



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JOÃO MIGUEL FRANCISCO RUAS

**PULVERIZADORES COSTAIS COM E SEM ASSISTÊNCIA  
DE AR E SEUS EFEITOS NA APLICAÇÃO EM CAFÉ**

---

Londrina  
2010

JOÃO MIGUEL FRANCISCO RUAS

**PULVERIZADORES COSTAIS COM E SEM ASSISTÊNCIA  
DE AR E SEUS EFEITOS NA APLICAÇÃO EM CAFÉ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab

Londrina  
2010

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

R894p Ruas, João Miguel Francisco.

Pulverizadores costais com e sem assistência de ar e seus efeitos na aplicação em café / João Miguel Francisco Ruas. – Londrina, 2010.  
52 f. : il.

Orientador: Otavio Jorge Grigoli Abi Saab.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Equipamento de pulverização – Teses. 2. Atomização – Teses. 3. Pulverização – Teses. 4. Defensivos agrícolas – Tecnologia de aplicação – Teses. 5. Café – Doenças e pragas – Teses. I. Abi Saab, Otavio Jorge Grigoli. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título. CDU 631.3:633.73

JOÃO MIGUEL FRANCISCO RUAS

**PULVERIZADORES COSTAIS COM E SEM ASSISTÊNCIA DE AR E  
SEUS EFEITOS NA APLICAÇÃO EM CAFÉ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Ricardo Ralisch  
UEL – Londrina – PR

---

Dr. Augusto Guilherme de Araújo  
IAPAR – Londrina – PR

Londrina, 26 de fevereiro de 2010.

## **DEDICATÓRIA**

*Às minhas avós Ana e Isabel que estão presentes em nossos corações.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me iluminar e me dar saúde para vencer essa importante etapa de minha vida.

Aos meus pais José Roberto e Silvia, por nunca medirem esforços e acreditarem nessa conquista.

Ao meu Irmão Luciano Francisco Ruas.

Aos meus familiares e amigos aqui representados por Carla Silva Pinheiro pela força e o grande apoio que me deram para concretizar o presente trabalho.

Ao meu orientador Professor Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab pela orientação, paciência nas horas difíceis, ensinamentos nos momentos de dúvidas, amizade e por me ajudar a aprender e crescer cada dia mais na profissão de Engenheiro Agrônomo.

Aos professores da Universidade Estadual de Londrina.

Aos amigos que contribuíram na condução e realização desse trabalho aqui representados por Gustavo Migliorini e Rafael Balan.

À Universidade Estadual de Londrina e ao programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, por permitirem a realização deste trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Augusto Guilherme de Araújo pela contribuição no desenvolvimento desse trabalho e também que de forma graciosa aceitou o convite para compor a banca.

Ao Professor Dr. Ricardo Ralisch por acolher o convite para compor a banca.

*“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”*

***Mahatma Gandhi***

RUAS, João Miguel Francisco. **Pulverizadores costais com e sem assistência de ar e seus efeitos na aplicação em café.** 2010. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## RESUMO

A arquitetura trapezoidal da planta de café e o posicionamento das folhas constituem sérios entraves à aplicação de produtos fitossanitários. Nesse contexto a tecnologia de aplicação torna-se um fator de grande importância. A eficiência da aplicação está diretamente ligada ao ato de pulverizar, onde neste as gotas tem movimento proporcional à sua massa e a sua velocidade inicial. Muitas vezes esse processo não é suficiente para que as gotas penetrem em todos os extratos do dossel das plantas, uma vez que a maioria das pragas e doenças desenvolve-se em seu interior, região pouco atingida neste tipo de aplicação. Uma alternativa é o uso de assistência de ar para que se vença a distância entre o pulverizador e o alvo pretendido. Nos atomizadores os bicos estão localizados ao redor de uma turbina com saída periférica de ar. Esta constituição melhora a eficiência da máquina, uma vez que o ar expelido pela turbina desloca a atmosfera inerte, localizada no interior da planta, facilitando a penetração das gotículas. Estudando a aplicação com assistência de ar em café, foi possível concluir que tanto para as folhas situadas na posição externa, como para as folhas da altura mediana na posição interna, sua utilização é mais eficiente na porcentagem de cobertura das folhas do cafeeiro do que um pulverizador convencional. Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples, do tipo costal de acionamento manual, utilizado em pequenas áreas, até os equipamentos mais sofisticados, como os pulverizadores de barra auto-propelidos e até aplicação aérea. Os pulverizadores indicados para uso na pequena propriedade exigem baixa fonte de potência. Como se trata de um equipamento bastante simples, poucos são os recursos disponíveis visando melhorar a qualidade da aplicação realizada. Atualmente, não há disponível no mercado um equipamento de baixo custo e com assistência de ar. Estudando o efeito da assistência de ar, com acionamento manual, na deposição e porcentual de cobertura da calda aplicada em pulverização na cultura do café, concluiu-se que a deposição foi maior nas folhas posicionadas externamente à planta, assim como a cobertura porcentual. Também a cobertura porcentual foi maior para a face adaxial das folhas de café. Não houve diferença quanto ao uso, ou não, de ar com acionamento manual. Aperfeiçoamentos na geração e distribuição do ar em equipamentos de acionamento manual podem ser necessários, visando sua utilização para melhorias da aplicação de líquidos em pulverização.

**Palavras-chave:** Atomizador. Pulverização. *Coffea arabica*. Deposição. Tecnologia de aplicação.

RUAS, João Miguel Francisco. **Effect of air assistance with manual override in coffee spraying pesticides**. 2010. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## ABSTRACT

The trapezoidal design of the coffee plant and the placement of the leaves are serious obstacles to application. In this context the application technology becomes a great importance. The efficiency of the application is directly linked to the action of spraying, where this movement has the drops proportional to its mass and its initial velocity. Often this process is not enough that the droplets penetrate all strata of the canopy of the crop, since most pests and diseases is carried out within the plant, a region little affected in this type of application. An alternative is the use of air assistance so that they win the distance between the spray and the intended target. In the atomizing nozzles are located around a turbine with output peripheral air. This constitution improves the efficiency of the machine, since the air discharged by the turbine displaces the inert atmosphere, located inside the plant, facilitating the penetration of the droplets. Studying the application with air assistance in coffee, it was concluded that both the leaves located in the external position, as the leaves of medium height in internal position, their use is more efficient in the percentage of coverage of the leaves of coffee than a conventional spray. There are several types of hydraulic sprayers, ranging from the simplest type of manual margin used in small areas, even the more sophisticated equipment such as sprayers bar on wheels and even aerial application. Sprays indicated for use in small farms require low power source. As this is very simple equipment, there are few resources available to improve the quality of the application implemented. Currently, there is no commercially available low equipment cost and with air assistance. Studying the effect of air assistance, with manual override, deposition, and percent coverage of the syrup spray applied in the culture of coffee, it was concluded that the deposition was higher in leaves positioned externally to the plant, as well as the coverage percentage. Also the coverage percentage was higher for the adaxial side of leaves of coffee. There was no difference in use or not to air with manual override. Improvements in the generation and air distribution equipment in manual override may be needed, so its use for improvement in the application of liquids in spraying.

**Key-words:** Atomizer. Spray. *Coffea arabica*. Deposition. Application technology.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO A

- Tabela 1** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição externa para face abaxial. ....28
- Tabela 2** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição externa para face adaxial. ....29
- Tabela 3** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição interna para face abaxial. ....30
- Tabela 4** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição interna para face adaxial. ....30

### ARTIGO B

- Tabela 1** – Condutividade elétrica da solução de lavagem das folhas de café, pulverizadas com solução aquosa de KCl, para os fatores assistência de ar e posição em relação dossel das plantas ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$ ). ....37
- Tabela 2** – Porcentagem\* de cobertura para os fatores assistência de ar, posição em relação dossel das plantas e face das folhas de café. ....38

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1	PRAGAS .....	10
1.2	DOENÇAS .....	11
1.3	ALVO.....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1	CULTURA DO CAFÉ .....	14
2.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	15
2.3	USO DE DEFENSIVOS NA AGRICULTURA.....	16
2.4	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO .....	18
2.5	VOLUME DE APLICAÇÃO .....	19
2.6	PULVERIZADORES .....	20
2.7	ATOMIZADORES.....	21
2.8	HIPÓTESE.....	23
<b>3</b>	<b>ARTIGO A: EFICIÊNCIA DE PULVERIZADORES COSTAIS MANUAL E MOTORIZADO</b> .....	24
3.1	INTRODUÇÃO.....	25
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
3.4	CONCLUSÕES .....	30
	REFERÊNCIAS.....	31
<b>4</b>	<b>ARTIGO B: APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM CAFÉ COM ASSITÊNCIA DE AR E ACIONAMENTO MANUAL</b> .....	32
4.1	INTRODUÇÃO.....	33
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.4	CONCLUSÕES .....	41
	REFERÊNCIAS.....	42
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

## 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de grande importância na economia brasileira, contribuindo de forma significativa para a balança comercial do país. Sendo assim, os cuidados com essa cultura são de primordial importância.

O controle de pragas, doenças e plantas daninhas tem um peso significativo no custo de produção. A arquitetura trapezoidal da planta de café, o posicionamento das folhas e a grande massa dessas, constituem sérios entraves à aplicação de agroquímicos que precisam atingir diretamente o alvo.

O objetivo da aplicação é assegurar que o produto atinja o alvo, o qual é definido em função da praga e do ingrediente ativo empregado, em uma quantidade e distribuição adequadas, com a menor perda possível. Desse modo, a tecnologia de aplicação se mostra de extrema importância.

A aplicação de agrotóxicos é uma ciência aplicada multidisciplinar que envolve as áreas de medicina, ecologia, biologia, química, física, engenharia, sociologia, economia e comércio.

### 1.1 PRAGAS

Dentro do conceito de cafeicultura racional, o controle das pragas ocupa lugar de destaque, pois a cultura está sujeita a ataques que, de conformidade com as condições climáticas, sistema de cultivo ou desequilíbrio biológico, podem causar danos consideráveis, prejudicando o desenvolvimento e produção das plantas.

Bicho Mineiro, Broca e Cochonilhas são problemas importantes, praticamente em todas as regiões onde se cultiva o café. Os Nematóides, principalmente *Meloidogine incógnita*, são problemas sérios no Paraná e São Paulo, o *M. exigua* ocorre em São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia e Ceará. Ataques de ácaro vermelho e bicho mineiro têm se intensificado com a utilização de fungicidas cúpricos, para o controle da ferrugem do cafeeiro.

