

JOSÉ LUÍS AGUIAR FIGUEIREDO

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE INSETICIDA NO CONTROLE DE MOSCA-
BRANCA EM BERINJELA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Magister Scientiae”

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

Aos meus pais Paulo e Teresinha e aos meus irmãos Paulo Renato, Maria Isabel e Maria Teresa pelo amor, carinho e por me fazerem acreditar que tudo é possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as oportunidades que me foram dadas.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação.

À minha mãe Teresinha e meu pai Paulo, pelo apoio que têm me dado desde o primeiro dia de minha vida e em especial pelo incentivo durante esse período de pós-graduação.

À minha namorada Gilzeane dos Santos Sant'Ana, pelo amor, carinho, paciência, ajuda e dedicação.

Ao Convênio FAPEMIG-FIEMG e à empresa Moinhos Vera Cruz, pela bolsa concedida.

Ao Professor Mauri Martins Teixeira, pela amizade, pelos ensinamentos, pela compreensão e pela orientação.

Aos professores Daniel Marçal de Queirós, Haroldo Carlos Fernandes e Marcelo Coutinho Picanço, pelo aconselhamento e atenção dispensada.

Ao Professor Gutemberg Pereira Dias, pelos ensinamentos.

Ao Professor Luciano Baião Vieira por compor a Banca Examinadora.

Aos amigos Edney, Elton, Moisés, Paulo, Jeferson, Júnior, Deoclides e Alan pela amizade, pela ajuda e pela convivência.

A Álvaro e Denilson pela ajuda na montagem do protótipo do temporizador.

Aos amigos Jean e João Paulo pela ajuda em todas as etapas do experimento.

Ao Professor e amigo Eduardo Resende Galvão, pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos Professores e funcionários do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Vale do Rio Doce Paulo, Alexandre, Ana Angélica, Beatriz, Brasileiro, Flávio, Luzinério, Ivana, Carlos Roberto, José Carlos, Marcelo, Ivan, Flávia, Marisa pela amizade e pelo companheirismo.

Aos demais amigos e colegas Cristiano, Viliotti, Jackson, Roberto, Leidy, Ricardo, Antonio Donizeti, Renildo, Luciano, Kalil, Luiz Henrique, Anderson, Paulo, Denise, pela amizade, pela ajuda e pelo convívio.

Ao colega Marcos Rafael, pela ajuda no experimento de campo.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, Galinari, José Márcio, Fernanda, Edna, Maria, Marcos e Jurandir, pela amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Mecanização Agrícola, Marcelo, Geraldo, Danilo e Wantuil, pela amizade e pelo apoio.

Ao técnico da EMATER-MG Ricardo, pela ajuda em Guidoal-MG.

Ao Senhor Vital e seus funcionários, por viabilizar a execução desta pesquisa em sua propriedade.

Aos colegas Wederson, Marcelo, Leonardo, Daniel, Isabel, Solenir, Andressa, Carlos Ferens e demais colegas da Engenharia Agrícola.

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

BIOGRAFIA

José Luís Aguiar Figueiredo, filho de Paulo Figueiredo e Teresinha Mattos Aguiar Figueiredo, nasceu em Franca, SP, aos 11 de dezembro de 1972.

Em dezembro de 1997, graduou-se em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 1998, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 07 de novembro de 2000.

CONTEÚDO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Mosca Branca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	4
2.2. A cultura da berinjela (<i>Solanum melongena</i>).....	4
2.3. Defensivos agrícolas	5
2.3.1. Toxicidade dos defensivos agrícolas	5
2.3.2. Precauções gerais quanto ao uso de defensivos agrícolas	6
2.3.3. O produto imidacloprid	6
2.3.4. Cobertura superficial necessária em função do tipo de produto	6
2.4. Equipamentos de aplicação.....	7
2.5. Bicos de pulverização hidráulica.....	7
2.6. Tipos de bicos.....	8
2.6.1. Bicos tipo leque ou de jato plano	9
2.6.2. Bicos tipo cone.....	9
2.6.3 Bicos defletores ou de impacto	10
2.6.4. Bicos de indução de ar.....	10
2.7. Análise de gotas produzidas.....	11
2.8. Importância do espectro de gotas.....	12
2.9. Caracterização das populações de gotas.....	12
2.9.1. Diâmetro da mediana numérica (DMN).....	13
2.9.2. Diâmetro da mediana volumétrica (DMV)	13
2.9.3. Coeficiente de homogeneidade (SPAN)	13
2.10. Fatores que determinam a uniformidade de aplicação.....	14
2.10.1. Influência do movimento da barra porta bicos.....	14
2.10.2. Influência da posição do bico.....	14
2.10.3. Sobreposição e espaçamento entre bicos adjacentes	15
2.10.4. Influência do vento	15
2.10.5. Influência do espectro de gotas	15
2.10.6. Influência da pressão	16
2.10.7. Influência da taxa de pulverização	16
2.10.8. Desgaste dos bicos.....	16

2.11. Especificação técnica dos bicos	17
2.12. Características funcionais dos bicos.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Ensaios de laboratório	18
3.1.1. Material empregado	18
3.1.1.1. Equipamentos de pulverização.....	18
3.1.1.2. Banco de ensaio	19
3.1.1.3. Jogo de bicos.....	19
3.1.1.4. Manômetros.....	20
3.1.1.5. Etiquetas para amostragem das gotas	20
3.1.1.6. Dados psicrométricos	20
3.1.1.7. Análise das imagens.....	20
3.1.2. Métodos	21
3.1.2.1. Avaliação dos bicos.....	21
3.1.2.2. Repetitividade dos ensaios dos bicos.....	21
3.1.2.3. Espectro da população de gotas	21
3.1.2.4. Espectro da população de gotas para bicos utilizados no ensaio de campo.....	23
3.1.2.5. Perfil de distribuição dos bicos	23
3.1.2.6. Uniformidade de distribuição do conjunto de bicos.....	23
3.1.2.7. Influência da pressão e da vazão nominal dos bicos.....	24
3.1.2.8. Determinação do ângulo de abertura	24
3.1.2.9. Influência do ângulo de abertura	25
3.1.2.10. Definição da altura de trabalho da barra portabicos	25
3.2. Ensaios no campo	26
3.2.1. Material empregado	26
3.2.1.1. Equipamentos de aplicação.....	26
3.2.1.2. Inseticida.....	26
3.2.2. Métodos	26
3.2.2.1. Calibração do equipamento de aplicação.....	27
3.2.2.2. Desenho Experimental	28
3.2.2.3. Pré-avaliação do número de ninfas e adultos de <i>B. tabaci</i>	28
3.2.2.4. Amostragem de mosca branca (<i>Bemisia tabaci</i>)	29
3.2.2.5. Caracterização do espectro de gotas obtido.....	29
3.2.2.6. Determinação da penetração do jorro	30

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Ensaios de Laboratório.....	31
4.1.1. Repetitividade dos bicos	31
4.1.2. Espectro da população de gotas.....	31
4.1.3. Espectro da população de gotas para bicos utilizados nos ensaios de campo	34
4.1.4. Perfil de distribuição dos bicos.....	36
4.1.5. Uniformidade de distribuição do conjunto de bicos.....	37
4.1.6. Influência da pressão e da vazão nominal dos bicos na uniformidade de aplicação.....	46
4.1.7. Determinação do ângulo de abertura.....	47
4.1.8. Influência do ângulo de abertura na uniformidade de aplicação	48
4.1.9. Definição da altura de trabalho da barra portabicos.....	53
4.2. Resultados dos ensaios de campo	54
4.2.1. Pré-avaliação do número de ninfas e adultos de <i>B. tabaci</i>	54
4.2.2. Avaliação dos tratamentos no controle de mosca branca <i>B. tabaci</i>	54
4.2.2.1. Controle de ninfas de mosca branca (<i>B. tabaci</i>).....	55
4.2.2.2. Controle de adultos de mosca branca (<i>B. tabaci</i>).....	56
4.2.2.3. Espectro da população de gotas obtido nos ensaios de campo.....	59
4.2.2.4. Efeito da penetração do jorro.....	60
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

RESUMO

FIGUEIREDO, José Luís Aguiar, M.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2000. **Análise da aplicação de inseticida no controle de mosca-branca em berinjela.** Orientador: Francisco de Assis de Carvalho Pinto. Conselheiros: Mauri Martins Teixeira, Marcelo Coutinho Picanço e Haroldo Carlos Fernandes.

Esta tese teve por objetivo determinar a influência do volume de calda e a uniformidade de distribuição resultante durante aplicações inseticidas, no controle de mosca branca (*Bemisia tabaci*), na cultura da berinjela. Foram realizados ensaios de laboratório com os bicos leque das séries LD e API e com bicos tipo cone vazio JD 12P, onde foi caracterizado o espectro da população de gotas obtido e determinado a influência do tipo de bico, da vazão nominal, da pressão de trabalho, do ângulo de abertura e da posição sobre o alvo na uniformidade de distribuição transversal do líquido pulverizado. Os ensaios de campo constaram de amostragens de ninfas e adultos de mosca branca (*B. tabaci*) nos terços apical e mediano do dossel de plantas de berinjela, antes, 4, 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos e da caracterização do espectro da população de gotas obtido. Os tratamentos utilizados foram resultantes da combinação de tipo de equipamento (costal manual equipado com válvula de pressão constante de 2 bar e costal de precisão), bicos hidráulicos (tipo leque séries API e LD e tipo cone vazio JD 12P) e taxa de pulverização (500, 700 e 1000 L/ha respectivamente), além de testemunha onde não houve aplicação. A melhor uniformidade de distribuição foi obtida com bicos da série API com 110º de ângulo de abertura, trabalhando com pressões entre 2 e 4 bar, na altura de 50 cm sobre o objetivo. O uso de menores taxas de aplicação implicou em gotas de menor tamanho e melhor cobertura, avaliada em termos de impactos por unidade de área. O melhor controle de ninfas e adultos de mosca branca (*B. tabaci*) foi obtido através da combinação de equipamento costal manual dotado de válvula de pressão constante (2 bar), bico leque (API 11003) e taxa de pulverização de 500 L/ha.

ABSTRACT

FIGUEIREDO, José Luís Aguiar, M.S., Universidade Federal de Viçosa, november of 2000. **Inseticide application equipment analysis for controlling the white fly on eggplant plants.** Adviser: Francisco de Assis de Carvalho Pinto. Committee members: Mauri Martins Teixeira, Marcelo Coutinho Picanço and Haroldo Carlos Fernandes.

The objective of this thesis was to determine the influence of liquid volume and distribution uniformity of insecticide application for controlling the white fly (*Bemisia tabaci*) on eggplant plants. To characterize the spectrum population of droplets, it was carried out laboratory tests using flat fan nozzles series LD and API, and hollow cone nozzles JD 12P. The influence of nozzles type, nominal flow, work pressure, opening angle and the nozzles height over the transversal distribution homogeneity of sprayed liquid were also evaluated in the laboratory tests. On the field were run some tests to sample the white fly (*B. tabaci*) nymphs and adults in the third apical and the medium of the eggplant plants and characterization of the droplets spectrum population. The sampling the white fly (*B. tabaci*) nymphs and adults was before the insecticide application and on the 4th, 7th, 14th and 21th days after that and the control. Each test was a combination of equipment (manual knapsack sprayer with constant pressure valve 2 bar and precision knapsack sprayer), nozzles type (flat fan nozzles API 11003 and hollow cone nozzles JD 2P) an application rate (500, 700 and 1000 L/ha): The best distribution uniformity was obtained with API series nozzles with 110° opening angle, working with pressures between 2 and 4 bar, at 50 cm in height. The best control of white fly (*B. tabaci*) nymphs and adults was the treatment T₁ (manual knapsack sprayer with constant pressure valve 2 bar, nozzles API 11003 and 500 L/ha).

1. INTRODUÇÃO

Tem-se verificado nos últimos anos, a preocupação da indústria química em desenvolver produtos fitossanitários cada vez mais eficazes e menos danosos ao meio ambiente. Entretanto as técnicas de aplicação ainda se encontram muito aquém do desejado, havendo a necessidade de investir mais, tanto em novas formas de aplicação, bem como em novos equipamentos, mais seguros, mais eficientes e que propiciem uma distribuição uniforme dos produtos.

Estas técnicas têm resultado em uma menor eficácia das matérias ativas, acarretando o uso de doses superiores às necessárias, com o conseqüente aumento dos custos de produção, maior poluição ambiental e intoxicações tanto ao produtor, quanto ao consumidor.

A correta forma de aplicação implica numa melhor distribuição dos produtos fitossanitários com baixos índices de perdas e, conseqüentemente, menor impacto ambiental. No entanto, reduzir as perdas de fitossanitários não é um trabalho simples, uma vez que fatores como velocidade do vento, umidade relativa e temperatura do ar influem diretamente no caminho da gota do pulverizador ao alvo, desviando ou fazendo com que a gota evapore antes mesmo de atingir o objetivo.

