Effect of the nozzle adaptor of sprayer calibrator on flow rate measurements. **Crop Protection**, Oxford, v. 30, n. 8, p. 1043-1047, 2011.

VIANA, R. G., FERREIRA, L. R. TEXEIRA, M. M., CECON, P. R., SOUZA, G. V. R. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, , v.16, n.4, p. 428-435. 2008

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

ZUPPI, M., MENTEN, J. O. M., LIMA, L. C. S. F., RABALHO, A. A., FRARE, V. C. Produtos fitossanitários utilizados no feijoeiro no Brasil: Evolução e situação atual. **Anais...** Goiânia. p. 1260 – 1268. 2005

YORINORI, J. T. Ferrugem da soja: panorama geral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3. **Anais...** Florianópolis: 2004. p. 1299-1307.