## 1.2 DOENÇAS

Muitas doenças incidem sobre o cafeeiro nas fases de viveiro e campo.

### a) Ferrugem

Dentre os principais fatores que afetam a produtividade do café destacam-se os problemas fitossanitários, sendo que a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) merece real atenção devido aos grandes prejuízos que causa à cultura. Esta doença ocorre em todas as regiões produtoras do café no Brasil, América Central e América do Norte (SCHIEBER; ZENTMYER, 1984). Em café arábica, a perda é cerca de 40% (GARÇON et al., 2000), dependendo da região, variedade, nutrição adequada, etc. Esta é uma doença foliar que, inicialmente, causa manchas cloróticas translúcidas com 1-3 mm de diâmetro, observadas na face inferior do limbo foliar. Em poucos dias as manchas crescem, atingindo 1-2 cm de diâmetro. Seus sintomas são desfolha e à seca dos ramos laterais, prejudicando o crescimento, o florescimento, o pegamento dos chumbinhos (frutos) e a produção do ano seguinte. Além disso, causa debilidade às plantas, tornando-as muito mais sensíveis a outras doenças e pragas.

### b) Cercosporiose

A cercosporiose, também conhecida como olho pardo, mancha circular, mancha parda ou olho de pombo, é uma doença bastante antiga nos cafezais brasileiros e das Américas, datada no Brasil em 1887 (GODOY et al., 1997).

### c) Rhizoctoniose

O agente causal da rhizoctoniose é o fungo *Rhizoctonia solani* Kühn, que habita o solo e sobrevive por longos períodos em resto de culturas. A doença pode causar perdas econômicas consideráveis em sementeiras, viveiros de mudas e plantas um ano após o plantio.

d) Antracnose

Dentre as doenças que atacam o café, a antracnose constitui, em alguns países, um grave problema trazendo sérios prejuízos à cultura. Em algumas regiões ocorre uma enorme variação de intensidade dos danos por ela provocados (DORIZZOTTO, 1993).

### 1.3 ALVO

A correta aplicação de agrotóxicos começa pela identificação do inseto, doença ou planta daninha que se deseja controlar e pelo conhecimento de aspectos básicos da sua biologia. Este é considerado o alvo biológico a ser atingido. Assim, aspectos como locais de ocorrência da doença ou inseto na cultura, hábitos de reprodução, mobilidade, devem ser estudados.

As interações entre o alvo biológico e a capacidade de redistribuição do agrotóxico na planta definem o alvo químico, que é o local onde se deve colocar o produto químico para que exerça adequadamente sua função de controle do problema. Como exemplo no caso da ferrugem, doença comum em variedades que não são resistentes, normalmente o início do seu desenvolvimento acontece na posição interna da saia, nas folhas abaxiais do café.

Com relação à tecnologia de aplicação, pode-se afirmar que houve grande desenvolvimento em se tratando de máquinas e técnicas de aplicação.

No entanto, nas pequenas propriedades de café ainda não há condições econômicas de utilização de equipamentos de alta tecnologia, devido ao seu custo e dificuldades operacionais como, por exemplo, espaçamento da cultura.

O pulverizador costal de acionamento por alavanca manual é o equipamento predominante na agricultura para aplicação de produtos fitossanitários. Praticamente não existe uma propriedade agrícola onde não seja utilizado, principalmente em áreas de difícil mecanização.

A aplicação de defensivos com esse tipo de equipamento não é suficiente para que as gotas penetrem em todas as partes das plantas, atingindo principalmente a superfície externa. A maioria das pragas e doenças das culturas

desenvolve-se no interior das plantas, justamente a região menos atingida neste tipo de aplicação.

Uma alternativa para resolver esse problema é a adoção da assistência de ar, ou seja, um fluxo de ar gerado mecanicamente através de uma ventoinha, para auxiliar o direcionamento das gotas para o interior da copa.

Esse é o princípio utilizado nos pulverizadores de jato transportado, comercialmente conhecidos como atomizadores, nos quais o acionamento mecânico da ventoinha é feito por um motor específico ou através da tomada de potência de um trator.

Por terem motor próprio apresentam alto custo de aquisição e operação e, além disso, no caso dos que exigem trator para acionamento, necessitam de espaçamento diferenciado da cultura.

Com esse trabalho pretende-se obter uma importante informação para os pequenos produtores de café, sobre as vantagens do uso da assistência de ar nas pulverizações quando comparado ao pulverizador costal de acionamento manual.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTURA DO CAFÉ

A cultura do café destaca-se historicamente no desenvolvimento do País. Ainda hoje as características do cultivo são altamente dependentes do serviço braçal, o que lhe atribui uma importante função social por gerar empregos diretos no setor rural (MELLO, 2001).

Além do emprego direto, o agronegócio do café proporciona, no setor urbano, emprego indireto nas fases de beneficiamento e comercialização do produto. Quanto à definição de políticas agrícolas para o setor cafeeiro, um dos aspectos que se deve considerar é o estabelecimento de um sistema de previsão de safra eficiente e objetivo, que atenda às necessidades de planejamento e de comercialização, para evitar que o mercado fique à mercê dos especuladores internos e externos.

O Brasil é o maior produtor mundial de café convencional (MOREIRA, 2003).

Para Martiello et al. (2002) a cultura no Brasil é uma das principais fontes de divisas para o país. Devido à grande competição no mercado interno e externo, além dos elevados custos de produção, existe a necessidade de se eliminar quaisquer fontes de perdas nas lavouras.

Conforme Zambolim (2001), o sucesso da cafeicultura resulta de vários fatores, destacando-se a redução dos custos de produção, o aumento na produtividade, a busca constante de qualidade, a preservação do meio ambiente, a conquista de novos mercados consumidores e a definição de políticas agrícola para o setor cafeeiro.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A arquitetura trapezoidal da planta de café e o posicionamento das folhas constituem sérios entraves à aplicação, devido a características próprias da cultura e grande enfolhamento das plantas, os quais impedem que a calda penetre e atinja as folhas e frutos mais internos ao dossel da planta. Estudos de Gupta e Duc (1996) e Pergher et al. (1997) indicam que, no caso de fungicidas, esta desuniformidade pode proporcionar baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de produtos de contato que requerem cobertura uniforme de toda a planta.

Apesar da aplicação de agrotóxicos ser uma prática comum entre os agricultores, algumas noções básicas sobre a eficiência desses tratamentos ainda são desconhecidas pela maioria dos técnicos, produtores e trabalhadores rurais. Isso tem levado a consideráveis desperdícios de produtos, máquinas e mão-de-obra. Segundo Himel (1974), Rainey (1974), Graham-Bryce (1975) e Matthews (1983), nas décadas de 1970 e 1980 a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, tal como se praticava, não era diferente daquela praticada há 100 anos e se caracterizava por um considerável desperdício de energia e de produto químico.

Melhorias na uniformidade da distribuição da calda aplicada são cada vez mais importantes, e um adequado controle da aplicação é necessário para permitir uma ótima distribuição do produto sobre o alvo. Essa eficiência contra os agentes causadores de danos nas culturas agrícolas, associada à menor contaminação ambiental e menor custo, depende de diversos fatores, entre eles a utilização de produtos de eficácia comprovada e de uma tecnologia específica de aplicação, em que a máquina se torna o principal fator (RODRIGUES et al., 2003). Segundo Gil et al. (1996) esses fatores são particularmente importantes nos cultivos de frutíferas, onde a heterogeneidade do alvo dificulta uma aplicação uniforme nas diferentes partes das plantas.

### 2.3 USO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NA AGRICULTURA

Não é de hoje que existe a necessidade do uso de agrotóxicos na agricultura para que se consiga uma boa produtividade. Bohmont (1981) e Chaim (1999) descrevem um breve histórico do uso desses defensivos, e relata que os romanos antigos já usavam a fumaça proveniente da queima de enxofre para controlar pulgões nas plantações de trigo e sal para controlar as plantas daninhas. Em 1882, descobriu-se que uma mistura de sulfato de cobre e cal (Mistura Bordeaux) era um excelente fungicida para o controle de uma doença em videira denominada míldio (*Plasmopara viticola* - Berk & Curtis e Berl & Detoni).

Os primeiros herbicidas surgiram por volta de 1900, mas o grande avanço no desenvolvimento dos agrotóxicos, de maneira geral, aconteceu por volta de 1940, com a descoberta do DDT e toda a gama de organoclorados. Após a descoberta do DDT ocorreram expressivos desenvolvimentos tanto de novos produtos quanto de tecnologias de aplicação, como descreve o esquema abaixo:

- Década de 1940: foram introduzidos os herbicidas, para controlar as plantas invasoras que competiam por nutrientes, água e luz com as espécies cultivadas, resultando em uma redução do revolvimento do solo e, conseqüentemente, da erosão.
- Década de 1950: pesquisadores salientaram os efeitos indesejados dos defensivos agrícolas, tais como a seleção de insetos mais resistentes, persistência e deslocamento dos resíduos dos produtos no ambiente. Diante deste desafio, os fabricantes partiram para inovações com o objetivo de minimizar tais impactos.
- Década de 1960: registrou-se o lançamento do primeiro fungicida sistêmico, além dos inseticidas menos tóxicos e mais eficazes.
- Década de 1970: registrou-se um ainda grande, porém declinante, número de novos produtos no mercado. Isto se deu em função da dificuldade e dos custos de obtenção de novas moléculas químicas. As exigências tornaram-se maiores, em termos de padrões de segurança do trabalho e ambiental, o que tornou os produtos mais complexos.

- Década de 1980: foram desenvolvidos os herbicidas mais específicos em relação ao objetivo de controle. Também foram iniciados os estudos sobre novas alternativas de cultivo, em função de resultados da biotecnologia.
- Década de 1990: devido à preocupação com a saúde humana e o meio ambiente, surgiram desenvolvimentos que incorporavam tecnologias de aplicação de defensivos, tais como pulverização costal, pulverização mecânica, aplicação semi-mecanizada de porta-isca, polvilhamento, novas moléculas e formulações de maior especificidade para os agentes de danos e condições ambientais.