Estudos realizados no leste europeu e na América do Sul, pelo Serviço de Engenharia Agrícola da FAO, mostrou que as maiores deficiências que ocorrem durante as aplicações de produtos fitossanitários são devido à falta de conhecimento do operador, qualidade tecnológica dos aparelhos de aplicação e condições de serviço dos equipamentos (FRIEDRICH, 1997).

Segundo RIDER e DICKEY (1982), a aplicação de produtos fitossanitários de forma correta é essencial visando o controle com o mínimo de impacto ambiental. Segundo os autores, os principais erros cometidos durante aplicação de produtos fitossanitários são decorrentes principalmente de calibração incorreta do equipamento e inadequada mistura do produto.

O preparo humano é outro fator limitante que influencia a qualidade de uma aplicação. Dados da Fundacentro, junto a 3000 trabalhadores rurais do estado de São Paulo, mostram que 85,15% dos entrevistados não recebem nenhum tipo de orientação quanto ao manuseio dos produtos, 90% não utilizam

proteção para o preparo da calda e 80% não tomam conhecimento das recomendações especificadas nos rótulos (BLECHER, 1998).

O bico é um dos dispositivos mais importante nos pulverizadores hidráulicos, visto que permite o controle da taxa de aplicação, produz gotas e as distribui da forma mais homogênea possível durante os tratamentos.

A população de gotas produzidas por um bico depende de fatores tais como a pressão de trabalho, do tipo de bico e do tamanho do orifício de saída do bico. Assim, se há produção de gotas grandes não se obtém uma boa cobertura superficial nem tão pouco boa uniformidade de distribuição. Por outro lado, com gotas muito pequenas, embora se consiga boa uniformidade de distribuição, têm-se problemas de deriva e evaporação. Quantificar a deriva é importante para determinar o impacto ambiental e a eficiência da aplicação (BUI et al. 1998).

As moscas brancas, do gênero *Bemisia*, destacam-se como uma das pragas mais importantes na transmissão de viroses nas áreas subtropicais (BROWN, 1990; BROWN e BIRD, 1992). Os danos relacionados a perdas de culturas têm sido sem precedentes nos Estados Unidos e México (BROWN, 1990), na América Central (BROWN e BIRD, 1992; BROWN, 1993), na Europa (BEDFORD et al. 1992) e Oriente Médio (COHEN et al. 1988, COHEN et al. 1992).

A mosca branca atua como praga nas culturas agrícolas, em virtude de se alimentar da seiva das plantas, podendo matá-las ou levá-las à diminuição da produção, especialmente quando há alta densidade populacional do inseto. Induz também o aparecimento de fungos, o que provoca o apodrecimento da planta. Tais danos comprometem a aparência, prejudicando a comercialização principalmente de frutos e plantas ornamentais.

Atualmente, a raça B da espécie *Bemisia tabaci* (*Bemisia argentifolli*) tem sido considerada como o principal inseto deste grupo, responsável por perdas sem precedentes devido à infecção por doenças viróticas (BROWN, 1990; BROWN e BIRD, 1992), fitotoxicidade (COSTA e BROWN, 1990; COHEN et al., 1992), e danos causados pela alimentação direta (HENNEBERRY e TOSCANO, 1993).

Segundo FERREIRA e AVIDOS (1998) este inseto já causou prejuízos na ordem de US\$ 500 milhões nos Estados Unidos, sendo que em algumas

regiões agrícolas, constantemente atacadas pela mosca branca, o nível de desemprego é superior a 30%.

No Brasil, FERREIRA e AVIDOS (1998), estimam em aproximadamente meio bilhão de dólares os danos causados pela mosca branca e os gastos com produtos químicos utilizados para seu controle.

Entre as principais culturas atacadas por este inseto-praga estão as hortaliças da família *Solanaceae* nas quais se destacam as culturas da berinjela, tomate, batatinha, jiló, pimenta e pimentão.

Neste trabalho de pesquisa analisam-se os parâmetros relacionados com a uniformidade de distribuição transversal, considerando diferentes volumes de calda, utilizando pulverizadores hidráulicos, visando o controle da raça B de *Bemisia tabaci*, na cultura da berinjela, conforme os objetivos que se definem a seguir.

Este trabalho teve como objetivo geral determinar a influência do volume de calda utilizada e a uniformidade de distribuição resultante durante aplicações inseticidas, no controle de *Bemisia tabaci*, na cultura da berinjela e como objetivos específicos determinar a influência que tem o tipo de bico, a vazão nominal, a pressão de trabalho e a posição da barra portabicos com respeito ao alvo, sobre a homogeneidade de distribuição transversal do líquido pulverizado, avaliada em termos do coeficiente de variação; relacionar a taxa de pulverização com a cobertura superficial, expressa em porcentagem e em impactos por unidade de superfície tratada; avaliar o efeito da população e do espectro de gotas pulverizadas no controle da *Bemisia tabaci*, na cultura da berinjela e avaliar o controle da *Bemisia tabaci* na cultura da berinjela, considerando diferentes taxas de pulverização e equipamentos manuais de aplicação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Mosca Branca (*Bemisia tabaci*)

A mosca branca (*B. tabaci*) conhecida no Brasil desde 1923, estando associada a plantas daninhas e a plantas cultivadas, é um inseto pertencente à família *Aleyrodidae* sendo descrita primeiramente em 1889 na Grécia, em plantas de fumo (*Nicotiana* sp.) (RODRIGUEZ, 1994).

Atualmente são relatadas duas raças de mosca branca, cuja distinção só é possível através de identificação genotípica e estudo comportamental (PERRING et al. citado por GUSMÃO, 2000) denominadas de biótipo A, referente a *Bemisia tabaci*, e biótipo B, referida a *Bemisia argentifolli* Bellows e Perring (Homoptera: Aleyrodidae) (SILVEIRA e ALBERT Jr., 1997; PRABHAKER et al., 1997; VILAS BÔAS et al., 1997; TOSCANO et al., 1998).

Segundo RODRIGUEZ (1994), SILVEIRA e ALBERT Jr. (1997), FERREIRA e AVIDOS (1998), os insetos do gênero *Bemisia* são pequenos, medindo aproximadamente 1 mm, apresentando dois pares de asas membranosas com cerca de 3 mm de envergadura e coloração branca. As ninfas são de cor amarelada fixando-se a partir do 2^o estágio na face inferior das folhas. Somente são visíveis a olho nu a partir do 3^o e 4^o estádios (GUSMÃO, 2000).

Atualmente a mosca branca é um problema sério em diversas culturas, causando danos pela sucção direta de seiva, pela transmissão de viroses e secundariamente, pelo aparecimento da fumagina, devido às suas secreções açucaradas (SILVEIRA e ALBERT Jr., 1997).

2.2. A cultura da berinjela (*Solanum melongena*)

A berinjela é uma planta arbustiva com caule semi-lenhoso, ereto, podendo ultrapassar 100 cm de altura, apresentando vegetação vigorosa, com amplas ramificações laterais. Exige temperaturas mais elevadas durante a germinação, a emergência de plântulas e no estágio inicial de formação de mudas, sendo a época de plantio compreendida entre setembro e fevereiro. As colheitas são iniciadas a partir de 90-110 dias à sementeira, prolongando-se o

período produtivo por 3 meses ou mais (FILGUEIRA, 1982; MURAYAMA, 1999).

2.3. Defensivos agrícolas

Defensivos agrícolas são substâncias ou misturas de substâncias de natureza química ou biológica, bem como os organismos vivos, destinados a prevenir, controlar, destruir ou repelir qualquer forma de agente patogênico de vida animal ou vegetal que seja nociva às plantas úteis e seus produtos (SOUZA e REIS, 1989).

Os defensivos agrícolas são classificados como: inseticidas, acaricidas, fungicidas, nematocidas, molucidas, herbicidas e carrapaticidas, sendo que devem ser evitadas outras denominações que não expressam o fim a que se destina o defensivo agrícola (SOUZA e REIS, 1989).

2.3.1. Toxicidade dos defensivos agrícolas

Os defensivos agrícolas produzem dois tipos de toxicidade, a aguda e a crônica. A aguda é decorrente da exposição através da pele, mucosas ou pela inalação de dose única do defensivo. A crônica ocorre através do efeito cumulativo do produto, decorrente da exposição contínua ou repetida dos defensivos (SOUZA e REIS, 1989). Conforme o grau de toxicidade para o ser humano, os defensivos podem ser agrupados em quatro classes descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos defensivos agrícolas quanto ao grau de toxicidade

CLASSE TOXICOLÓGICA	GRAU DE TOXICIDADE	TARJA
I	Extremamente tóxicos	Vermelha
II	Altamente tóxicos	Amarela
III	Medianamente tóxicos	Azul
IV	Pouco tóxicos	Verde

Fonte: SENAR, 1994.

2.3.2. Precauções gerais quanto ao uso de defensivos agrícolas

É importante o máximo de cuidado quanto à operação de defensivos agrícolas, devendo ser observado alguns cuidados (SENAR 1994; SENAR 1995; DALDIN et al., s.d.), tais como:

- a) leitura do rótulo do produto a ser utilizado, devendo ser seguidas todas as recomendações;
- b) uso de equipamentos de proteção individual (EPI) durante o preparo da calda e na aplicação em campo, mantendo-os limpos após utilização;
- c) acondicionamento das embalagens em local próprio, longe de pessoas, criações e alimentos;
- d) descartar corretamente as embalagens;
- e) observar o intervalo de segurança, encontrado obrigatoriamente no rótulo das embalagens;
- f) estar atento às informações sobre primeiros socorros.

2.3.3. O produto imidacloprid

O imidacloprid é um inseticida procedente do grupo das nitroguanidinas, que atua por contato, ingestão e por ação sistêmica, podendo ser usado em tratamentos de sementes, aplicações diretas no solo ou em pulverização foliar. Apresenta como características principais sua alta efetividade associada a um baixo grau de toxicidade para o usuário e a um impacto mínimo sobre o ambiente (BAYER, 1997; NAKANO, 1999).

Segundo PRABHAKER et al. (1997), a introdução do imidacloprid foi um dos principais desenvolvimentos para o controle da mosca branca. O autor ainda destaca que o imidacloprid é um inseticida sistêmico e de contato altamente efetivo contra insetos sugadores como a mosca branca.

2.3.4. Cobertura superficial necessária em função do tipo de produto

No Quadro 2 é mostrada a recomendação do número mínimo de gotas por unidade de superfície e o DMV (diâmetro da mediana volumétrica) segundo BARTHELEMY et al. (1990)

Quadro 2 - Número mínimo de gotas por unidade de superfície e diâmetro da mediana volumétrica (DMV)

APLICAÇÃO	Impactos/cm ²	DMV (µm)
Inseticida	20-30	200-300
Fungicida	50-70	150-250
Herbicida Pré-emergente	20-40	200-600
Herbicida Pós-emergente	30-40	200-600

Fonte: BARTHELEMY et al. (1990)

Segundo TEIXEIRA (1997), o número de gotas por unidade de superfície indica a quantidade de impactos que aparecem sobre o alvo e constitui um parâmetro importante para avaliar a homogeneidade de cobertura.

2.4. Equipamentos de aplicação

Dentre os vários tipos de pulverizadores, destacam-se os pulverizadores costais manuais, utilizados para aplicações em pequenas áreas e de uso doméstico, e os pulverizadores de barra montados no sistema hidráulico dos tratores, utilizados para aplicações em grandes áreas.

Os pulverizadores costais constam basicamente de depósito, tubulação, haste de pulverização, bomba de pistão ou diafragma e bico (BALASTREIRE, 1990).

Os pulverizadores de barra possuem um circuito hidráulico mais complexo e, segundo MATUO (1990), são constituídos por um depósito para a calda, sistema de agitação da mistura, tubulação para a condução da calda, sistema de filtros, bomba para impulsão da calda, manômetro, dispositivos para regulação e bicos.

2.5. Bicos de pulverização hidráulica

Utilizando bico hidráulico obtém-se a subdivisão do líquido em gotas a serem distribuídas sobre o alvo durante o tratamento, sendo por isso elementos

necessários e importantes na qualidade e no sucesso dos tratamentos. A desintegração do líquido em gotículas se dá pela passagem forçada do líquido em alta velocidade por uma pequena abertura, e este ao se encontrar com o ar se espalha, formando uma lâmina que depois se desintegra em gotas de diferentes tamanhos (MATUO, 1990).

Segundo SIDAHMED (1998), os bicos têm como funções:

- a) fragmentar o líquido em pequenas gotas;
- b) distribuir as gotas em uma determinada área; e
- c) controlar a saída do líquido por unidade de área.

A caracterização de um bico é dada através de seu ângulo de abertura, expresso em graus e de sua vazão nominal, expressa em galões americanos por minuto. Assim um bico cuja denominação seja 11002 é caracterizado como bico cujo ângulo de abertura é 110 graus e vazão nominal 0,2 galões americanos por minuto. Para converter em litros por minuto basta multiplicar por 3,785.

Segundo CARRERO (1996), a configuração do canal de saída do líquido e a forma das bordas do orifício de saída determinam a forma do jato, o tamanho das partículas, a trajetória e a força de impacto.

Os bicos hidráulicos, segundo OZKAN et al. (1992), podem ser fabricados com diferentes tipos de materiais, tais como, latão, nylon, cerâmica, entre outros.

2.6. Tipos de bicos

Os bicos hidráulicos classificam-se em diferentes tipos segundo características construtivas, desenho, forma do jato produzido e tamanho de gotas. Assim é possível selecionar um determinado tipo que seja mais adequado em cada situação, diminuindo assim as perdas e conseqüentemente o impacto ambiental, como também melhorando a qualidade da aplicação (SENAR, 1994; SENAR 1995; CARRERO, 1996; TEIXEIRA, 1997).

Os tipos mais comuns para aplicação de produtos sanitários segundo BALASTREIRE (1990), MATUO (1990), CARRERO (1996) e TEIXEIRA (1997) são:

- a) bicos tipo leque ou de jato plano;
- b) bicos tipo cone;

- c) bicos defletores ou de impacto; e
- d) bicos de indução de ar.

2.6.1. Bicos tipo leque ou de jato plano

Tem como característica produzir um jato plano na saída do bico, formando um ângulo em forma de leque, apresentando uma maior concentração de gotas na parte central do jorro. São encontrados no mercado com ângulos de abertura de 60, 80 e 110 graus, sendo os dois últimos os mais comuns.

Segundo TEIXEIRA (1997), operam melhor com pressões entre 2 e 4 bar, possibilitando cobertura mais uniforme, mas podem ser utilizadas a pressões menores quando a finalidade é reduzir a deriva através de tamanho de gotas maiores. Neste caso a uniformidade de distribuição é menor.

A deposição da pulverização pode ser contínua ou descontínua. É contínua, quando a distribuição do volume é bem uniforme ao longo do jato e descontínua, quando há maior concentração de volume na região central do jato decrescendo simetricamente para os bordos (MATUO, 1990).

Os bicos de deposição contínua são indicados para aplicação em faixa, sem haver sobreposições com bicos vizinhos. Os bicos de deposição descontínua são recomendados para uso em série, montados em barras, sobrepondo-se os jatos com os bicos vizinhos. Neste caso recomenda-se uma sobreposição de 30% em cada lado do jato (MATUO, 1990; CHRISTOFOLETTI, 1991).

2.6.2. Bicos tipo cone

A ponta dos bicos jato cônico possui um orifício circular, colocado em um disco isolado ou na própria ponta, e um anel de turbilhonamento (difusor, helicóide). O líquido ao passar pelo anel de turbilhonamento a alta velocidade, adquire um movimento rotativo, formando um cone de ar, responsável pela formação do cone vazio. Se o anel de turbilhonamento possuir um pequeno orifício no seu centro, não há a formação do cone de ar, formando assim um cone cheio (BALASTREIRE, 1990).

Devido ao turbilhonamento, as gotas adquirem a propriedade de contornar obstáculos e atingirem alvos colocados em planos mais afastados, sendo portanto indicados para aplicação de inseticidas, fungicidas, adubos foliares e acaricidas em folhagens, ou seja, alvos que apresentam profundidades (BALASTREIRE, 1990).

Os bicos do tipo jato cônico trabalham a pressões maiores que os do tipo leque, em torno de 2 a 10 bar, podendo produzir jatos na forma de cone cheio e cone vazio. Segundo CHRISTOFOLETTI (1991), os bicos tipo cone cheio operam normalmente com pressões entre 1 e 3 bar, produzindo gotas grandes e pouco sujeitas à deriva. Os bicos tipo cone vazio têm como característica uma maior deposição na parte mais externa do cone, sendo que no centro há pouca concentração de gotas (MATUO, 1990).

2.6.3 Bicos defletores ou de impacto

Os bicos defletores ou de impacto se caracterizam por possuírem um jato em forma de leque, com ângulo de abertura podendo chegar a mais de 160°, operarem com pressões entre 0,7 e 1,8 bar, formando assim gotas grandes o que diminui o efeito da deriva. Durante o processo de divisão do líquido em gotas, o jato líquido bate em um plano inclinado e se abre em forma de leque. Seu padrão de deposição não é muito regular, possuindo maior deposição nas extremidades do jato. São recomendados para aplicação de herbicidas.

2.6.4. Bicos de indução de ar

Os bicos de indução de ar apresentam uma série de características técnicas que propiciam uma aplicação mais segura dos fitossanitários principalmente quando a condição de vento natural favorece a deriva. Devido à suas características construtivas, possuem em seu interior uma câmara onde ocorre mistura do líquido a ser pulverizado e de ar, formando gotas que apresentam em seu interior bolhas de ar, implicando no aumento de seu diâmetro, porém ao se chocarem com o objetivo se subdividem em gotas de menor tamanho. Operam com pressões entre 2 e 5 bar e são recomendados basicamente para aplicação de herbicidas sistêmicos.

2.7. Análise de gotas produzidas

Segundo SALYANI e WHITNEY (1988), o processo de amostragem de gotas de uma determinada pulverização consiste em capturar as partículas em estudo sobre alvos, tais como, superfícies de plantas e frutos, papéis (kromekote, colchekote, sensível à água, PVC), filmes plásticos, óleos, vidro e metais. Os autores citam que dependendo da superfície, podem ser usados métodos visuais, óticos ou análises químicas para análise do espectro de gotas produzidas.

CARVALHO (1995), avaliando métodos de amostragem de gotas, concluiu que não havia diferença entre o uso de papel acetinado, papel kromekote, papel sensível à água, e papel colchekote, sendo que o uso de um determinado material estava relacionado à facilidade de aquisição e praticidade de operação.

CARLTON et al. (1985) utilizaram filmes de 35 mm sob faixas de aplicação e um método colorimétrico para estudar espectros de gotas de uma pulverização.

TEIXEIRA (1997), avaliando a eficácia de aplicações herbicidas, usou como meio de amostragem etiquetas de papel hidrossensível e etiquetas de plástico PVC. Para a análise das amostras o autor utilizou imagens de vídeo digitalizadas em conjunto com um programa computacional capaz de medir estruturas de diversas formas e tamanhos. O mesmo procedimento foi utilizado por BOGLIANI et al. (1994) na avaliação do efeito da pressão sobre a porcentagem de cobertura durante a pulverização.

REICHARD et al. (1998) usaram para análise de gotas um sistema de vídeo no qual a obtenção de imagens era feita diretamente sobre superfícies de folhas de várias espécies de plantas.

NAWABI (1970) usou óleo em um tanque transparente como meio de coleta de amostras de gotas produzidas por bicos hidráulicos, sendo que para determinar o tamanho de gotas produzidas utilizou imagens obtidas através de fotografias.

2.8. Importância do espectro de gotas

Ao se fazer a análise do espectro de uma população de gotas é possível determinar suas características físicas. O espectro de gotas de uma pulverização é de grande importância se o intuito é aplicar o produto de forma eficiente e com mínimo de contaminação ambiental. Se forem produzidas gotas grandes, é possível que as mesmas escorram, depositando-se no solo. Ao contrário, se as gotas forem muito pequenas as perdas ocorrem por evaporação, em condições de altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, ou por deriva, sendo levadas pelo ar.

Segundo MATTEWS e COMBELLACK (1981) e YATES e KAUPKE (1966) *apud* WOMAC et al. (1999), o tipo de bico, vazão nominal, ângulo de descarga, pressão de operação e características do líquido de aplicação são fatores que determinam o espectro de gotas para um determinado bico.

Para que uma aplicação seja eficiente é necessário uma boa cobertura do alvo com gotas distribuídas de maneira uniforme. Assim, se são produzidas gotas muito grandes não há uma boa cobertura e, se as gotas são de menor tamanho consegue-se uma boa cobertura e também boa distribuição sobre o alvo.

ZHU et al. (1997), avaliando o efeito de coadjuvantes no tamanho de gotas, informam que o tamanho do orifício de saída do bico e orientação do bico afetam o tamanho de gotas produzidas durante a pulverização.

LEFEBVRE (1989) e MÁRQUEZ (1997) recomendam para aplicação de fitossanitários, gotas de dimensões entre 100 e 800 μm .

HOFFMANN et al. (1998), realizando estudos para controle de *Diabrotica virgifera zea*, chegaram à conclusão que gotas cujo DMV (diâmetro da mediana volumétrica) foi maior que 800 μm não reduziram a população adulta destes insetos ao contrário de gotas com DMV situado entre 300 e 600 μm .

2.9. Caracterização das populações de gotas

Atualmente o diâmetro da mediana numérica (DMN), o diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e o coeficiente de homogeneidade (SPAN) são os

parâmetros utilizados para caracterização de uma população de gotas (LEFEBVRE, 1989; MATUO, 1990; FERNANDES, 1997; MÁRQUEZ, 1997; TEIXEIRA, 1997)

2.9.1. Diâmetro da mediana numérica (DMN)

O diâmetro da mediana numérica é o diâmetro que divide uma população de gotas em duas partes numericamente iguais. Deve ser analisado em conjunto com o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), possibilitando a avaliação do espectro de gotas e do coeficiente de homogeneidade (MÁRQUEZ, 1989 e MATUO, 1990).

2.9.2. Diâmetro da mediana volumétrica (DMV)

O diâmetro da mediana volumétrica é definido, segundo MÁRQUEZ (1989) e MATUO (1990), como o diâmetro que divide uma população de gotas em duas metades volumetricamente iguais. Segundo MATUO (1990), é de se esperar que o valor do DMV esteja mais próximo do limite superior das classes de diâmetros, pois o volume de poucas gotas grandes equivale ao de muitas gotas pequenas.

2.9.3. Coeficiente de homogeneidade (SPAN)

O coeficiente de homogeneidade é definido pela relação entre o diâmetro da mediana volumétrica e o diâmetro da mediana numérica. Uma população de gotas é considerada homogênea quanto mais próximo de um for o valor do coeficiente de homogeneidade (MATUO, 1990).

Segundo CARRERO (1996), o coeficiente de homogeneidade varia de acordo com o tipo de bico. Lista-se no Quadro 3 os valores de coeficiente de homogeneidade para alguns tipos de bicos.

Quadro 3 – Valores do coeficiente de homogeneidade (SPAN)

Tipos de Bicos	SPAN
Bico defletor ou de impacto	5 – 10
Bico tipo leque	2 – 5
Bico tipo cone	2 - 5

Fonte: CARRERO, 1996

2.10. Fatores que determinam a uniformidade de aplicação

2.10.1. Influência do movimento da barra porta bicos

Segundo TEIXEIRA (1997), o movimento da barra porta bicos é considerado como uma das fontes de maior influência na uniformidade de distribuição. Para tanto a estabilidade de uma barra porta bicos, tanto no plano horizontal como também no plano vertical é objeto de investigação contínua dos fabricantes de máquinas aplicadoras de defensivos (CARRERO, 1996).

A rigidez das barras é um fator importante, uma vez que influi diretamente sobre a uniformidade de distribuição. Se a barra oscilar para traz sofrerá atraso, tendo como referência o avance da máquina, depositando maior dose neste ponto. Num momento seguinte é lançada para frente com velocidade maior que a de avance, depositando menores quantidades do produto. Se a oscilação é vertical, uma parte da barra ficará mais alta, implicando em faixas sem receber o tratamento e outras com excesso de produto. Isso continuará acontecendo em cada lado da barra até que a rigidez da barra cesse a oscilação.

Estudos realizados por SPEEELMAN e JANSEN (1974) mostram que o efeito da vibração da barra porta bicos afeta significativamente a uniformidade de distribuição de forma negativa.

2.10.2. Influência da posição do bico

A posição do bico exerce grande influência na uniformidade de distribuição de bicos adjacentes. BINTNER et al. (1977) *apud* TEIXEIRA (1997), trabalhando com bicos orientados para trás, observaram que há uma

melhora na uniformidade de distribuição do jorro. Tal fato ocorre devido a maior largura do perfil de distribuição, o que produz maiores sobreposições para altura e distanciamentos dados. TEIXEIRA (1997), entretanto, alerta para a possível perda de energia cinética da gota e o aumento da deriva com esse procedimento.

2.10.3. Sobreposição e espaçamento entre bicos adjacentes

A sobreposição entre bicos adjacentes, que deve ser de no mínimo 30%, é função do espaçamento dos bicos na barra portabicos, altura da barra, ângulo de inclinação do bico e da pressão do líquido no bico (AZIMI et al., 1985).

AZIMI et al. (1985) chegaram a conclusão de que espaçamentos menores que 50 cm propiciam distribuições mais estáveis, e que a uniformidade de distribuição é menos susceptível às flutuações na altura da barra portabicos e na pressão de trabalho quando o espaçamento é reduzido.

2.10.4. Influência do vento

O vento pode afetar a distribuição e conseqüentemente a uniformidade de aplicação de um produto fitossanitário em razão de ser um parâmetro de difícil controle, pois sua direção, sentido e velocidade ocorrem aleatoriamente. Baixas velocidades do vento associadas a baixas temperaturas e umidade relativa alta propiciam maiores depósitos de pulverização (KIRK et al., 1992).