Importante ressaltar que a agricultura é praticada há muitos séculos, ao longo do tempo ela vem conseguindo conquistar avanços, dentre esses uma área que está alcançando esse sucesso dentro da cadeia produtiva é a pulverização e a tecnologia de aplicação. Segundo Chain (1999) antes de 1868 os equipamentos utilizados para a aplicação de defensivos agrícolas eram precários, utilizavam-se regadores, espanadores e vassouras para um processo denominado benzedura. Com a revolução industrial e grande êxodo rural, a necessidade de aumento da produção com menor mão de obra exigiu o desenvolvimento de novas tecnologias e novos equipamentos. Com a prática da monocultura com objetivo de aumentar a produção surgiram problemas com pragas e doenças, como exemplo a sarna da batatinha que dizimou de fome cerca de 500.000 pessoas na Europa. Esses fatos contribuíram para acelerar ainda mais o processo de modernização da agricultura, com desenvolvimento de tecnologias cada vez mais sofisticadas. Nos tempos mais modernos o desenvolvimento de novos equipamentos vem sendo impulsionado pelos intensos investimentos em pesquisas, onde empresas visam dominar o mercado com inovações tecnológicas exclusivas para cada vez mais ter maiores lucros. Os agricultores visam os equipamentos mais modernos, precisos e eficientes para maximizar a produção e com isso também seus lucros (SILVA, 2004).

## 2.4 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários consiste na utilização de conhecimentos científicos para a correta colocação do produto, biologicamente ativo, no alvo de forma econômica, na quantidade necessária e com o mínimo de contaminação de áreas não-alvo (MATUO, 1990; MATTHEWS, 2002; CRISTOFOLETTI, 1999a). O seu domínio enfatiza também a segurança do aplicador e a redução de seus custos (BAUER; PEREIRA, 2005).

A pulverização trata da utilização de gotas de tamanho adequado, sendo depositadas em quantidade suficiente na superfície do alvo para controle do problema fitossanitário. Dessa forma, é imprescindível o uso da ponta de pulverização adequada, produzindo gotas com diâmetros que proporcionem o controle com a mínima quantidade de produto e a menor contaminação do ecossistema (HIMEL, 1969), integrando-se ao conceito de tecnologia de aplicação.

No caso de serem produzidas gotas muito grossas, não ocorre boa cobertura da superfície, tampouco boa uniformidade de distribuição e deposição. Essas gotas, devido ao peso, normalmente não aderem à superfície da folha e terminam no solo (LEFEBVRE, 1989).

Em se tratando de gotas muito finas, geralmente, se consegue boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar. Vários pesquisadores consideram que gotas menores que 100  $\mu\text{m}$  são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (SUMNER, 1997; MURPHY; MILLER; PARKIN, 2000; WOLF, 2000).

Assim, durante a pulverização, deve-se cuidar para que não sejam produzidas gotas muito grossas, nem muito finas, para aquela determinada condição. É preciso conhecer as características técnicas das pontas visando a sua correta seleção e, com isso, aplicações eficientes e seguras ambientalmente.

Segundo Carrero (1996) e Matthews (2004), no passado dispensava-se pouca atenção à uniformidade e tamanho de gotas produzidas em aplicações de produtos fitossanitários, uma vez que se buscava o bom molhamento da cultura mediante o emprego de altos volumes de calda. Como os autores acima

Cunha (2003) também diz que o sucesso na aplicação de agrotóxico só é possível quando se dispõe de pontas de pulverização que propiciem distribuição transversal uniforme e espectro de gotas semelhante e de tamanho adequado. É importante definir a sua característica, uma vez que esta influencia de maneira direta a qualidade da deposição da calda (MILLER; ELIS, 2000).

As gotas produzidas devem ter boa uniformidade de diâmetro, minimizando a percentagem de gotas pequenas que estão mais sujeitas à deriva, ou aquelas excessivamente grandes, que, após o impacto na superfície tratada, ricocheteiam e se fragmentam em gotas menores ou escorrem para o solo, devido ao uso de volume excessivo de calda (FERREIRA, 2003; CUNHA et al., 2003). Considerando o desempenho agrícola das pulverizações, Hewitt (2008) destaca que as propriedades físicas da calda afetam significativamente a qualidade da pulverização através da adição de adjuvantes.

## 2.5 VOLUME DE APLICAÇÃO

A busca de uma maior eficiência dos equipamentos, com conseqüente diminuição dos custos com as aplicações, tem levado os agricultores a diminuir o volume de calda aplicada (SILVA, 1999; SOARES; LEÃO, 2008).

A aplicação de produtos fitossanitários via líquida é classificada pelo volume utilizado por unidade de área (taxa de aplicação ou taxa de pulverização), (CHRISTOFOLETTI, 1999a) e podem variar para as culturas como soja, milho e trigo de 5 a 600 litros por hectare, conforme Matthews (1979).

Para Christofolletti (1999b) a aplicação é o processo de se colocar o produto químico no alvo. Teoricamente, quanto maior a quantidade de produto depositada na superfície, maior será a sua ação. Desta forma, a aplicação de um determinado produto químico pode ser valorizada em termos de eficiência, que é a relação percentual entre a quantidade de produto depositada no alvo e a quantidade de produto emitida pela máquina. Os sistemas de pulverização hidráulicos convencionais utilizados para realizar este controle se baseiam na quebra das gotas pela pressão hidráulica e a deposição do produto no alvo pela força da gravidade, limitando a possibilidade de trabalhar com gotas muito pequenas, as quais sofrem o

efeito da deriva e evapotranspiração, havendo desta forma um maior gasto do produto para garantir a deposição da quantidade mínima deste no alvo.

No entanto, o volume aplicado deve ser o mais uniforme possível, sob pena de se exigirem aplicações adicionais para compensar os pontos ou faixas que receberam quantidades menores (PERECIN et al., 1998). Essa redução depende da qualidade do equipamento de aplicação, que, de qualquer forma, deve assegurar a uniformidade de distribuição e o número de impactos por unidade de área (BARTHELEMY et al., 1990).

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

Existem no mercado vários tipos de pontas hidráulicas, com usos definidos para diferentes condições. Entre as mais usadas, destacam-se as de jato cônico vazio e as de jato plano, as quais, dependendo da pressão e do ângulo de abertura, podem causar muita deriva.

## 2.6 PULVERIZADORES

Entre as diferentes técnicas de aplicação de agrotóxicos, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em diferentes situações (TEIXEIRA, 1997). Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples, do tipo costal, utilizado em pequenas áreas, até os equipamentos mais sofisticados, como os pulverizadores de barra autopropelidos e equipamentos de aplicação aérea. Os pulverizadores indicados para uso na pequena propriedade exigem baixa fonte de potência, sendo muitas vezes máquinas manuais, de tração animal, ou tracionados por pequenos tratores. Segundo a FAO (1998), pequenos agricultores, nas diversas partes do

Brasil, baseiam a aplicação de agrotóxicos exclusivamente em pulverizadores costais manuais, nas mais variadas circunstâncias.

Tal fato é confirmado por Ramos (2004) que, em áreas de agricultura familiar no Estado de São Paulo, observou que os pulverizadores costais representam 60,82% dos equipamentos utilizados, os tratorizados 31,82%, os semi-estacionários 6,68% e outros pulverizadores, inclusive de tração animal, 3,68%.

Genericamente, denomina-se bico ao conjunto de peças colocado no final do circuito hidráulico, por meio do qual a calda é fragmentada em gotas (CHRISTOFOLETTI, 1999a). Nesses equipamentos os bicos de pulverização representam um dos principais componentes, pois influenciam diretamente na qualidade e na segurança da aplicação.

Atualmente, os equipamentos e máquinas agrícolas moto mecanizados possuem uma tecnologia que os tornam praticamente inacessíveis ao pequeno produtor rural, principalmente devido ao alto preço para a sua aquisição.

Segundo Vicente et al. (1999), mais de 80% dos pulverizadores em utilização são costais ou semi-estacionários que são de uso geral e normalmente não são projetados para atividades específicas. São de baixa capacidade operacional e não possuem um sistema eficiente de proteção contra a deriva.

## 2.7 ATOMIZADORES

A pulverização consiste na aplicação de produto com gotas de diâmetro superior a 150 micras (SILVEIRA, 2001). Na atomização, as partículas têm diâmetro entre 50 e 150 micras.

Nos atomizadores, os bicos estão localizados ao redor de uma turbina com saída periférica de ar. Esta constituição melhora a eficiência da máquina, uma vez que o ar expelido pela turbina desloca a atmosfera inerte, localizada no interior da planta, facilitando a penetração das gotículas (GIL et al., 1996).

Para Matthews (2000) o uso apropriado de assistência de ar é exigido para melhorar a distribuição dos produtos fitossanitários aplicados pelas

diversas partes da planta, assim também observados em estudos feitos por ABI SAAB (2000).

É indispensável o uso de assistência de ar para que se vença a distância entre o pulverizador e o alvo pretendido sendo que o volume de ar deve ser ajustado, para as circunstâncias específicas de aplicação, visando reduzir perdas (KAUL et al., 2002). Quanto maior a distância entre a ponta de pulverização e o alvo, menor a capacidade do ar em transportar as gotas e maior a probabilidade de evaporação e deriva (RAMOS, 2004),

O uso apropriado de assistência de ar é exigido para melhorar a distribuição dos produtos fitossanitários pelas diversas partes da planta (MATTHEWS, 2000). Em seus trabalhos Vereecke et al. (2000) destacam que a velocidade de ar gerada pelas turbinas dos pulverizadores é um fator importante que influencia a distribuição vertical do líquido aplicado.

Segundo Holownicki et al. (2000) os pulverizadores com jato transportado são os mais comumente utilizados em frutíferas. São fáceis de operar e efetivos em controle de pragas e doenças.

ABI SAAB (2000) concluiu que a utilização de jato transportado melhorou significativamente a cobertura na superfície inferior das folhas, mas não alterou os valores de deposição e perdas quando comparado à aplicação sem jato transportado, mesmo com redução de 25% do volume de calda. Concluiu ainda que, sem o uso de jato transportado, há maior influência do volume da calda quando comparado ao tamanho de gotas, na deposição de calda nas folhas.

Também Pergher et al. (1997), estudando a deposição e perdas de produtos fitossanitários em três tipos de pulverizadores com assistência de ar em vinhedos cultivados com condução do tipo espaldeira, concluíram não ter havido diferença significativa no total de perdas entre os três pulverizadores testados. Observaram também que as diferentes técnicas de aplicação, são capazes de depositar mais de 64% do volume de calda aplicada nas folhas e frutos. Demonstraram ainda que o depósito nas folhas tenda a aumentar quando o índice de área foliar aumenta.

Para uma mesma potência, uma taxa de fluxo de ar mais alta a uma baixa velocidade aerodinâmica propiciou uma melhor penetração da calda e produziu uma cobertura de folha melhor do que baixos volumes de ar com velocidade mais alta (RANDALL, 1971). Segundo Holownicki et al. (2002), o

depósito de calda total foi melhor quando estava se usando uma baixa taxa de fluxo de ar, enquanto que, para uma taxa maior, foi aumentada a quantia de gotas atomizadas soprada através da cultura.

Elonka e Parsons (1976) definem fluxo como um fluido em movimento. Os fluidos incluem os líquidos, o ar, os gases e o vapor d'água. De acordo com os princípios da mecânica dos fluidos, a vazão e a velocidade, numa seção transversal de um duto, por onde ocorre o escoamento de um fluido, estão relacionadas pela equação da continuidade (MESQUITA et al., 1988):

$$Q = A \times V_{med}$$

em que:

$$Q = \text{Vazão (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)};$$

$$A = \text{Área (m}^2\text{)};$$

$$V = \text{Velocidade média (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}.$$

## 2.8 HIPÓTESES

A assistência de ar na pulverização possibilita carregamento da gota para o interior da planta, portanto, uma melhor penetração da calda, e assim esse produto terá maior facilidade em atingir o alvo. A assistência de ar pode ser promovida através de acionamento manual.

### 3 ARTIGO A – COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE APLICAÇÃO ENTRE PULVERIZADORES COSTAIS MANUAL E MOTORIZADO

João Miguel Francisco Ruas<sup>1</sup>, Augusto Guilherme de Araújo<sup>2</sup>, Alexandre Ballarotti Nascimento<sup>1</sup>, Rafael Balan<sup>3</sup>; Otávio Jorge Grigoli Abi Saab<sup>4</sup>

#### Resumo

O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência da aplicação entre o pulverizador costal de acionamento por alavanca manual e o pulverizador costal de jato transportado. A arquitetura trapezoidal da planta de café e o posicionamento das folhas constituem sérios entraves à aplicação. Nesse contexto a tecnologia de aplicação torna-se um fator de grande importância. Uma alternativa é o uso de assistência de ar para que se vença a distância entre o pulverizador e o alvo pretendido. O experimento foi delineado no esquema em inteiramente casualizado com quatro repetições, comparando os dois equipamentos de pulverização quanto à porcentagem de cobertura em três diferentes alturas (superior, médio e inferior), duas diferentes posições de folhas (externas e internas) e duas faces foliares (abaxial e adaxial), totalizando 48 parcelas. A vazão utilizada nas aplicações foi de 100L. ha<sup>-1</sup>, sendo a calda composta por solução de 3% de KCl em água + traçante fluorescente. Com base nos resultados observados tanto para as folhas situadas na posição externa, como para as folhas da altura mediana na posição interna, denotam que a utilização de assistência de ar foi mais eficiente na porcentagem de cobertura das folhas do cafeeiro do que um pulverizador convencional.

**Palavras-chave:** Café. Tecnologia de aplicação. Cobertura. Pulverização.

#### Abstract

The issue of this paper is to compare the application efficiency between costal manual sprayer and a transporter jet sprayer. Trapezoidal architecture of coffee plants and leafs position has constituted a large obstacle to the spraying. In this context, application technology became an important factor. One alternative is the use of air assistance to accomplished the distance between the sprayer and the application aim. This experiment was entirely randomized with four repetitions, comparing the two spraying equipments for the percent coverage in three different heights (superior, median and inferior), two different leafs position (external and internal) and two foliar faces (abaxial and adaxial), totaling 48 plots. The spray rate used was 100L.ha<sup>-1</sup>, composted by a water solution with 3% KCl + fluorescent tracer.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina.

<sup>2</sup> Pesquisador Doutor do Instituto Agrônômico do Paraná.

<sup>3</sup> Graduando pela Universidade Estadual de Londrina.

<sup>4</sup> Professor Doutor em Agronomia pela Universidade estadual de Londrina.

Having as base the results founded from leafs located in the external position and leafs from internal position of the median height, they denote that the utilization of air assistance is more efficient in leafs percent coverage in coffee plants than a conventional sprayers.

**Key-words:** Coffee. Application technology. Coverage. Spray.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A cultura do café (*Coffea arabica* L.) é uma das principais fontes de divisas para o país (MATIELLO et al., 2002). Segundo Moreira (2003) o Brasil é o maior produtor mundial de café convencional.

A arquitetura trapezoidal da planta e o posicionamento das folhas constituem sérios entraves à aplicação, devido a características próprias da cultura e maior enfolhamento das plantas, os quais impedem que a calda penetre e atinja as folhas e frutos mais internos ao dossel da planta.

Nesse contexto a tecnologia de aplicação torna-se um fator de grande importância. Para Matuo (1990) ela consiste na utilização de conhecimentos técnico-científicos para a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo.

Segundo a FAO (1998), pequenos agricultores, nas diversas partes do Brasil, baseiam a aplicação de agrotóxicos exclusivamente em pulverizadores costais manuais, nas mais variadas circunstâncias.

Segundo Vicente et al. (1999), mais de 80% dos pulverizadores em utilização são costais ou semi-estacionários que são de uso geral e normalmente não são projetados para atividades específicas. São de baixa capacidade operacional e não possuem um sistema eficiente de proteção contra a deriva.

A necessidade de melhoria na eficiência das aplicações de produtos fitossanitários tem sido relatada por vários pesquisadores como, por exemplo, no trabalho de Scudeler et al. (2004).

Apesar da aplicação de agrotóxicos ser uma prática comum entre os agricultores, algumas noções básicas sobre a eficiência desses tratamentos ainda são desconhecidas pela maioria dos técnicos, produtores e trabalhadores rurais. Isso tem levado a consideráveis desperdícios de produtos, máquinas e mão-de-obra. Melhorias na uniformidade da distribuição da calda aplicada são cada vez mais importantes. Gil et al. (1996) citam que esses fatores são particularmente

importantes nos cultivos de frutíferas onde a heterogeneidade do alvo dificulta uma aplicação uniforme nas diferentes partes das plantas. Kaul et al. (2002) dizem que é indispensável o uso de assistência de ar para que se vença a distância entre o pulverizador e o alvo pretendido sendo que o volume de ar deve ser ajustado para as circunstâncias específicas de aplicação visando reduzir perdas. Abi Saab (2000) também relata a importância do uso de jato transportado como uma importante ferramenta na aplicação de produtos fitossanitários. Quanto maior a distância entre a ponta de pulverização e o alvo, menor a capacidade do ar em transportar as gotas e maior a probabilidade de evaporação e deriva. (RAMOS, 2004).

Em trabalhos de Farooq et al. (2001); e também segundo Gil et al. (1996), os bicos nos atomizadores estão localizados ao redor de uma turbina com saída periférica de ar. Esta constituição melhora a eficiência da máquina, uma vez que o ar expelido pela turbina desloca a atmosfera inerte, localizada no interior da planta, facilitando a penetração das gotículas, essa constituição melhora a eficiência da máquina, pois com o uso da assistência tende a diminuir o espectro de gotas.

O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência da aplicação entre o pulverizador costal de acionamento por alavanca manual e o pulverizador costal de jato transportado quanto à porcentagem de cobertura proporcionada junto às folhas da cultura do cafeeiro.

### 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cultura do cafeeiro no município de Ribeirão do Pinhal – PR, altitude de 650m, e precipitação média anual de 1500 mm. A variedade do café avaliado foi Catuaí, apresentando as plantas altura média de 1,70m, sendo espaçamento entre plantas de 0,6m e 2,30m entre linhas.

Utilizaram-se dois pulverizadores, costal manual e costal motorizado, sendo o primeiro da marca Jacto, modelo PJH e, o segundo, da marca Stihl, modelo SR 420, jato transportado, comumente chamado de atomizador. Na saída de ar do equipamento utilizou-se um difusor, o qual direcionava o vento da metade do orifício para parte superior em ângulo de 45° e da metade para parte inferior em ângulo de 45°.

A vazão utilizada nas aplicações foi de 100L. ha<sup>-1</sup>, sendo a calda composta por solução de 3% de KCl em água adicionada de traçante fluorescente, conforme metodologia descrita em Abi Saab (1996).

O experimento foi conduzindo em delineamento inteiramente casualizado e quatro repetições, comparando os dois equipamentos de pulverização quanto à porcentagem de cobertura em três diferentes alturas (superior, médio e inferior), duas diferentes posições de folhas (externas e internas) e duas faces foliares (abaxial e adaxial), respectivamente, totalizando 48 parcelas. Cada parcela constituía-se de 1 linha de café com 10 m de comprimento, sendo as plantas pulverizadas de ambos os lados. As avaliações foram realizadas somente em uma planta no interior da parcela, previamente identificada, e as demais, consideradas como bordadura. As plantas-alvo foram divididas em 3 setores de amostragens: ponteiro da planta (P1), terço médio (P2) e saia do café (P3). As condições climáticas no momento da aplicação eram de 25 °C e 74% de UR.

Para a mensuração da cobertura da calda na planta coletaram-se folhas nos três diferentes pontos (P1, P2 e P3), armazenando-as individualmente em sacos de papel para sua posterior análise em laboratório. Utilizou-se uma câmera fotográfica digital para obtenção de imagens das faces abaxial e adaxial das folhas, iluminadas com luz ultravioleta, para análise das imagens pelo software Siarcs 3.0.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Devido à planta de café apresentar arquitetura na forma trapezoidal, as folhas da posição externa do dossel foram analisadas estatisticamente em fatorial 2 x 3 para cada face de folha, sendo o primeiro fator o tipo de pulverizador (C/AR e S/AR) e o segundo fator altura da planta (inferior, média e superior).

Para as folhas posicionadas no dossel interior da planta, adotou-se fatorial 2 x 2, para cada face de folha, sendo o primeiro fator o tipo de pulverizador (C/AR e S/AR) e o segundo fator altura da planta (inferior e média). Ainda, no caso das folhas posicionadas no interior do dossel da planta, não foi considerada a altura superior, já que essas folhas foram consideradas no dossel exterior.

Os dados referentes às duas faces (abaxial e adaxial) foram apresentados separadamente com o intuito de reduzir o coeficiente de variação (CV %) dos dados, uma vez que estes apresentam grande variação entre si, promovendo assim maior confiabilidade dos resultados obtidos estatisticamente.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as folhas posicionadas na posição externa da planta, não se constatou interação entre os fatores pulverizador e altura, tanto para as face abaxial quanto adaxial.