2.10.5. Influência do espectro de gotas

A baixa uniformidade do espectro de gotas produzido através da pulverização hidráulica, tem conseqüências negativas para a eficácia da pulverização, assim é importante evitar gotas menores que 100 μm , que se perdem devido à deriva, diminuindo assim a uniformidade de aplicação (MÁRQUEZ, 1996).

2.10.6. Influência da pressão

Segundo TEIXEIRA (1997), a pressão tem uma grande influência na característica de funcionamento dos bicos hidráulicos durante a pulverização, afetando a qualidade de aplicação de um defensivo agrícola. As principais alterações devido às variações de pressão são a vazão do bico, o tamanho das gotas e a forma do jato.

MORATA et al. (1991) realizaram ensaios em bicos de pulverização e chegaram à conclusão que o aumento da pressão aumenta o número de impactos sobre uma determinada superfície e diminui o tamanho de gotas produzidas.

2.10.7. Influência da taxa de pulverização

A tendência atual de diminuir o volume do líquido leva à necessidade de gotas menores para melhor cobertura, uniformes e bem distribuídas. Entretanto gotas muito pequenas sofrem influência de ventos, por outro lado gotas muito grandes acarretam perdas principalmente por escorrimento. A redução da taxa de pulverização implica na necessidade de tecnologias mais apuradas, tanto por parte da indústria, quanto por parte do técnico em aplicação. Vale salientar que o uso de baixas taxas de pulverização é mais econômico que as aplicações a alto volume pois além de desperdiçar menos defensivo agrícola, acarreta menor risco de poluição ambiental.

2.10.8. Desgaste dos bicos

Os bicos vão se desgastando com o uso, aumentando a vazão que proporcionam para a mesma pressão. O desgaste é função do tipo de produto, das condições que se realizam a aplicação e do material de fabricação do bico. Um aumento da vazão do líquido pulverizado superior a 10% é suficiente para a substituição do bico (MÁRQUEZ, 1996).

Segundo OZKAN et al. (1992), fatores como pressão de operação, tempo de uso e produto usado durante as aplicações afetam significativamente o desgaste dos bicos hidráulicos. Os mesmos autores analisando vários tipos de bicos chegaram a conclusão que o perfil de distribuição de um mesmo bico,

novo e outro desgastado, são diferentes e que o volume de líquido coletado no centro do seu perfil de distribuição é maior quanto mais desgastado estiver o bico.

2.11. Especificação técnica dos bicos

Segundo a Norma ISO 10625, os bicos hidráulicos à pressão de 3 bar de pressão devem ter as seguintes cores de identificação em função de sua vazão:

Quadro 4 - Código de cores de bicos hidráulicos

Cor	laranja	verde	amarelo	azul	vermelho	marrom	cinza	branco
q(L/min)	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2

Fonte: ISO 10625

2.12. Características funcionais dos bicos

A determinação das características funcional dos bicos é normalizada pela norma ISO 5682/1, e inclui a realização dos seguintes ensaios:

- a) uniformidade de vazão dos bicos;
- b) variação da vazão em função da pressão;
- c) distribuição da pulverização;
- d) ângulo de pulverização; e
- e) tamanho de gotas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios pertinentes a este trabalho de pesquisa foram realizados em duas etapas.

Na primeira etapa, realizada no Laboratório de Mecanização Agrícola, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa, foram determinados, para cada bico analisado, os seguintes parâmetros: vazão nominal, ângulos de abertura, perfil de distribuição, população de gotas produzidas e uniformidade de distribuição, em função da altura da barra portabicos, da pressão de trabalho, da vazão nominal e do ângulo de abertura.

A segunda etapa foi realizada em uma lavoura comercial na cidade de Guidoal-MG e constou de ensaios para análise da população de gotas produzidas e controle de adultos e ninfas de *Bemisia tabaci*.

3.1. Ensaio de laboratório

3.1.1. Material empregado

Durante a execução dos ensaios em laboratório foram utilizados os seguintes materiais:

3.1.1.1. Equipamentos de pulverização

Durante os ensaios foram utilizados três tipos de pulverizadores, um costal provido de válvula de pressão constante, um costal de precisão, que foram utilizados nos ensaios para determinação do espectro da população de gotas e um pulverizador motorizado, utilizado para determinação da uniformidade de distribuição dos bicos.

O primeiro equipamento era constituído de pulverizador costal manual, marca Jacto, com depósito para 20 L, dotado de válvula de pressão constante. As pressões fornecidas pela válvula foram conseguidas a partir de molas, que apresentam valores de 1 e 2 bar.

O segundo equipamento era constituído de um pulverizador costal de precisão, a pressão constante, marca Spraying Systems, dotado de depósito de ar comprimido, que fornecia a pressão necessária durante as aplicações.

O pulverizador motorizado tratava-se de depósito com capacidade para 100 L e composto por uma bomba de pistão, com uma vazão máxima de 20 L/min e pressão máxima de trabalho de 15 bar. A bomba do pulverizador era acionada por um motor elétrico monofásico de 220 V e 2,2 kW de potência. Esse equipamento foi montado no Laboratório de Mecanização Agrícola.

3.1.1.2. Banco de ensaio

Para determinação do perfil de distribuição dos bicos foi utilizado um banco de ensaio segundo o estabelecido pela Norma ISO 5682/1. O banco de ensaio, tem 2,0 m de comprimento, por 0,98 m de largura e canaletas, em forma de um 'V', de 5 cm de profundidade e 5 cm de largura na parte oposta ao vértice formado pela canaleta (Figura 1). Para minimizar o efeito do vento durante a realização dos ensaios, foi colocada ao redor do banco de ensaios uma lona plástica.

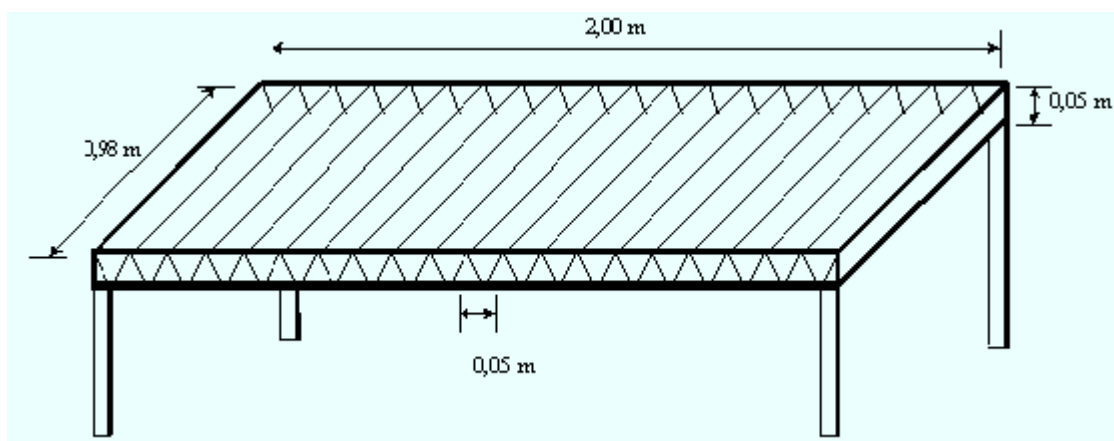


Figura 1- Esquema do banco de ensaio

3.1.1.3. Jogo de bicos

Os bicos utilizados durante os ensaios foram cedidos pela empresa Jacto S. A., sendo bicos hidráulicos de jato plano (leque) e jato cônico (vazio). Os bicos jato plano foram bicos com ângulo de abertura de 110 graus e vazões nominais de 0,15, 0,2 e 0,3 gal/min. As especificações destes jogos de bicos foram: API 110015, API 11002, API 11003, LD 110015, LD 11002, LD 11003 para os bicos jato plano e JD 12P para os bicos jato cônico.

3.1.1.4. Manômetros

Foi utilizado manômetro com escala de 0 a 16 bar, da marca Jacto. O manômetro foi previamente calibrado, obtendo a relação entre a pressão indicada e a pressão real.

3.1.1.5. Etiquetas para amostragem das gotas

Durante a realização dos ensaios para amostragem das gotas utilizou-se etiquetas de plástico (papel contact). Estas etiquetas foram confeccionadas a partir de folhas de plástico “contact” brancas, com dimensões de 30 por 60 mm, conforme Figura 2. Para permitir a avaliação das gotas foi adicionado um corante negro, marca Guarany, na proporção de 1 grama do corante para 1 litro de água, ao líquido pulverizado.

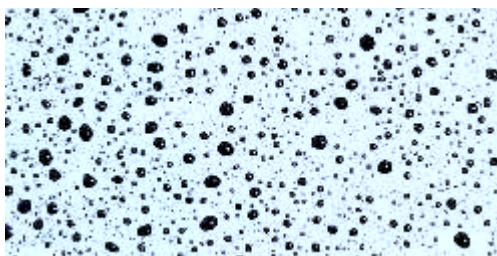


Figura 2- Etiqueta de papel contact utilizada para amostragem de gotas

3.1.1.6. Dados psicrométricos

Para determinar a umidade relativa e a temperatura ambiente, durante os ensaios, utilizou-se um psicrômetro. A partir da temperatura de bulbo molhado e bulbo seco calculou-se os valores de umidade relativa. Durante os ensaios também foi medida a velocidade do vento na altura do banco de ensaios, utilizando-se um anemômetro digital.

3.1.1.7. Análise das imagens

Para captar as imagens das populações de gotas e ângulos de abertura dos jorros foi utilizado uma máquina fotográfica digital MAVICA, marca Sony e para análise das imagens foi utilizado o programa “Image Tool for

Windows” Versão 2.0 Alpha 3, capaz de medir estruturas de diversas formas e tamanhos.

3.1.2. Métodos

3.1.2.1. Avaliação dos bicos

Esta avaliação constou de uma comparação dos bicos hidráulicos de jato plano (leque) e jato cônico (vazio), adequados para a pulverização de produtos inseticidas, principalmente relacionados com suas características técnicas:

- a) vazões nominais;
- b) ângulos de pulverização;
- c) perfil de distribuição;
- d) populações de gotas produzidas ;
- e) coeficiente de variação na distribuição, em função da sobreposição e das pressões de trabalho.

3.1.2.2. Repetitividade dos ensaios dos bicos

Este procedimento possibilitou verificar se os bicos que seriam utilizados nos ensaios posteriores apresentavam as mesmas características técnicas de funcionamento. Para tanto foram realizados ensaios de determinação da vazão com cinco bicos de mesma vazão nominal.

Para determinação das vazões foi coletado o líquido pulverizado em proveta graduada de 2000 mL, com sensibilidade de 10 mL, durante um tempo mínimo de 60 s nas pressões de 2, 3 e 4 bar. Esta operação foi repetida cinco vezes para cada bico, sendo determinados em seguida, através de um programa de computador, as vazões médias para cada bico.

3.1.2.3. Espectro da população de gotas

Para determinar a cobertura superficial em termos de gotas por unidade de superfície, a área de cobertura, o diâmetro da mediana numérica (DMN), o diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e o coeficiente de

homogeneidade (SPAN), foram realizados uma série de ensaios no interior do Laboratório de Mecanização Agrícola, procurando evitar ao máximo a influência do vento.

Foram utilizados nestes ensaios o pulverizador marca Jacto provido de válvula de pressão constante e o pulverizador de precisão, etiquetas de papel contact e os bicos já citados anteriormente.

Visando obter uma melhor visualização das gotas e maior contraste entre a gota e o papel utilizado para captura das gotas foi utilizado um corante negro, marca Guarany, dissolvido em água na proporção de 1 grama de corante para 1 litro de água fervente.

Foram colocadas cinco etiquetas de papel contact dispostas ao longo da faixa de aplicação e transversalmente à direção de avance, totalizando assim 5 repetições para cada tratamento. Os equipamentos foram deslocados sobre esta faixa a uma velocidade a 4 km/h.

Os valores correspondentes aos impactos por unidade de superfície (gotas/cm²), área de cobertura, diâmetro da mediana numérica (DMN), diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e coeficiente de homogeneidade (SPAN), em cada ensaio foram obtidos através do programa "Image Tool for Windows" versão 2.0 Alpha 3.

As taxas de pulverização para cada tratamento foram obtidas a partir da equação 1:

$$Q = \frac{q}{V f} 600$$

equação 1

em que,

Q - taxa de pulverização, L/ha

q - vazão do bico, L/min

v - velocidade de avance, km/h

f - faixa de aplicação do bico, m

3.1.2.4. Espectro da população de gotas para bicos utilizados no ensaio de campo

Neste ensaio determinou-se em laboratório o espectro da população de gotas somente para os bicos que seriam utilizados no ensaio de campo, ou seja, API 11003 e JD 12P. A razão de escolha destes bicos foi devido ao fato de não se conseguir as taxas de pulverização utilizadas no experimento de campo com os demais bicos. Foi utilizada a mesma metodologia para determinação do espectro de gotas descrita anteriormente. No entanto foram utilizadas para o bico API 11003 as velocidades de 1,2 km/h, 1,71 km/h e 2,4 km/h, obtendo-se respectivamente as taxas de pulverização de 1000 L/ha, 700 L/ha e 500 L/ha e para o bico JD 12P a velocidade de 0,9 km/h obtendo-se como taxa de pulverização 700 L/ha.