Para a face abaxial, o pulverizador com assistência de ar promoveu maior nível de cobertura para todas as alturas em comparação com o pulverizador sem assistência de ar. Resultado semelhante ao encontrado por Scudeler et al. (2004), que estudou o uso de ethephon e fatores inerentes à forma de aplicação no cafeeiro, e constataram que a utilização de pulverizadores dotados de assistência de ar promoveu maior nível de cobertura dos frutos. Uma justificativa para este resultado pode estar ligada ao ângulo das folhas em relação ao eixo da planta, tendo em vista que estas são dispostas em diagonal, tendo seu ápice foliar no sentido ao solo, portanto, o fluxo de ar promoveria movimentação destas no espaço, promovendo maior nível de cobertura.

Avaliando-se a altura do dossel, a parte mediana apresentou maior cobertura em comparação com a altura inferior. Em relação à altura superior, não houve diferença significativa, quando comparada às alturas média e baixa. Tal fato é, provavelmente, decorrente da proximidade do pulverizador no momento da aplicação junto à altura mediana da planta, tendendo aumentar a porcentagem de cobertura nesta altura em relação às demais.

**Tabela 1** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição externa para face abaxial.

<i>Folhas Externas</i>		
Pulverizador/Altura	Face Abaxial	
	C/AR	S/AR
Inferior	1,1255 Ba	1,0048 Bb
Média	1,3513 Aa	1,1437 Ab
Superior	1,3185 ABa	1,1675 ABb
CV %	12,00	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna. C/AR = com assistência de ar; S/AR = sem assistência de ar.

Quanto à face adaxial, não houve diferença estatística para nenhum dos fatores analisados, ou seja, os níveis de cobertura proporcionados por ambos pulverizadores foram idênticos, assim como para com as diferentes alturas do dossel. O ângulo das folhas do cafeeiro em relação ao eixo da planta, novamente, pode explicar tal fato, por reduzir a influência da altura das folhas, bem como o uso de assistência de ar na aplicação quanto a esta face, conforme evidenciado na Tabela 2.

**Tabela 2** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição externa para face adaxial.

<i>Folhas Externas</i>		
Pulverizador/Altura	Face Adaxial	
	C/AR	S/AR
Inferior	3,5715 Aa	2,3363 Aa
Média	3,6878 Aa	4,7300 Aa
Superior	2,1550 Aa	4,7160 Aa
CV %	59,46	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna. C/AR = com assistência de ar; S/AR = sem assistência de ar.

Para a posição interna das folhas, evidencia-se interação estatística entre os fatores pulverizador e altura, para as faces abaxial e adaxial (Tabelas 3 e 4).

O pulverizador com assistência de ar promoveu maior cobertura na parte mediana em comparação com a inferior, ao contrário do pulverizador sem assistência de ar, que não promoveu diferença entre as alturas. Esse resultado ocorreu em ambas as faces das folhas, conforme observado na Tabelas 3 e 4, e pode ser devido à redução da velocidade das gotas pulverizadas durante o seu deslocamento até o alvo, em virtude da redução da inércia ao longo do espaço (FAROOQ et al, 2001).

O aumento da cobertura não tem necessariamente uma relação direta com a deposição da calda e/ou ingrediente ativo (i.a.) do produto fitossanitário aplicado, conforme evidenciado. Segundo Abi Saab (2000), em experimento realizado em videiras, a utilização de jato transportado melhorou significativamente a cobertura da face abaxial das folhas, mas não alterou os valores de deposição e

perdas quando comparado à aplicação sem jato transportado, mesmo com redução de 25% do volume de calda.

Apesar de não existir relação direta entre tais parâmetros, a porcentagem de cobertura é um parâmetro de indubitável importância na avaliação da aplicação, tendo em vista que o aumento da área coberta pelo espectro de gotas tende a proporcionar maior nível de controle pelos produtos fitossanitários, principalmente os produtos caracterizados como de contato.

**Tabela 3** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição interna para face abaxial.

<i>Folhas Internas</i>		
Pulverizador/Altura	Face Abaxial	
	C/AR	S/AR
Inferior	0,0025 Ba	0,0005 Aa
Média	0,0205 Aa	0,0040 Ab
CV %	0,61	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna. C/AR = com assistência de ar; S/AR = sem assistência de ar.

**Tabela 4** – Porcentagem de cobertura das folhas situadas na posição interna para face adaxial.

<i>Folhas Internas</i>		
Pulverizador/Altura	Face Adaxial	
	C/AR	S/AR
Inferior	0,1108 Ba	0,0310 Aa
Média	0,4870 Aa	0,0433 Ab
CV %	10,59	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna. C/AR = com assistência de ar; S/AR = sem assistência de ar.

### 3.4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados, concluí-se que tanto para as folhas situadas na posição externa, como para as folhas da altura mediana na posição interna, a utilização de assistência de ar foi mais eficiente na porcentagem de cobertura das folhas do cafeeiro do que um pulverizador convencional.

## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia - Energia na agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR**. 1996. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 1996.
- FAROOQ, M. et al. Agrocultural sprays in cross-flow and drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 78, p. 347-58, 2001.
- GIL, E. et al. Design and verification of a moving equipment for orchard and vineyard sprayer calibration. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING - AGENG, 1996, Madrid, **Proceedings...** Madrid, 23-26 sep.1996. Paper. n. 96A-141. 8p.
- KAUL, K. et al. Mechanisms of distribution of plant protection products sprayed in orchards. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, Stuttgart, v. 54, n. 5, p. 110-17, 2002.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002.
- MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 140 p
- MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- RAMOS, H. H. **Mecanização: aliados na aplicação**. Campinas: Caderno Técnico Máquinas,. 2004.
- SCUDELER, F. et al. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004.

## 4 ARTIGO B – APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM CAFÉ COM ASSISTÊNCIA DE AR E ACIONAMENTO MANUAL

João Miguel Francisco Ruas<sup>1</sup>; Gustavo Migliorini<sup>1</sup>; Rafael Balan<sup>2</sup>; Otávio Jorge Grigoli Abi Saab<sup>3</sup>

### Resumo

Pequenos agricultores, nas diversas partes do Brasil, baseiam a aplicação de agrotóxicos exclusivamente em pulverizadores costais manuais, nas mais variadas circunstâncias. Como se trata de um equipamento bastante simples, poucos são os recursos disponíveis visando melhorar a qualidade da aplicação realizada. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da assistência de ar, com acionamento manual, na deposição e porcentual de cobertura da calda aplicada em pulverização nas folhas de café, situadas interna e externamente. A cobertura também foi avaliada nas faces abaxial e adaxial das folhas. Utilizou-se uma calda composta de cloreto de potássio e corante fluorescente, obtendo-se leituras da condutividade elétrica da solução de lavagem das folhas e, através de luz ultravioleta, porcentual por nota visual, para deposição e cobertura, respectivamente. A deposição foi maior nas folhas posicionadas externamente à planta, assim como a cobertura porcentual. Também a cobertura porcentual foi maior para a face adaxial das folhas de café. Não houve diferença quanto ao uso, ou não, de ar com acionamento manual. Aperfeiçoamentos na geração e distribuição do ar em equipamentos de acionamento manual podem ser necessários, visando sua utilização para melhorias da aplicação de líquidos em pulverização.

**Palavras-chave:** Pulverizador. Cobertura. *Coffae arábica*.

### Abstract

Many small farmers in Brazil use only manual knapsack equipment for spraying pesticides. This equipment is very simple and doesn't have the resources to improve the spray quality. The aim of this study was evaluate the effect of air assistance, with manual override, on deposition and coverage on the leaves of coffee sprayed with salt and pigment solution. The deposition and coverage were higher in the leaves outside the plant. Coverage was higher for the adaxial side of coffe leaves. There was no diference in use or not of air assistance with manual override. Improvements

---

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina.

<sup>2</sup> Graduando pela Universidade Estadual de Londrina.

<sup>3</sup> Professor Doutor em Agronomia pela Universidade estadual de Londrina.

in the generation and distribution of air may be necessary to spray equipment with manual override.

**Key-words:** Spray. Coverage. *Coffea Arabica*.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Entre as diferentes técnicas de aplicação de agrotóxicos, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em diferentes situações (TEIXEIRA, 1997).

Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples, do tipo costal de acionamento manual, utilizado em pequenas áreas, até os equipamentos mais sofisticados, como os pulverizadores de barra autopropelidos e até aplicação aérea. Os pulverizadores indicados para uso na pequena propriedade exigem baixa fonte de potência, sendo muitas vezes máquinas manuais, de tração animal, ou tracionados por pequenos tratores.

Segundo a FAO (1998), pequenos agricultores, nas diversas partes do Brasil, baseiam a aplicação de agrotóxicos exclusivamente em pulverizadores costais manuais, nas mais variadas circunstâncias. Tal fato é confirmado por Ramos (2004) que, em áreas de agricultura familiar no Estado de São Paulo, observou que os pulverizadores costais representam 60,82% dos equipamentos utilizados, tratorizados 31,82%, os semi-estacionários 6,68% e outros pulverizadores tal como de tração animal, 3,68%.

Segundo Vicente et al. (1999), mais de 80% dos pulverizadores em utilização são costais ou semi-estacionários que são de uso geral e normalmente não são projetados para atividades específicas, sendo de baixa capacidade operacional e não possuem um sistema eficiente de proteção contra a deriva.

Existem diversos tipos de pulverizadores manuais, onde os mais comuns são os pulverizadores costais acionados por alavanca manual. Tais pulverizadores costais manuais têm a capacidade de carga variando entre 10 e 20 litros e são normalmente equipados com bomba de pistão. A pressão proporcionada pelo ar comprimido no pistão resultará no deslocamento da calda até um bico de pulverização, o qual representa um dos principais componentes, ao influenciar diretamente na qualidade e na segurança da aplicação.

Genericamente, denomina-se bico como um conjunto de peças colocado no final do circuito hidráulico, por meio do qual a calda é fragmentada em gotas (CHRISTOFOLETTI, 1999). A eficiência da aplicação está diretamente ligada ao ato de pulverizar, onde neste as gotas tem movimento proporcional à sua massa e velocidade inicial. Muitas vezes esse processo não é suficiente para que as gotas penetrem em todos os extratos do dossel das culturas, uma vez que a maioria das pragas e doenças desenvolve-se no interior do das plantas, região pouco atingida neste tipo de aplicação.

Como se trata de um equipamento bastante simples, poucos são os recursos disponíveis visando melhorar a qualidade da aplicação realizada. Esses fatores inerentes são particularmente importantes nos cultivos de frutíferas onde a heterogeneidade do alvo dificulta uma aplicação uniforme nas diferentes partes das plantas (GIL et al., 1996).