3.1.2.5. Perfil de distribuição dos bicos

Para a determinação do perfil de distribuição individual, os bicos foram colocados individualmente no centro do banco de ensaio descrito anteriormente e durante um tempo mínimo de 60 s, sendo o volume depositado ao longo da faixa de deposição coletado em cinco repetições. Os perfis de distribuição foram obtidos nas alturas de 30, 40 e 50 cm e pressões de 1, 2, 3, 4 e 5 bar. Em seguida foram traçados os gráficos posição versus volume acumulado, obtendo assim, o perfil de distribuição individual para cada bico.

3.1.2.6. Uniformidade de distribuição do conjunto de bicos

Para a avaliação do conjunto de bicos sob condições preestabelecidas de trabalho em laboratório, o perfil de distribuição dos mesmos foi determinado utilizando o banco de ensaios descrito anteriormente e um programa de computador que permitiu elaborar os perfis de distribuição e calcular os coeficientes de variação para diferentes graus de sobreposição entre bicos, obtidos em função da altura de trabalho, conforme equação 2.

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}}{\frac{\sum X_i}{n}} \right) 100$$

equação 2

em que,

CV - Coeficiente de variação, %

X_i - volume do líquido contido nas provetas, mL

\bar{X} - média do volume de líquido nas provetas, mL

n - número de provetas

Neste ensaio foram colocados cinco bicos na barra de pulverização espaçados 50 cm entre si, em posição vertical a 30, 40 e 50 cm de altura em relação ao banco de ensaio durante um tempo mínimo de 60 segundos e em cinco repetições, coletando o volume de líquido recolhido nas provetas ao longo da faixa de deposição dos cinco bicos adjacentes para as pressões de 2, 3 e 4 bar.

O equipamento de pulverização utilizado durante este ensaio foi o pulverizador motorizado descrito anteriormente.

3.1.2.7. Influência da pressão e da vazão nominal dos bicos

Após a determinação da uniformidade de distribuição do conjunto dos bicos foi feito um estudo da influência da pressão do fluido na barra portabicos e da vazão nominal sobre o coeficiente de variação encontrado, considerando as pressões de 2, 3, 4 bar, nas alturas de 30, 40 e 50 cm com distância entre bicos de 50 cm. Os dados foram obtidos a partir de 5 repetições.

3.1.2.8. Determinação do ângulo de abertura

Nesta determinação foram obtidas para cada bico e pressões de 1, 2, 3, 4 e 5 bar, cinco imagens frontais do ângulo de abertura do jorro, constituindo as repetições, através de fotografias feitas com a câmera digital e analisadas no programa computacional descritos anteriormente. O ângulo de abertura foi

medido a partir do vértice do jorro e delimitado tangencialmente às suas bordas, conforme Figura 3.

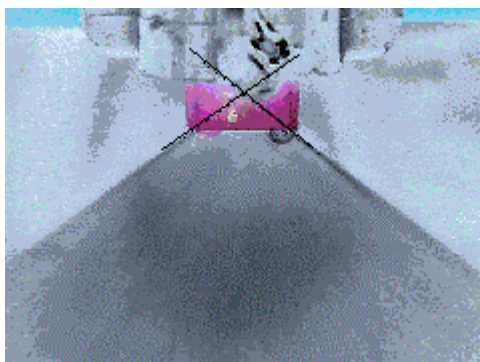


Figura 3 – Modelo de imagem utilizada para determinação do ângulo de abertura dos bicos

3.1.2.9. Influência do ângulo de abertura

Neste ensaio determinou-se o coeficiente de variação da distribuição, em função dos ângulos médios de abertura obtidos no item anterior, mantendo constante a pressão e a altura da barra portabicos. Os dados para análise foram obtidos de cinco repetições.

3.1.2.10. Definição da altura de trabalho da barra portabicos

Após a determinação da uniformidade de distribuição do conjunto dos bicos foi feito um estudo da influência da altura da barra portabicos sobre o coeficiente de variação médio nas pressões de 2, 3 e 4 bar, considerando as alturas de 30, 40 e 50 cm, com distância entre bicos de 50 cm. Os dados para análise foram obtidos a partir dos valores encontrados para as pressões citadas, num total de três repetições.

3.2. Ensaio no campo

3.2.1. Material empregado

3.2.1.1. Equipamentos de aplicação

Durante os ensaios de campo foram utilizados dois pulverizadores, um costal manual marca Jacto, com depósito de 20 L, provido de válvula de pressão constante com mola de 2 bar e um costal à pressão constante.

Os bicos hidráulicos utilizados no experimento de campo foram os bicos API 11003 (leque) e JD 12P (cônico).

As taxas de pulverização foram escolhidas com base na taxa de aplicação que o produtor utilizava para o controle de mosca branca (1500 L/ha). Assim, foram estabelecidas três taxas de pulverização menores, tendo em vista o controle da mosca branca, de forma mais econômica e com menor impacto ambiental. As taxas de pulverização estabelecidas foram 1000 L/ha, 700 L/ha e 500 L/ha.

Durante os ensaios para garantir a segurança do operador foram utilizados os seguintes EPI's: máscara, luvas, avental, botas e chapéu

3.2.1.2. Inseticida

Durante os ensaios de campo foi utilizado o inseticida Confidor 700 GRDA (Imidacloprid) da empresa Bayer S. A., na dosagem de 210 g de ingrediente ativo/ha. A escolha deste inseticida foi baseada no fato deste produto estar registrado no Ministério da Agricultura para controle de *Bemisia tabaci* e estar sendo usado em larga escala pelos produtores para controle deste inseto-praga.

3.2.2. Métodos

Os dados referentes ao experimento de campo foram coletados em uma lavoura comercial de berinjela na cidade de Guidoal-MG durante o mês de Abril de 2000. As plantas de berinjela tinham 6 meses de idade,

apresentando-se bastante arbustivas, com espaçamento de 1 m entre plantas e 1 m entre fileiras.

3.2.2.1. Calibração do equipamento de aplicação

A calibração do equipamento de aplicação constou de duas etapas. A primeira constava na determinação do tempo de aplicação e a segunda da determinação da velocidade de avance do operador. Para a determinação do tempo de aplicação foi colocada no depósito do pulverizador a quantidade de líquido suficiente para aplicar em um determinado tratamento, levando-se em conta suas repetições. Era determinado o tempo necessário para esvaziar o depósito, sendo esse o tempo que o operador deveria gastar para aplicar o líquido em todas as parcelas. Na determinação da velocidade de avance do operador foi delimitada uma área correspondente à área das parcelas, onde o operador equipado com o pulverizador caminhava ajustando-se ao tempo estabelecido anteriormente.

Com a finalidade de manter as velocidades selecionadas e ajudar o operador durante as aplicações, utilizou-se um equipamento eletrônico (temporizador) que emitia um ruído de forma a ajustar o passo do operador com as condições determinadas (Figura 4).

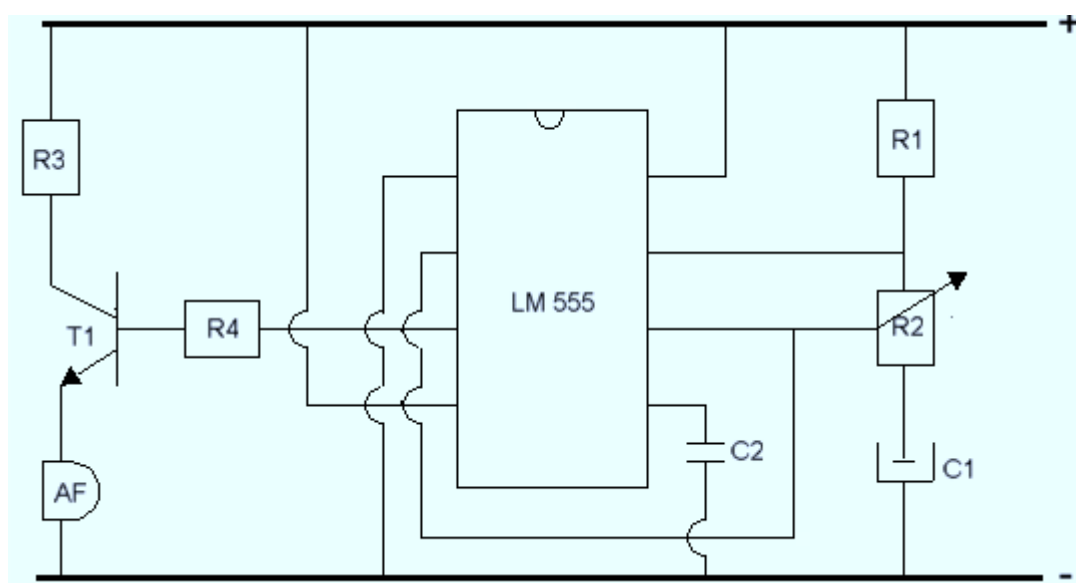


Figura 4 – Circuito eletrônico do temporizador.

Na figura acima R1, R2, R3 e R4 são resistores de 10 K Ω , 100 K Ω , 1 K Ω e 22 K Ω , respectivamente, C1 e C2 capacitores de 10 nF e 1 μ F/20V respectivamente, T1 transistor BC 547, AF alto falante de 8 Ω e LM 555 um temporizador.

3.2.2.2. Desenho Experimental

O desenho experimental da área de ensaio foi do tipo blocos ao acaso. O experimento tinha 5 blocos, sendo os 6 tratamentos (parcelas) distribuídos aleatoriamente dentro de cada bloco. Cada parcela tinha 5 plantas de berinjela, totalizando 5 m de comprimento por 1 m de largura. Como bordadura foi estabelecido que entre parcelas e entre blocos haveria 3 plantas de berinjela. Assim a área total do experimento era de 0,08 ha. Os tratamentos utilizados em campo, listados no Quadro 5, foram combinações de bico hidráulico, equipamento de aplicação e taxa de pulverização.

Quadro 5 - Tratamentos utilizados no experimento de campo

Tratamento	Bico	Equipamento	Q (L/ha)	V (km/h)	q (L/min)
1	API 11003	Costal c/ válvula	500	2,40	1,0
2	API 11003	Costal c/ válvula	700	1,71	1,0
3	API 11003	Costal c/ válvula	1000	1,20	1,0
4	JD 12P	Costal c/ válvula	700	0,90	0,525
5	API 11003	Costal de precisão	700	1,71	1,0
6	-	Testemunha	-	-	-

3.2.2.3. Pré-avaliação do número de ninfas e adultos de *B. tabaci*

Com o objetivo de detectar o número de ninfas e adultos de mosca branca (*B. tabaci*) foi feita uma contagem preliminar antes da aplicação dos tratamentos nas partes apical e mediana do dossel das plantas de berinjela. As amostras foram obtidas de três plantas por parcela, nos cinco blocos, totalizando assim cinco repetições. Para insetos adultos foi adotada a técnica

de batida de folha em bandeja plástica (35 cm de comprimento x 30 cm de largura x 5 cm de profundidade) e para ninfas foi adotada a técnica de contagem direta.

3.2.2.4. Amostragem de mosca branca (*Bemisia tabaci*)

A avaliação de mosca branca consistiu na contagem do número de ninfas e adultos de mosca branca 4, 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos. As amostras de mosca branca (*B. tabaci*), adultos e ninfas, foram coletadas nas partes apical e mediana do dossel de plantas de berinjela, em 3 plantas por parcela, nos cinco blocos, totalizando assim cinco repetições. Para amostragem de adultos e ninfas foi utilizada a mesma metodologia utilizada na pré-avaliação.

3.2.2.5. Caracterização do espectro de gotas obtido

Neste ensaio foram caracterizadas as populações de gotas dos 5 tratamentos utilizados no campo, ou seja, foram utilizados os bicos JD 12 P e API 11003, os equipamentos de aplicação e as taxas de pulverização utilizadas durante o experimento de campo.

Para coleta das amostras foram colocadas vinte etiquetas em cada planta: dez na parte apical do dossel e dez na parte mediana, sendo cinco presas na face superior das folhas e cinco na face inferior. As cinco folhas em cada parte do dossel eram escolhidas conforme a sua posição relativa ao deslocamento do pulverizador. A Figura 5 mostra o esquema e a convenção de nomes utilizados para cada posição das cinco folhas.

Devido às aplicações terem sido feitas com água, para obter uma melhor visualização das gotas e maior contraste entre a gota e o papel utilizado para captura das gotas foi utilizado um corante negro, marca Guarany, dissolvido em água na proporção de 1 grama de corante para 1 litro de água fervente.

Neste ensaio a aplicação foi realizada somente de um lado da planta, diferentemente do que ocorreu durante as aplicações do inseticida, nas quais a aplicação foi feita nos dois lados da planta, visando uma melhor distribuição, em razão das plantas estarem bastante arbustivas.