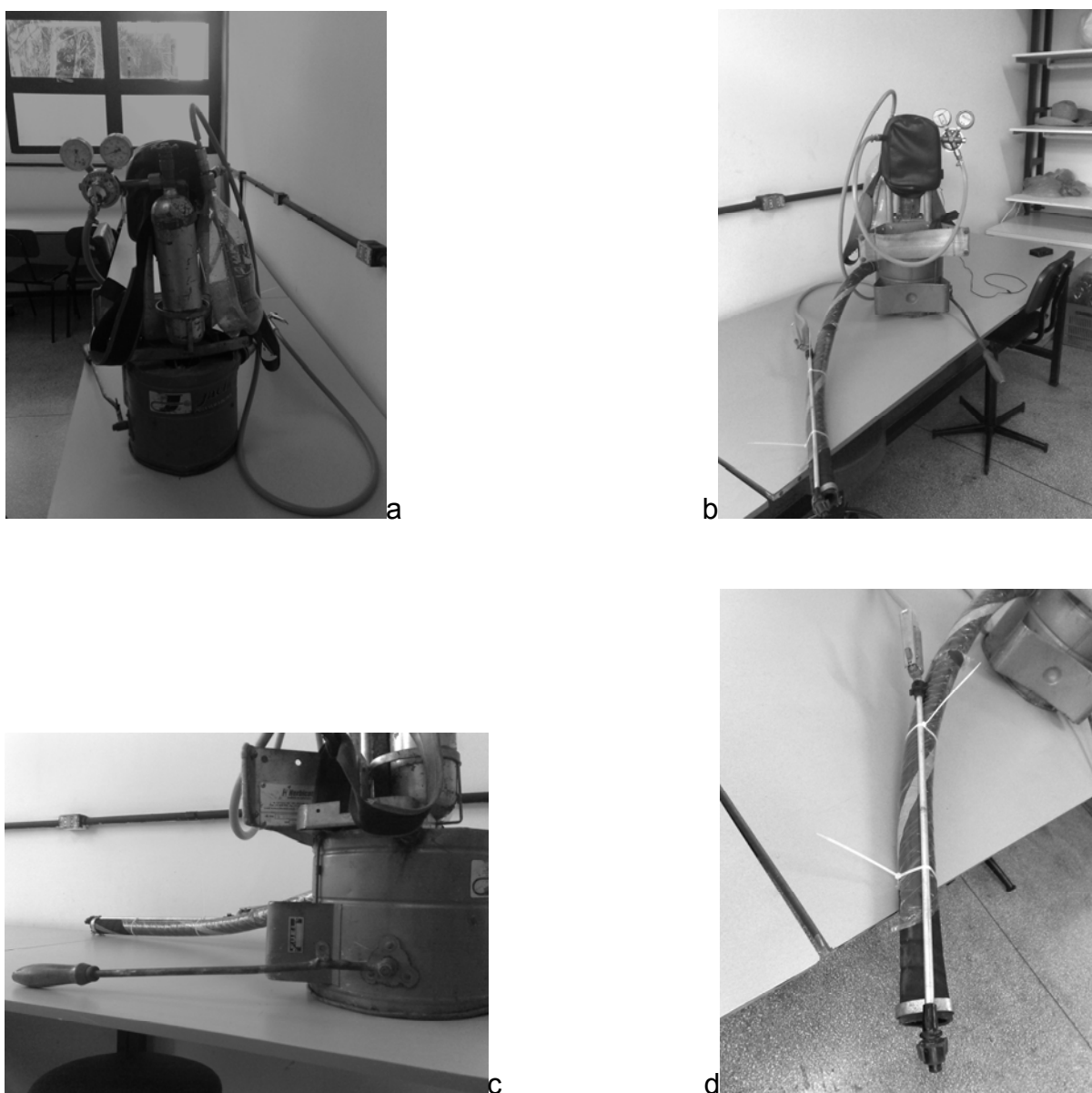
Uma alternativa é a adoção da assistência de ar, ou seja, um fluxo de ar gerado mecanicamente para auxiliar no carregamento das gotas para o interior do dossel da planta. Segundo Kaul et al. (2002), a assistência de ar é indispensável para vencer a distância entre o pulverizador e o alvo pretendido, tornando seu uso de indubitável importância como veículo condutor para as gotas nas culturas (MATTHEWS, 2000).

Atualmente, não há disponível no mercado um equipamento de baixo custo e com assistência de ar. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da assistência de ar, com acionamento manual, na deposição e porcentual de cobertura da calda aplicada em pulverização na cultura do café.

## 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Universidade Estadual de Londrina, localizada 23°34' Sul e 51°21' Oeste, com uma altitude aproximada de 560 m, sob clima classificado como Cfa, segundo Köppen, e precipitação média anual de 1.600 mm. A variedade de café utilizada foi Catuaí, implantada com espaçamento entrelinhas de 2,5 metros, entre plantas de 0,5 metros e altura aproximada de 2 metros.

O equipamento utilizado para a aplicação foi constituído de pulverizador costal, pressurizado com CO<sub>2</sub>, acoplado a uma ventoinha de acionamento manual, pertencente originalmente a uma antiga polvilhadora da marca Jacto. Na saída de ar da polvilhadora adaptou-se uma mangueira para condução do fluxo de ar, nela foi afixado o bico de pulverização onde o qual ficou acima da mangueira (Figura 1). Utilizou-se uma ponta de pulverização XR11002, de jato plano de uso ampliado, marca Teejet.



**Figura 1** – Equipamento utilizado (ventoinha de polvilhadora e pulverizador acionado por CO<sub>2</sub> pressurizado): **a)** vista posterior; **b)** vista anterior, **c)** detalhe da alavanca de acionamento da ventoinha e **d)** detalhe do posicionamento e fixação do bico à saída de ar da polvilhadora.

A calda utilizada no experimento foi composta por uma solução de água, 3% de cloreto de potássio e traçante fluorescente, conforme metodologia descrita Em Abi Saab e Antuniassi (1997).

A distância entre o bico de pulverização e as plantas de café foi de aproximadamente 0,5 m. A aplicação foi efetuada em um dos lados da cultura, com vazão de  $0,74 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  e pressão de aproximadamente 240 kPa (35 psi). As condições climáticas no momento da aplicação foram aproximadamente  $24 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura, 66% de umidade relativa do ar e  $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  de velocidade do vento. A velocidade do aplicador foi de  $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , correspondendo a uma taxa de aplicação de  $59,2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Cada parcela foi constituída pelas plantas de uma linha da cultura com 8 metros de comprimento. O delineamento do experimento no campo foi inteiramente casualizado. Para a análise da deposição de KCl nas folhas, adotou-se fatorial  $2 \times 2$ , comparando o uso da assistência de ar (com e sem) e posição das folhas no dossel da planta (externa e interna). Já para a análise da porcentagem de cobertura, adotou-se fatorial  $2 \times 2 \times 2$ , com os fatores assistência de ar (com e sem), posição das folhas (externa e interna) e faces das folhas (abaxial e adaxial).

As coletas das folhas foram realizadas na parte mediana de somente uma planta no interior de cada parcela. As folhas classificadas como da posição externa e interna situavam-se no 1º e 4º par de folhas, respectivamente. Para a avaliação de deposição da calda nas folhas, coletaram-se em cada parcela 3 amostras, com 10 folhas cada, armazenadas em sacos plásticos separados. Nestes sacos plásticos, posteriormente em laboratório, foram adicionados 200 ml de água destilada e deionizada para a mensuração da condutividade elétrica, conforme metodologia descrita por Velini e Antuniassi (1992). Para a avaliação da porcentagem de cobertura da calda nas folhas, coletou-se 10 folhas em cada parcela, sendo armazenadas individualmente em sacos de papel. Posteriormente essas folhas foram iluminadas com luz ultravioleta, em ambiente escuro, e ambas as faces fotografadas com câmera digital. Às imagens geradas foram atribuídas notas visuais, em duplo cego, de 0 a 100, com intervalo de 10%.

Os dados obtidos, para deposição e porcentagem de cobertura, foram submetidos à análise de variância, e médias comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a deposição, avaliada pela condutividade elétrica da solução de lavagem das folhas de café, não houve interação entre os fatores assistência de ar (presença ou ausência) e posição das folhas na planta (interna e externa). Os resultados, apresentados na Tabela 1, mostram que não houve diferença estatística significativa para o uso, ou não, da assistência de ar. Já para a posição das folhas na planta houve diferença significativa, sendo que as folhas posicionadas externamente ao dossel da planta receberam maior depósito do que as folhas internas.

**Tabela 1** – Condutividade elétrica da solução de lavagem das folhas de café, pulverizadas com solução aquosa de KCl, para os fatores assistência de ar e posição em relação dossel das plantas ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$ ).

FATOR		Condutividade Elétrica
Assistência de Ar	Com (CAR)	19.3514 a
	Sem (SAR)	21.4369 a
Posição da folha	Interna (INT)	09.6833 b
	Externa (EXT)	30.8502 a
CV (%)	33,25	

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Quanto à cobertura porcentual não houve nenhuma interação (triplos ou duplas) entre os fatores assistência de ar (presença ou ausência), posição na planta (interna e externa) e face das folhas (abaxial e adaxial). Os resultados para a cobertura porcentual, apresentados na Tabela 2, assim como para a deposição, também mostram que não houve diferença estatística significativa para o uso, ou não, da assistência de ar. Também assim como para a deposição, houve diferença significativa para a posição das folhas na planta, sendo que a maior cobertura porcentual ocorreu nas folhas externas ao dossel da planta, quando comparadas às folhas posicionadas internamente. A face abaxial das folhas recebeu cobertura porcentual significativamente menor do que a face adaxial, independentemente da posição em relação ao dossel da planta e ao uso, ou não, de assistência de ar.

Apesar de não verificado o seu efeito neste trabalho a assistência de ar é, sem dúvida, um importante auxiliar na aplicação em pulverização, seja em pulverizadores de barras para cultivos anuais ou em turboatomizadores para culturas perenes. A melhoria da penetração no dossel da cultura, assim como a redução dos índices de deriva, é assinalada por diversos autores (COOKE et al., 1990; BAUER; RAETANO, 2000a; MATTHEWS, 2000, RAETANO, 2002; HAMILTON et al., 2007). MATTHEWS (2000) destaca que o uso apropriado de assistência de ar é exigido para melhorar a distribuição da calda e eficiência de deposição dos produtos fitossanitários aplicados, nas diversas partes da planta.