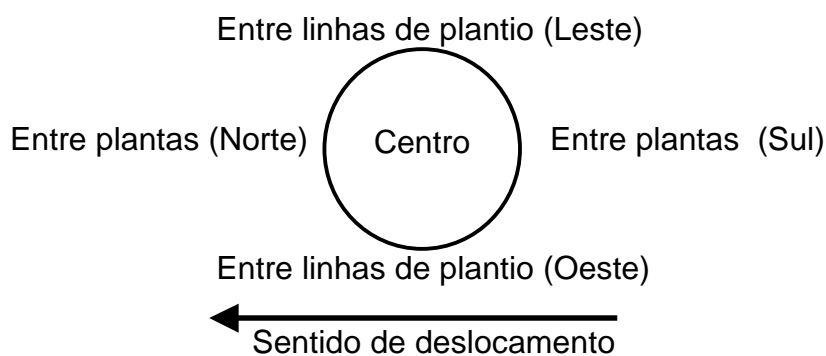


Figura 5 - Posição das etiquetas nas folhas de berinjela

As amostras foram obtidas através de imagens feitas com a câmara digital e programa computacional descritos anteriormente. Foram determinados os valores correspondentes aos impactos por unidade de superfície (gotas/cm²), área de cobertura, o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), o diâmetro da mediana numérica (DMN) e o coeficiente de homogeneidade (SPAN).

3.2.2.6. Determinação da penetração do jorro

Este ensaio foi realizado com o objetivo de se determinar a capacidade de penetração do jorro produzido por cada bico. Foram utilizadas as mesmas etiquetas amostradas para caracterização do espectro de gotas no campo. Em razão de cada posição possuir somente uma etiqueta para amostragem, as etiquetas foram divididas aleatoriamente em 5 áreas de 1 cm², onde foram feitas as análises referentes ao efeito de penetração do jorro através dos impactos obtidos. Para determinação do número de impactos foi utilizado o programa computacional descrito anteriormente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio de Laboratório

4.1.1. Repetitividade dos bicos

Observa-se que todos os cinco bicos, em cada ensaio, apresentaram valores muito próximos de vazão para todas as pressões analisadas (Figuras 6 a 8), fato que demonstra que os bicos utilizados são semelhantes.

4.1.2. Espectro da população de gotas

Os ensaios de populações de gotas pulverizadas mostram a influência das taxas de pulverização sobre o espectro da pulverização resultante.

Pode-se observar pelos Quadros 6 e 7 que para os bicos tipo leque operando nas pressões de 2 e 3 bar, com o aumento da taxa de pulverização ocorreu redução da densidade populacional de gotas (gotas/cm²). Apesar da diminuição do número de impactos, ocorreu aumento de tamanho destas unidades em termos de diâmetro da mediana volumétrica. Os resultados encontrados são concordantes com os verificados por TEIXEIRA (1997), que analisando o efeito da taxa de pulverização sobre o espectro da população de gotas produzido por bicos tipo leque, observou a diminuição do número de gotas por unidade de área e aumento do diâmetro da mediana volumétrica. A uniformidade de aplicação, avaliada através do coeficiente de homogeneidade apresentou para as duas pressões resultados melhores quando se trabalha com menores taxas de pulverização, o que implica na conveniência de se trabalhar com baixos volumes. MORATA et al. (1991) verificaram que quanto menor é a taxa de pulverização mais homogênea é a pulverização. Para as duas pressões analisadas há uma tendência no aumento da porcentagem de cobertura com o aumento da taxa de pulverização. Essa tendência também foi observada por TEIXEIRA (1997). Para o bico JD 12P verificou-se a mesma tendência observada nos bicos tipo leque, ou seja, com o aumento da pressão e conseqüente aumento na taxa de pulverização, ocorreu diminuição no número de gotas por superfície de área, no diâmetro da mediana volumétrica, no coeficiente de homogeneidade e na porcentagem de cobertura.

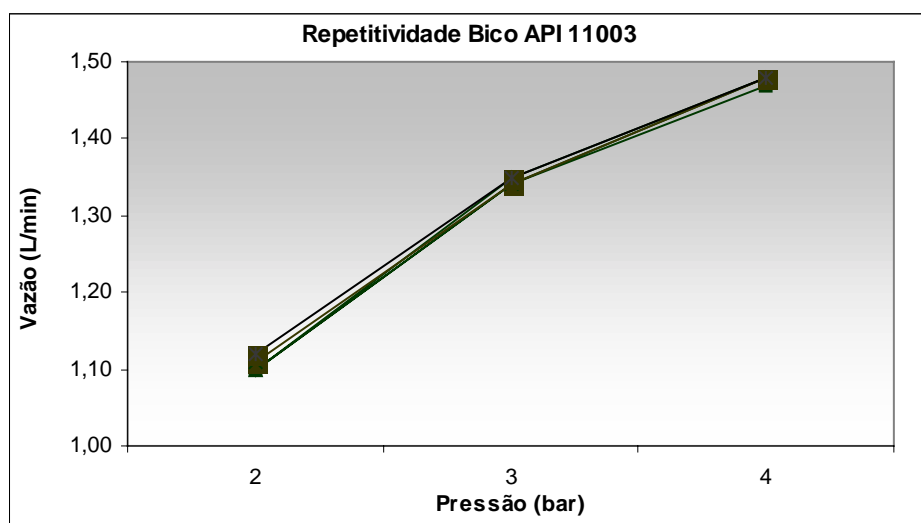
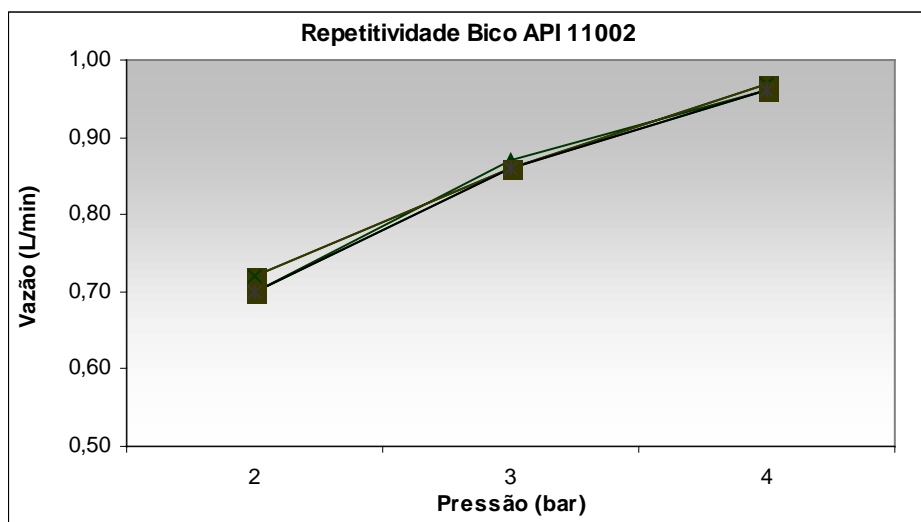
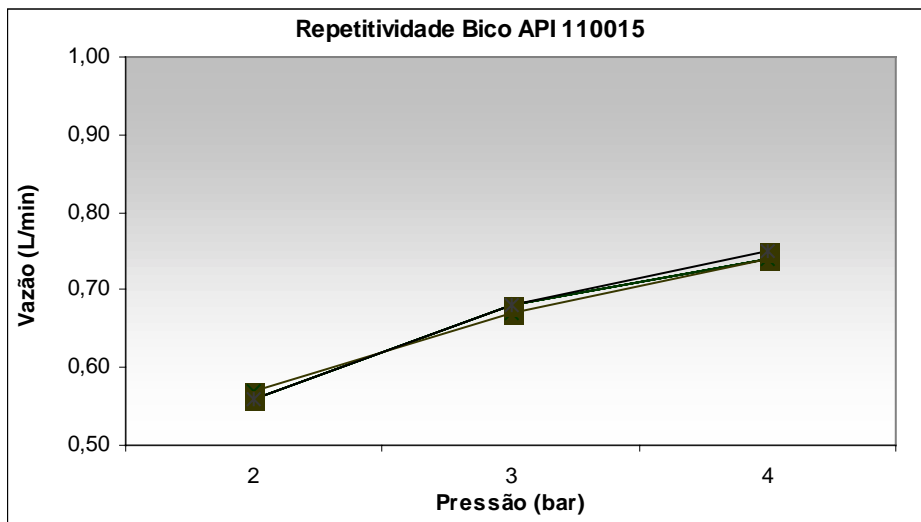


Figura 6 – Valores médios de vazão para bicos série API

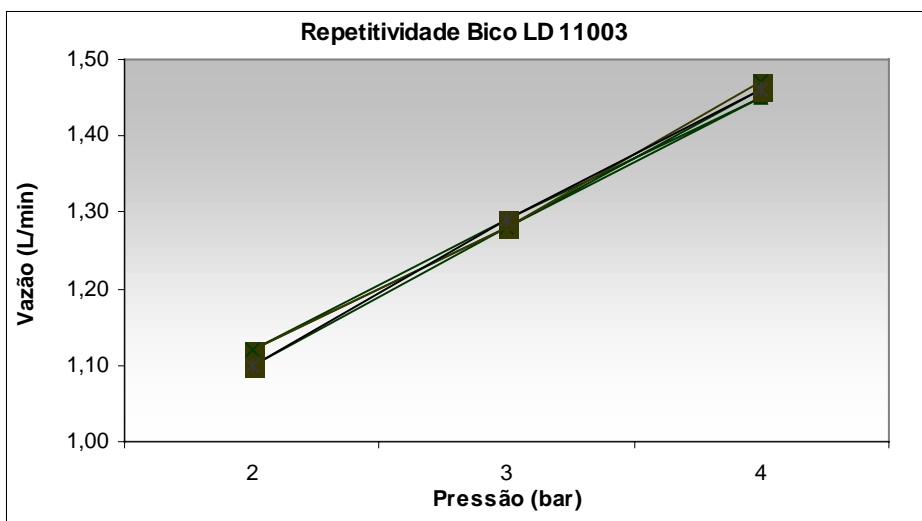
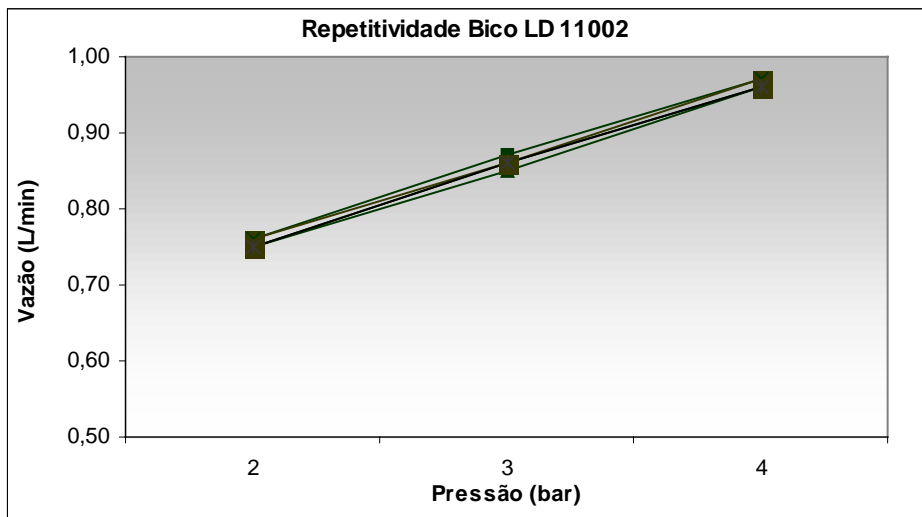
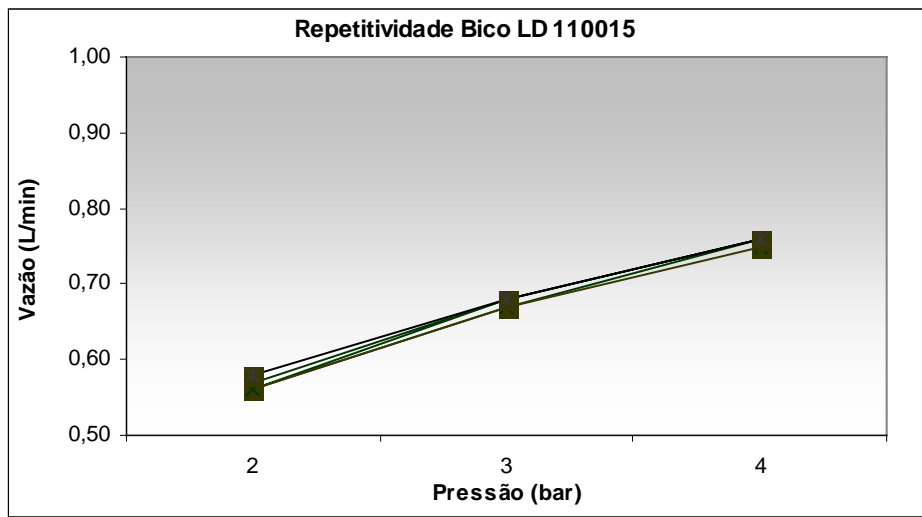


Figura 7 – Valores médios de vazão para bicos série LD

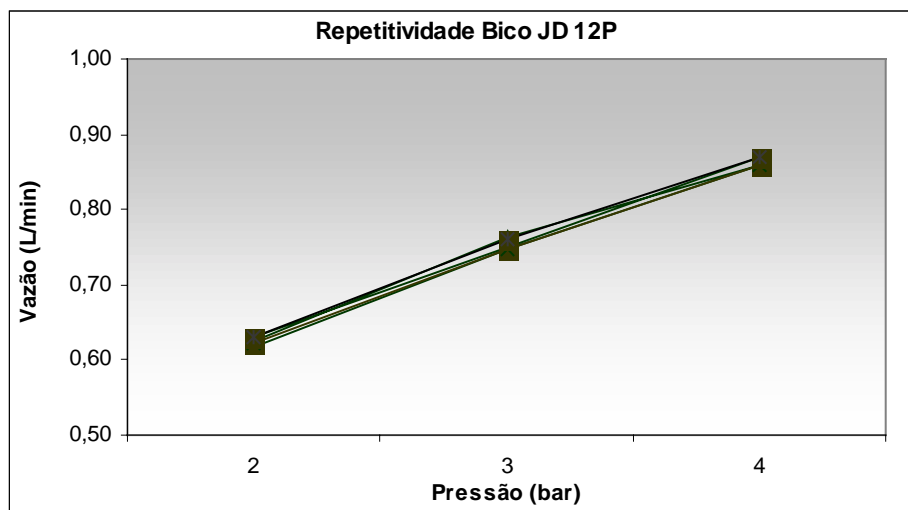


Figura 8 – Valores médios de vazão para bico JD 12P.

4.1.3. Espectro da população de gotas para bicos utilizados nos ensaios de campo

Para o bico tipo leque com o aumento na taxa de pulverização, ocorreu diminuição do número de impactos por unidade de superfície. Observou-se também um aumento no tamanho dos impactos avaliado em termos do diâmetro da mediana numérica e do diâmetro da mediana volumétrica (Quadro 8). Assim, deve-se evitar trabalhar com taxas de pulverização altas, pois o risco de perdas devido ao escoamento torna-se maior. O bico JD 12P apresentou, para a mesma taxa de pulverização, número de impactos por unidade de superfície maior e valores de diâmetro da mediana numérica e diâmetro da mediana volumétrica menores que o bico API11003. Provavelmente isso ocorreu devido ao fato do bico tipo cone fragmentar o líquido em gotas de tamanho menor porém em maior número (BALASTREIRE, 1990). Outro fator importante é que a uniformidade de pulverização foi mais favorável quando se trabalhou com taxas de pulverização entre 500 e 700 L/ha. Entretanto observou-se que mesmo para altos valores de taxa de aplicação o valor do coeficiente de homogeneidade ficou situado entre os valores citados por CARRERO (1996), ou seja, entre 2 e 5.

Quadro 6 - Valores médios relativos ao efeito da taxa de pulverização (Q) na caracterização do espectro da população de gotas para a pressão de 2 bar

Q (L/ha)	Bico	Impactos (gotas/cm ²)	DMN (µm)	DMV (µm)	SPAN (adm)	COB (%)
188	JD 12P	254 bc	180 a	610 c	3,4 b	16,5 ab
171	LD110015	317 a	165 ab	565 d	3,6 b	16,4 ab
225	LD11002	274 ab	155 b	700 b	4,6 a	19,6 a
334	LD11003	251 bc	178 a	745 a	4,2 a	20,0 a
168	API110015	220 cd	127 c	254 g	2,0 c	15,3 b
210	API11002	218 cd	122 c	289 f	2,4 c	18,3 ab
330	API11003	186 d	132 c	468 e	3,5 b	20,5 a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

DMN: diâmetro da mediana numérica; DMV: diâmetro da mediana volumétrica; SPAN: coeficiente de homogeneidade; COB: porcentagem de cobertura.

Quadro 7 - Valores médios relativos ao efeito da taxa de pulverização (Q) na caracterização do espectro da população de gotas para a pressão de 3 bar

Q (L/ha)	Bico	Impactos (gotas/cm ²)	DMN (µm)	DMV (µm)	SPAN (adm)	COB (%)
226	JD 12P	224 bc	190 a	560 c	3,0 bcd	15,7 bc
202	LD110015	280 a	175 a	570 c	3,3 b	14,3 c
258	LD11002	263 abc	185 a	660 b	3,7 b	18,1 ab
386	LD11003	254 abc	160 ab	775 a	4,9 a	19,7 a
204	API110015	264 ab	261 c	261 f	2,2 d	9,7 d
258	API11002	236 abc	135 bc	326 e	2,4 cd	12,8 c
402	API11003	215 c	132 bc	417 d	3,2 bc	13,9 c

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a $p < 0,05$.

DMN: diâmetro da mediana numérica; DMV: diâmetro da mediana volumétrica; SPAN: coeficiente de homogeneidade; COB: porcentagem de cobertura.

Quadro 8 - Valores médios relativos ao efeito da taxa de pulverização (Q) utilizada no experimento de campo na caracterização do espectro da população de gotas para a pressão de 2 bar

Q (L/ha)	Bico	Impactos (gotas/cm ²)	DMN (μ m)	DMV (μ m)	SPAN (adm)	COB (%)
700	JD 12P	227 a	284 b	630 c	2,2 c	26,0 b
500	API 11003	165 b	305 ab	710 c	2,3 c	32,0 a
700	API 11003	142 b	313 a	1200 b	3,8 b	29,3 ab
1000	API 11003	75 c	310 a	1450 a	4,7 a	29,7 ab

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a $p < 0,05$.

DMN: diâmetro da mediana numérica; DMV: diâmetro da mediana volumétrica; SPAN: coeficiente de homogeneidade; COB: porcentagem de cobertura.

4.1.4. Perfil de distribuição dos bicos

Observou-se que os bicos da série LD apresentaram prolongamento do perfil de distribuição, para todas as alturas e pressões. Outro fator importante observado é um abaulamento na parte central dos perfis de distribuição para as alturas de 40 e 50 cm da barra portabicos. Espera-se que devido a estes fatores este tipo de bico não ofereça um perfil de distribuição favorável, o que comprometeria o coeficiente de variação obtido através da sobreposição entre bicos adjacentes (Figuras 9 a 11).

Os bicos da série API apresentaram perfis similares para as diversas pressões e alturas da barra portabicos, havendo maior uniformidade para a altura de 50 cm da barra portabicos. Observou-se também que para os perfis dos bicos 110015 e 11002 há em sua zona central uma pequena depressão que pode vir a comprometer a uniformidade de distribuição, avaliada em termos de coeficiente de variação entre bicos adjacentes na barra portabicos. Para a altura de 50 cm da barra porta bicos e pressões maiores ou iguais a 3 bar, nota-se para o bico 11003, uma maior assimetria no perfil de distribuição. Assim é esperado que devido essa maior similaridade do perfil de distribuição individual a uniformidade de aplicação seja maior para os bicos da série API do

que para os bicos da série LD, ou seja, os bicos da série API tendem a apresentar menores valores de coeficiente de variação (Figuras 12 a 14).

Observou-se que com exceção das pressões de 1 e 2 bar e para as alturas de 30 e 40 cm, todas as demais apresentaram uma depressão acentuada na zona central do perfil, característica de bicos do tipo cone. Esta depressão influencia a uniformidade de distribuição, mesmo não ocorrendo sobreposição entre bicos adjacentes na barra portabicos, como é o caso dos bicos tipo cone, devido ao fato de ocorrer picos e depressões ao longo da faixa pulverizada e conseqüente aumento do coeficiente de variação (Figura 15).

4.1.5. Uniformidade de distribuição do conjunto de bicos

A uniformidade de distribuição, avaliada através do coeficiente de variação, é função do perfil de distribuição de cada bico utilizado, do espaçamento entre bicos adjacentes e altura do bico sobre o objetivo. Em todas as análises considerou-se o valor de 7% como máximo para o coeficiente de variação (ISO 5682/1).

Os bicos da série LD apresentaram valores menores de coeficiente de variação, embora acima do recomendado (7%), para as alturas de 40 e 50 cm da barra portabicos, exceção feita ao bico 110015. Os piores valores de uniformidade de distribuição, foram observados para a altura de 30 cm, sendo os maiores valores relacionados com o bico 11003 (Quadro 9). Provavelmente estes resultados são decorrentes da incorreta sobreposição entre bicos adjacentes na barra portabicos, ou seja, sobreposição inferior a 30%, o que implica em baixa uniformidade de distribuição.

A maior uniformidade de distribuição (valor mínimo do coeficiente de variação) para a série API foi obtida com 50 cm de altura da barra portabicos, exceção feita ao bico 11003, nas pressões de 2 e 3 bar onde não há diferenças significativas entre os valores de 40 e 50 cm de altura da barra portabicos, ficando os valores de coeficiente de variação abaixo de 7%. Observou-se também que assim como os bicos da série LD, nas diversas alturas estudadas, a menor uniformidade de distribuição é obtida para a altura de 30 cm da barra portabicos (Quadro 10). Essa boa condição de uniformidade de distribuição foi conseguida devido ao perfil apresentado pelos bicos da série o que favorece a correta sobreposição entre bicos adjacentes na barra portabicos.

Os resultados obtidos são coerentes com os apresentados por TEIXEIRA (1997). Segundo o autor a melhor condição de sobreposição para bicos tipo leque com ângulo de abertura de 110°, é conseguida com alturas da barra portabicos situadas entre 40 e 50 cm.

Os bicos tipo cone apresentam valores demasiadamente altos de coeficiente de variação, entretanto com o aumento da pressão associado à maior altura da barra portabicos há uma diminuição dos valores de coeficiente de variação (Quadro 11). Provavelmente essa deficiência é causada pela falta de sobreposição, característica dos bicos tipo cone, na barra portabicos.

Quadro 9 - Valores de coeficiente de variação, trabalhando com diferentes pressões e alturas da barra portabicos para os bicos da série LD

PRESSÃO (bar)	Altura da barra portabicos (cm)		
	30	40	50
LD 110015			
2	18,30 aA	12,73 bA	12,11 bB
3	12,73 bB	13,44 bA	15,75 aA
4	12,11 bB	12,61 bA	15,85 aA
LD 11002			
2	18,18 aA	7,17 bB	7,90 bA
3	16,27 aB	7,47 bB	8,10 bA
4	15,81 aB	11,07 bA	8,27 cA
LD 11003			
2	32,59 aA	11,22 bA	8,87 bA
3	29,42 aA	10,41 bA	8,45 bA
4	28,85 aA	10,09 bA	7,08 cA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna, para cada bico não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

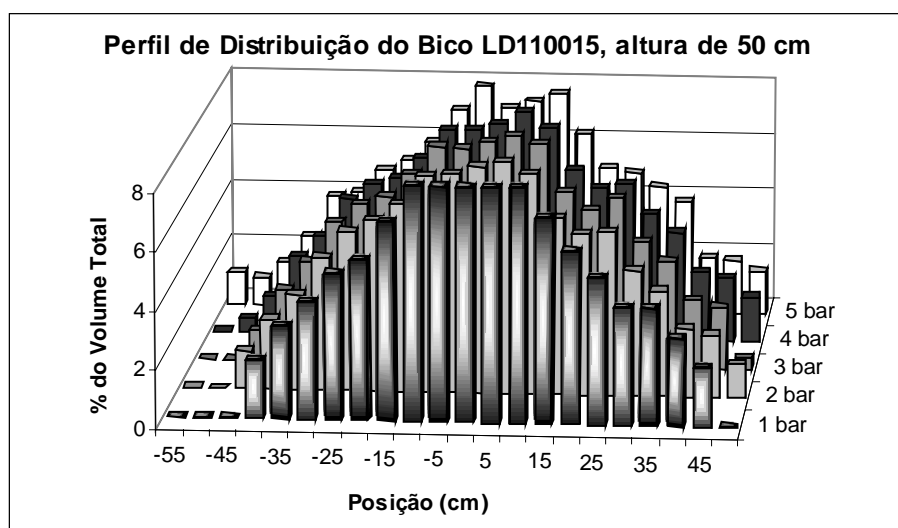
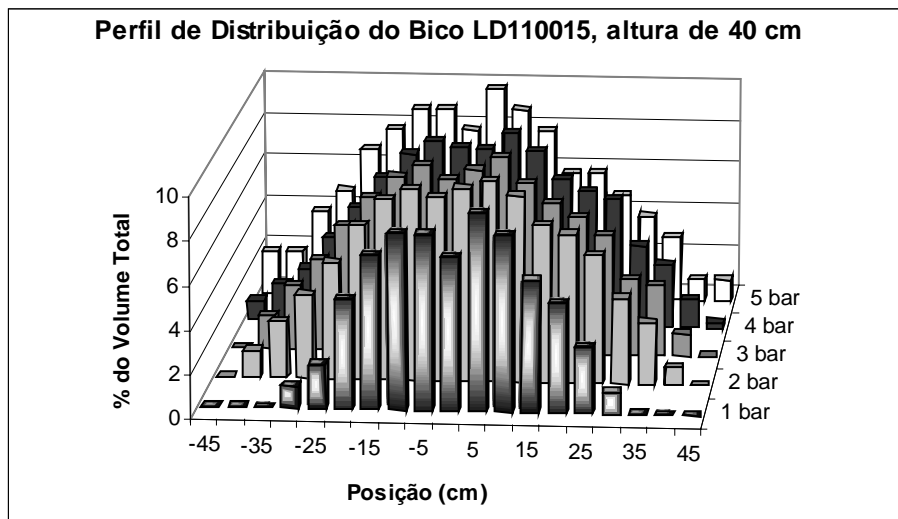
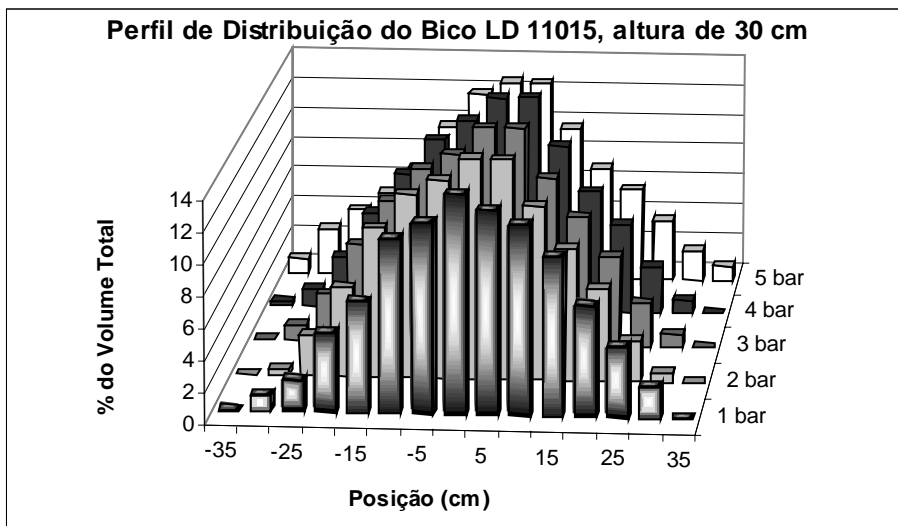