**Tabela 2** – Porcentagem\* de cobertura para os fatores assistência de ar, posição em relação dossel das plantas e face das folhas de café.

<i>FATOR</i>		<i>Cobertura (%)**</i>
Assistência de ar	Com	8,45a
	Sem	9,22a
Posição da folha	Externa	14,04a
	Interna	4,56b
Face da folha	Adaxial	15,32a
	Abaxial	2,35b
CV (%)		26,71

\*Dados transformados para raiz de  $x+0,5$ . \*\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível 5% de probabilidade.

A ventoinha de acionamento manual, utilizada neste trabalho para gerar o fluxo de ar, pertence a uma polvilhadora em desuso há décadas. Não se deve descartar a hipótese de que a produção e condução deste fluxo de ar não teriam a eficiência necessária para produzir o efeito esperado na melhoria da distribuição da calda aplicada. Elonka e Parsons (1976) definem fluxo como um fluido em movimento. Os fluidos incluem os líquidos, o ar, os gases e o vapor d'água. De acordo com os princípios da mecânica dos fluidos, a vazão e a velocidade, numa seção transversal de um duto, por onde ocorre o escoamento de

um fluido, estão relacionadas pela equação da continuidade (MESQUITA et al., 1988):

$$Q = A \times V_{med}$$

em que:

Q = Vazão ( $m^3 \cdot s^{-1}$ );

A = Área ( $m^2$ );

V = Velocidade média ( $m \cdot s^{-1}$ ).

Vereecke et al. (2000) destacam que a velocidade de ar gerada pelas turbinas dos pulverizadores é um fator importante que influencia a distribuição vertical do líquido aplicado, e também que a ventoinha influencia diretamente no fluxo de ar. Conforme Pergher et al. (1995), a utilização de material mais leve, com formato e tamanhos aerodinâmicos melhorados, pode maximizar a taxa de corrente de ar, influenciando na quantidade de gotas carregadas para o interior da planta. A corrente de ar dentro da cultura é afetada diretamente pela taxa de corrente de ar gerada e sua velocidade aerodinâmica (RANDALL, 1971), assim como pela orientação da corrente de ar e o número de saídas usadas para direcionar o ar e a calda pulverizada para a cultura (FURNESS; PINCZEWSKI, 1985; GOHLICH, 1985; PERGHER et al., 1997; PEZZI; RONDELLI, 2000).

No equipamento utilizado, um melhor aproveitamento da energia utilizada pelo aplicador para mover a alavanca de acionamento manual, pode proporcionar melhorias no fluxo de ar. Conforme RANDALL (1971), para a mesma potência, um fluxo de ar mais alto, a baixa velocidade aerodinâmica, propiciou melhor penetração da calda cobertura das folhas de macieira, do que baixo volume de ar com velocidade mais alta.

O efeito do uso da assistência de ar evidencia-se no trabalho de Venegas e Raetano (2002), que constataram a uniformização dos depósitos ao longo da barra de pulverização na cultura da batata. Venegas et al. (2003) e Scudeler (2004), obtiveram resultados semelhantes. Garcia et al. (2004) avaliaram o efeito da assistência de ar em diferentes volumes de calda na dessecação de aveia

preta, com mistura dos herbicidas dicloreto de paraquat e diuron ( $200\text{g. ha}^{-1}$ ), em sistema de plantio direto na palha. Neste trabalho a dessecação considerada adequada foi obtida com a taxa de aplicação de  $100\text{ L.ha}^{-1}$  em presença de assistência de ar, sendo que o mesmo resultado só foi conseguido com o dobro desse volume, sem a assistência de ar.

A velocidade de deslocamento do aplicador tem grande influência na taxa de aplicação e, conseqüentemente, na deposição da planta (SALYANI; WHITNEY, 1988; PERGHER et al., 1997). A taxa de aplicação, de menos de  $60\text{ L.ha}^{-1}$ , aliada à concentração de 3% de KCl na calda, foram determinantes para os baixos valores de condutividade elétrica obtidos, até  $30\ \mu\text{S}$ . E, também, podem ter contribuído para que não aparecessem as diferenças esperadas de condutividade elétrica e cobertura, com o uso da assistência de ar. Ruas et. al. (2010) utilizou taxa de aplicação de  $100\text{ L.ha}^{-1}$  de calda para avaliar o efeito da assistência de ar de um equipamento costal, acionado por motor, verificando diferença significativa na cobertura porcentual em folhas de café. Balan et al. (2009), com a mesma metodologia, usando concentração de 5% de KCl, e taxa de aplicação de até  $400\text{ L.ha}^{-1}$  em alvos artificiais, obtiveram valores de até  $400\mu\text{S}$  nas leituras em condutímetro. Entretanto, Matthews (1992), destaca que a variabilidade desses depósitos pode ser diferente quando se trabalha com alvos naturais ou artificiais.

Ramos (2004) destaca que quanto maior a distância entre as pontas de pulverização e o alvo, menor a capacidade do ar em transportar as gotas e maior é a probabilidade de evaporação e deriva. Segundo Farooq et al. (2001) isso ocorre em virtude da redução da velocidade das gotas pulverizadas durante o seu deslocamento até o alvo, em função das forças físicas atuantes no processo. A heterogeneidade do alvo, e o formato da planta, dificultam a uniformidade na aplicação nos diferentes locais (GIL et al., 1996). Como as folhas posicionadas externamente na planta de café estão mais próximas à ponta de pulverização, e servem de barreira às folhas posicionadas internamente, os resultados obtidos de maiores deposição (Tabela 1) e cobertura porcentual (Tabela 2) das folhas situadas na posição externa da planta eram esperados.

Os níveis dos depósitos nas plantas alvo não dependem apenas do equipamento aplicador, mas também da idade, do tipo da cultura, densidade de plantas, condição operacional e do tipo de ponta de pulverização (COOKE et al.

1990). Devido à variedade de café utilizada neste trabalho - Catuaí, assim como o seu porte (aproximadamente 2 metros de altura, espaçada de 2,5 metros entre linhas e 0,5 entre plantas) e tipo de condução, os ramos continham 5 pares de folhas, aproximadamente, com pequena distância entre eles. Este fato pode também ter contribuído para que não houvesse diferença significativa de deposição e cobertura das folhas localizadas nas posições interior e exterior da planta.

Considerando ainda a pequena distância entre as folhas posicionadas interna e externamente à planta, não se pode deixar de considerar que a assistência de ar, gerada por acionamento manual, pode não ser suficiente para promover melhorias na aplicação em pulverização. Ruas et al. (2010), em trabalho semelhante, concluíram que a assistência de ar, gerada em equipamento costal acionado por motor, promoveu melhor cobertura nas folhas situadas internamente e na parte mediana da planta de café.

A forma da planta de café, assim como o posicionamento e angulação das folhas em relação à direção de deslocamento das gotas oriundas da aplicação em pulverização, justifica o resultado de maior cobertura porcentual da face adaxial, em relação à face abaxial das folhas de café, com diferença significativa (Tabela 2). Esses resultados têm importância fundamental no entendimento da eficiência agrônômica dos produtos fitossanitários, pois diferentes quantidades de ingrediente ativo atingem as diferentes partes das plantas (MATUO, 1990). Trabalhos de Gupta e Duc (1996) e Pergher et al. (1997) citam que, no caso de fungicidas, esta diferença pode proporcionar baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de produtos de contato que requerem cobertura uniforme de toda a planta.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados concluí-se que não houve diferença quanto ao uso, ou não, de ar com acionamento manual. Aperfeiçoamentos na geração e distribuição do ar em equipamentos de acionamento manual podem ser necessários, visando sua utilização para melhorias da aplicação de líquidos em pulverização.

## REFERÊNCIAS

ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia - Energia na agricultura) - Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Botucatu, 2000.

ABI SAAB, O. J. G.; ANTUNIASSI, U. R. Avaliação do depósito de calda em um sistema de aplicação de defensivos utilizados em videiras. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 1-11, 1997.

\_\_\_\_\_. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR**. 1996. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1996.

BALAN, M. et al. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, América do Norte, 2912 08 2009.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. **Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 271-276, 2000.

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

COOKE, B. K. et al. **Air-assisted spraying of arable crops in relation to deposition, drift and pesticide performance**. Crop Protection, Oxford, v. 9, n. 4, p. 303- 311, 1990.

ELONKA, S. M.; PARSONS, A. R. **Manual de instrumentação: sistemas de medição**. São Paulo: McGraw-Hill, 1976. v.1, 254 p.

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

FAROOQ, M. et al. Agrocultural sprays in cross-flow and drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 78, p. 347-58, 2001.

FURNESS, G. O.; PINCZEWSKI, W. V. A comparison of the spray distribution obtained from sprayers with converging and diverging air jets with low volume air assisted spraying on citrus and grapevines. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 32, p. 291-310, 1985.

GIL, E. et al. Design and verification of a moving equipment for orchard and vineyard sprayer calibration. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING - AGENG, 1996, Madrid. **Proceedings...** Madrid, 23-26 sep.1996. Paper. n. 96A-141. 8p.

GOHLICH, H. Deposition and penetration of sprays. In: SYMPOSIUM ON APPLICATION AND BIOLOGY, 1985. **Proceedings...** British Crop Protection Council, 1985. Monogram, n. 28, p. 173-182

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

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

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

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 140 p

MESQUITA, A. L. S.; GUIMARÃES, F. A.; NEFUSSI, N. **Engenharia de ventilação industrial**. São Paulo: CETESB, 1988. p. 401-420.

PERGHER, G. et al. The effect of spray application rate and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 61. p. 205-16. 1995.

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

\_\_\_\_\_. The effect of spray application rate and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 61, p. 205-16. 1995.

PEZZI, F.; RONDELLI, V. The performance of an air-assisted sprayer operating in vines. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 76, p. 331-340, 2000.

RAETANO, C. G. Assistência de ar em pulverizadores de barra. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 221-225, jul./dez., 2002.

RAMOS, H. H. **Mecanização: aliados na aplicação**. Campinas: Caderno Técnico Máquinas, 2004.

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

RANDALL, J. M. The relationships between air volume and pressure on spray distribution in fruit trees. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 16, p. 1-31, 1971.

RUAS, J. M. **Comparação da eficiência de aplicação entre pulverizadores costal manual e costal motorizado**. 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Centro de Ciências agrárias) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

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

SCUDELER, F. et al. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004.

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

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

VEREECKE, E. et al. The air distribution generated by air-assisted sprayers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING - AGENG, 2000, Warwick. **Proceedings...** Warwick, 2000. Paper n. 00-PM-071, 2000. 10p.

VENEGAS, F. RAETANO, C.G. **Influência da assistência de ar em pulverizações no controle de doenças fúngicas foliares na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2002. 86 p. (Relatório Científico).

VENEGAS, F.; RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n. 4, p. 323 – 329, 2003.

VICENTE, M. C. M.; COELHO, P. J.; LOPES JUNIOR, A. **Programa de segurança e saúde do trabalhador rural**: banco de dados. São Paulo: [s.n.], 1999. 1 CD-ROM.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

Nos presentes trabalhos ficam evidentes as dificuldades de encontrar uma pulverização ideal na cafeicultura. Diversos fatores como temperatura e umidade, tipo do relevo, prática do aplicador, são determinantes para o sucesso ou não do controle da praga ou doença. Os estudos foram relacionados a fatores diretamente ligados a cultura, onde a heterogeneidade do alvo e o formato da planta de café dificultam uma aplicação uniforme nas diferentes partes da planta. Principalmente na parte interna, pois além de estar sujeita a essa dificuldade da chegada da calda, também possui um índice de área foliar menor. Por isso quanto mais uniforme for à cultura melhores resultados na aplicação serão obtidos.

Concentração da calda e taxa de aplicação também são fatores fundamentais para um melhor depósito do ingrediente ativo no alvo.

Com base nas dificuldades relacionadas fica evidente que a assistência de ar é, sem dúvida, uma importante ferramenta na melhoria da qualidade da pulverização para culturas perenes, por proporcionar uma melhoria da penetração no dossel da cultura, assim como a redução dos índices de deriva.

Portanto é importante a continuidade no desenvolvimento dos estudos sobre a viabilidade da assistência de ar com acionamento manual, pois um equipamento de baixo custo e acionamento manual que produza gotas através de pressão da calda e as distribua com o auxílio de um fluxo de ar certamente terá grande utilidade aos pequenos produtores e pequenas áreas.

## REFERÊNCIAS

ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia - Energia na agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.

ABI SAAB, O. J. G.; ANTUNIASSI, U. R. Avaliação do depósito de calda em um sistema de aplicação de defensivos utilizados em videiras. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 1-11, 1997.

ARACRUZ. **Histórico da evolução e uso de defensivos na agricultura**. 2007. Disponível em: <[http://www.aracruz.com.br/show\\_arz.do?act=stcNews&lastRoot=63&id=585&lang=1](http://www.aracruz.com.br/show_arz.do?act=stcNews&lastRoot=63&id=585&lang=1)>. Acesso em: 23 dez. 2009.

BALAN, M. et al. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias, América do Norte**, 2912 08 2009

BARTHELEMY, P. et al. **Choisir les outils de pulvérisations**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 1990.

BAUER, F. C.; PEREIRA, F. A. R. Fitossanidade e produção agrícola. In: BAUER, F. C.; VARGAS JUNIOR, F. M. (coord.) **Produção e gestão agroindustrial**. Campo Grande: Uniderp, 2005. p. 23-48

BAUER, F.C. RAETANO, C.G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 271-276, 2000a.

CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 159 p.

COOKE, B. K. et al. Air-assisted spraying of arable crops in relation to deposition, drift and pesticide performance. **Crop Protection**, Oxford, v. 9, n. 4, p. 303- 311, 1990.

CHAIM, A. **história da pulverização**. Jaguariúna: Embrapa, 1999. (Documento da Embrapa meio ambiente). Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Chaim\\_historialD-Dcdtr0CVWI.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Chaim_historialD-Dcdtr0CVWI.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2009.

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

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

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 81 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 10, p. 325-32, 2003.

DORIZZOTTO, A. **Caracterização morfológica e patogenicidade de *Colletotrichum* sp. associados a cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em dois municípios de Minas Gerais**. 1993. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1993.

ELONKA, S. M.; PARSONS, A. R. **Manual de instrumentação: sistemas de medição**. São Paulo: McGraw-Hill, 1976. v. 1, 254 p.

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

FAROOQ, M. et al. Agrocultural sprays in cross-flow and drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 78, p. 347-58, 2001.

FERREIRA, M. C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros**. 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FURNESS, G. O.; PINCZEWSKI, W. V. **A comparison of the spray distribution obtained from sprayers with converging and diverging air jets with low volume air assisted spraying on citrus and grapevines.**

GARÇON, C. L. P. et al. **Progresso da ferrugem ( *Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) do cafeeiro ( *coffea arabica* L.) em diferentes altitudes.** In: SIMPOSIO DE PESQUISAS DOS CAFES DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Poços de Cardas, 2000. v.1, p. 237-240.

GIL, E. et al. Design and verification of a moving equipment for orchard and vineyard sprayer calibration. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING - AGENG, 1996, Madrid. **Proceedings...** Madrid, 23-26 sep.1996. Paper. n. 96A-141. 8p.

GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO. A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas.** São Paulo: Agronômica Ceres,1997. p. 184-200.

GOHLICH, H. **Deposition and penetration of sprays.** In Symposium on Application and Biology, British Crop Protection Council Monogram n. 28, p. 173-182, 1985

GRAHAM-BRYCE, I. J. The future of pesticide technology: opportunities for research. In: BRITISH INSECTICIDE AND FUNGICIDE CONFERENCE, 8., 1975, Brighton. **Proceedings...** Brighton, 1975. p. 901-905.

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

HEWITT, A. J. Spray optimization through application and liquid physical property variables– I. **The Environmentalist**, Lausanne, v. 28, p. 25-30, 2008.

HIMEL, C. M. Analytical methodology in ULV. In: SYMPOSIUM ON PESTICIDE APPLICATION BY ULV METHODS, 2., 1974, Cranfield. **Proceedings...** Brighton: BCPC, 1974. p. 112-119. (BCPC Monograph, 11).

\_\_\_\_\_. The optimum size for insecticide spray droplets. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 62, n. 4, p. 919-25, 1969

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

HOLLOWNICKI, R. et al. Automatic self adjusting air-jet sprayer concept for fruit trees. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING - AGENG, 2000, Warwick, **Proceedings...** Warwick, 2000. Paper n. 00-PM-053, 10 p.

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

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

LEFEBVRE, A. H. **Atomization and sprays**. New York: Hemisphere, 1989. 421 p.

MATIELLO, J. B. e t al. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002.

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

\_\_\_\_\_. How was the pesticide applied? **Crop Protection**, Guildford, v. 23, p. 651-653, 2004.

\_\_\_\_\_. **Pesticide application methods**. London: Longman, 1979. 334 p.

\_\_\_\_\_. Pesticide applications: at the crossroads? **EPPO Bulletin**, Paris, v. 13, n. 3, p. 351-355, 1983.

\_\_\_\_\_. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 140 p.

MELLO, E. V. Cafeicultura no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. (ed.) **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, 2001. p. 565-646

MESQUITA, A. L. S.; GUIMARÃES, F. A.; NEFUSSI, N. **Engenharia de ventilação industrial**. São Paulo: CETESB, 1988. p. 401-420.

MILLER, P. C. H.; ELLIS M. C. B. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, Guildford, v. 19, p. 609-615, 2000.

MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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**, London, v. 75, p. 127-137, 2000

PERECIN, D. et al. Padrões de distribuição de líquidos obtidos com bicos TF-VS4, TJ60-11006 e TQ15006 em mesa de prova. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 175-182, 1998.

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

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONNETO, G. The effect of spray application rate and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 61. p. 205-16. 1995.

PEZZI, F.; RONDELLI, V. The performance of an air-assisted sprayer operating in vines. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.76, p. 331-340, 2000.

RAETANO, C. G. Assistência de ar em pulverizadores de barra. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p.2 21-225, jul./dez., 2002

RAINEY, R. C. Flying insects as targets for ultralow volume spraying. In: SYMPOSIUM ON PESTICIDE APPLICATION BY ULV METHODS, 2., 1974, Cranfield. **Proceedings...** Brighton: BCPC, 1974. p. 20-25 (BCPC Monograph 11).  
RAMOS, H. H. **Mecanização: aliados na aplicação**. Campinas: 2004.

RANDALL, J. M. The relationships between air volume and pressure on spray distribution in fruit trees. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 16, p. 1-31, 1971.

RODRIGUES, G. J. et al. Eficiência de uma barra de pulverização para aplicação de herbicida em lavouras de café em formação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 459-465, 2003.

RUAS, J. M. **COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE APLICAÇÃO ENTRE PULVERIZADORES COSTAL MANUAL E COSTAL MOTORIZADO**. 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Centro de Ciências agrárias) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

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

SCHIEBER, E.; ZENTMYER, G. A. Coffee rust in the western hemisphere. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, n. 2, p. 89-93, 1984.

SCUDELER, F. et al. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004.

SILVA, E. R. A. **A produtividade da agricultura**. Brasília: EMBRAPA. 2004. 96 p.

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

SILVEIRA, G. M. **Máquinas para plantio e condução de culturas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 334 p. (Série Mecanização, v.3)

SOARES, J.; LEÃO, M. **Optimização da pulverização em médio e baixo volume na produção integrada de pêra rocha**. Disponível em: <[www.bayercropscience.pt/download/pi\\_pera\\_rocha.pdf](http://www.bayercropscience.pt/download/pi_pera_rocha.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2008.

SUMNER, P. E. **Reducing spray drift**. Georgia: University of Georgia, 1997. 11 p. (ENG97- 005)

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

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

VENEGAS, F. RAETANO, C.G. **Influência da assistência de ar em pulverizações no controle de doenças fúngicas foliares na cultura da batata** (*Solanum tuberosum* L.). Botucatu: Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2002. 86 p. (Relatório Científico).

VENEGAS, F.; RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n. 4, p. 323 – 329, 2003.

VEREECKE, E. et al. The air distribution generated by air-assisted sprayers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING - AGENG, 2000, Warwick, **Proceedings...** Warwick, 2000. Paper n. 00-PM-071, 2000. 10p.

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

VICENTE, M. C. M.; COELHO, P. J.; LOPES JUNIOR, A. **Programa de segurança e saúde do trabalhador rural**: banco de dados. São Paulo: [s.n.], 1999. 1 CD-ROM.

WOLF, R. E. **Strategies to reduce spray drift**. Kansas: Kansas State University, 2000. 4 p. (Application Technology Series)

WOMAC, A. R.; GOODWIN, J. C.; HART, W. E. **Comprehensive evaluation of droplet spectra from drift reduction nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1997. 47 p. (ASAE Paper n.97- 1069).

ZAMBOLIM, L. **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.