FIGURA 9 - Perfil de distribuição dos bicos LD 110015.

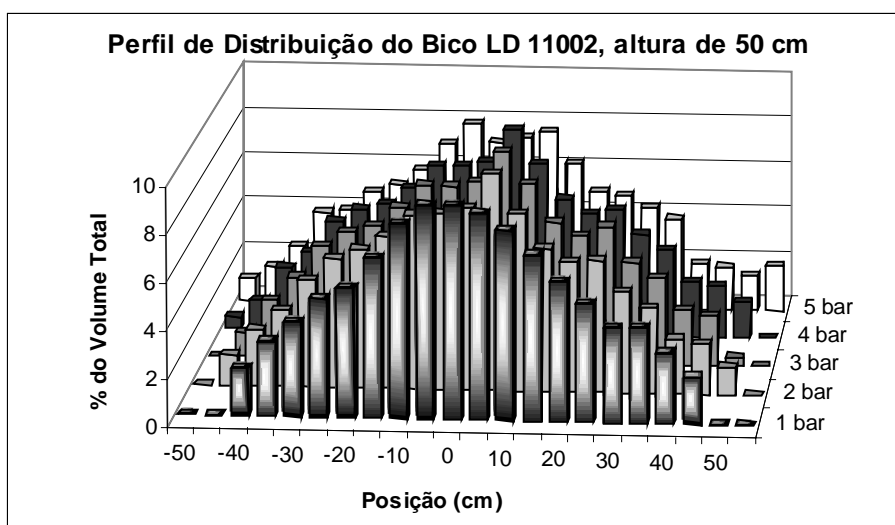
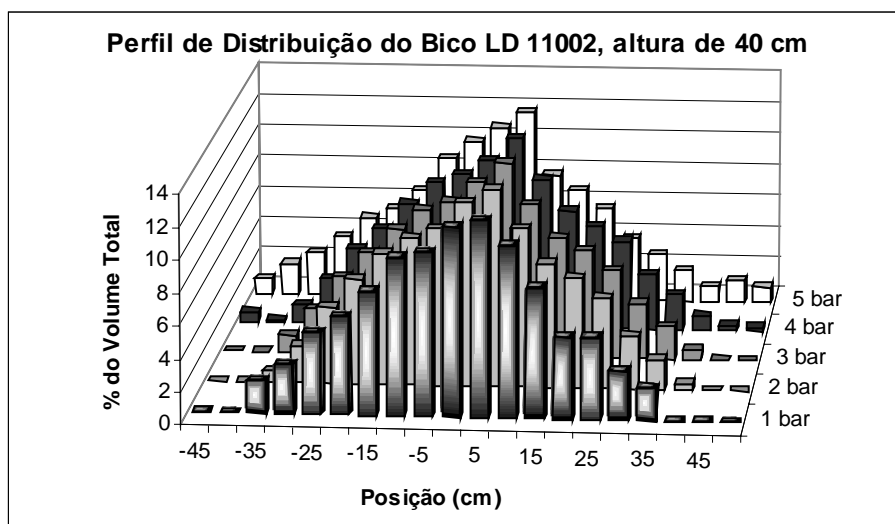
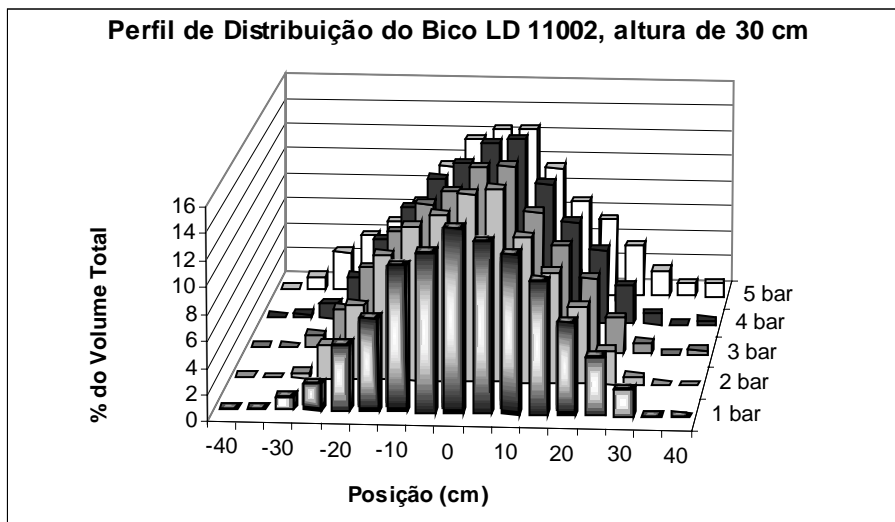


FIGURA 10 - Perfil de distribuição dos bicos LD 11002.

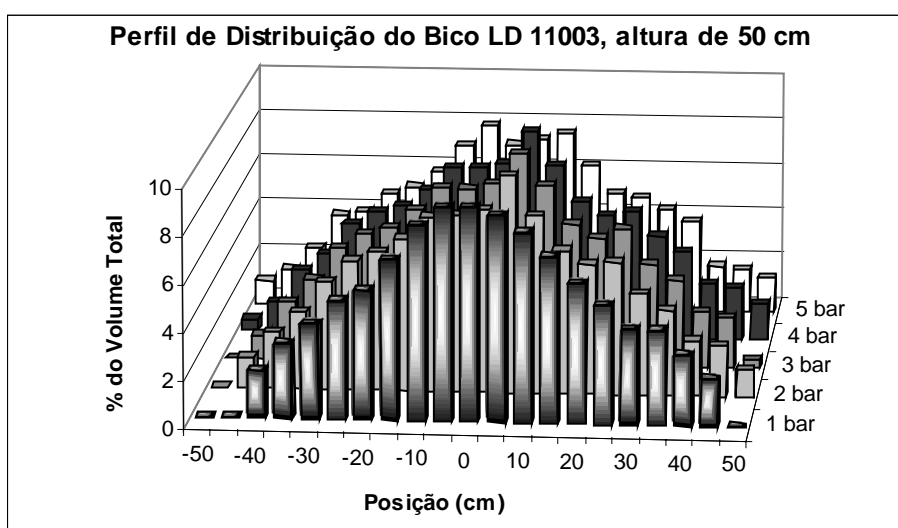
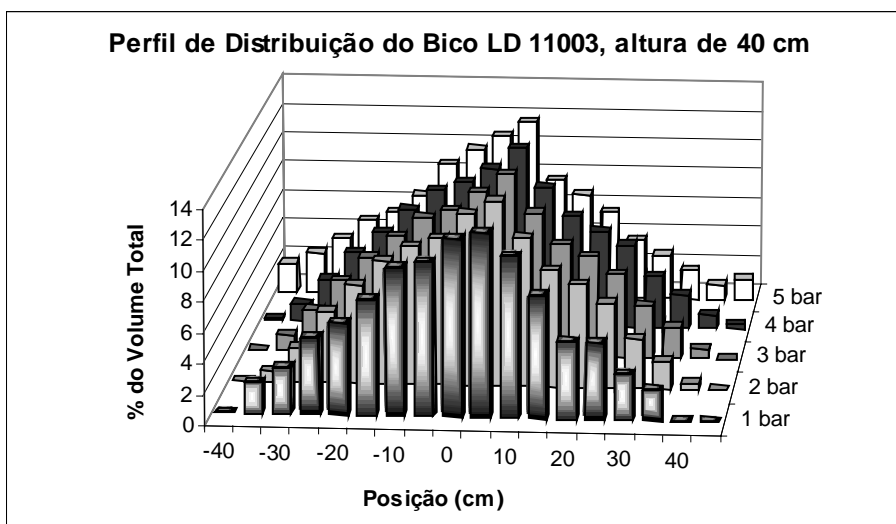
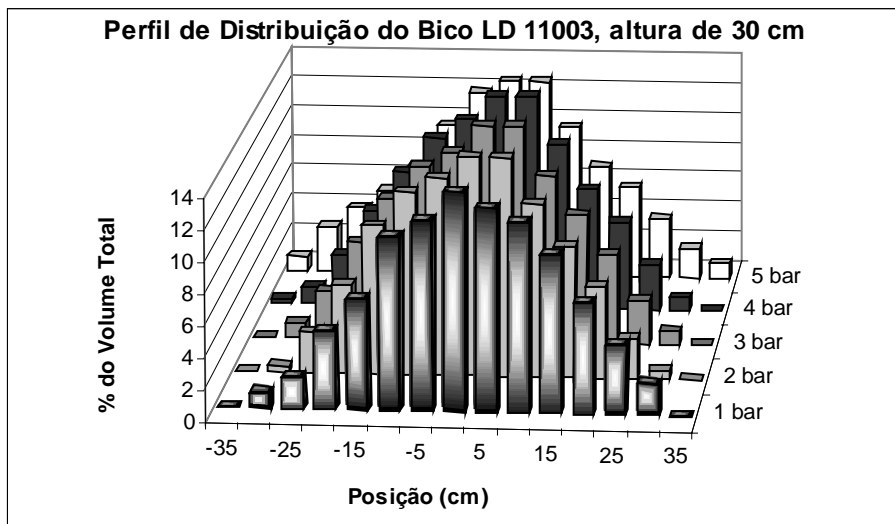


FIGURA 11 - Perfil de distribuição dos bicos LD 11003.

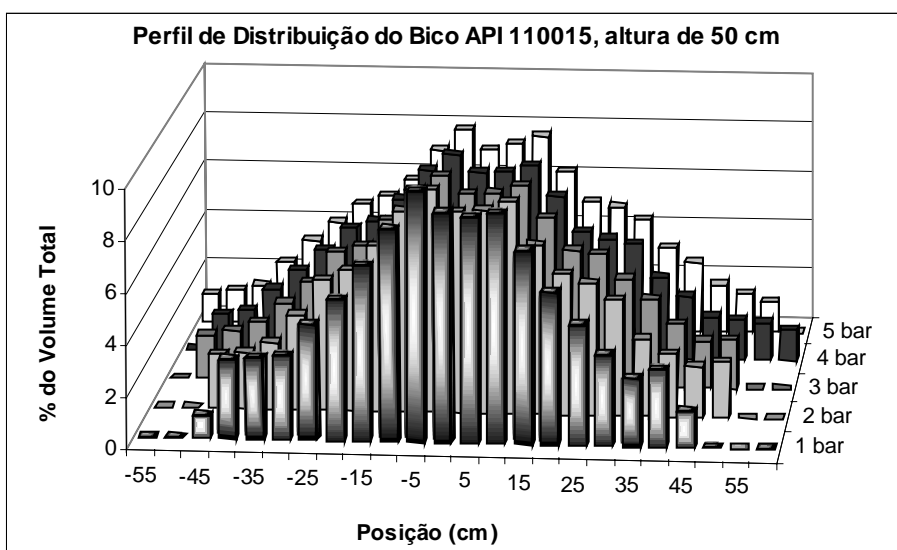
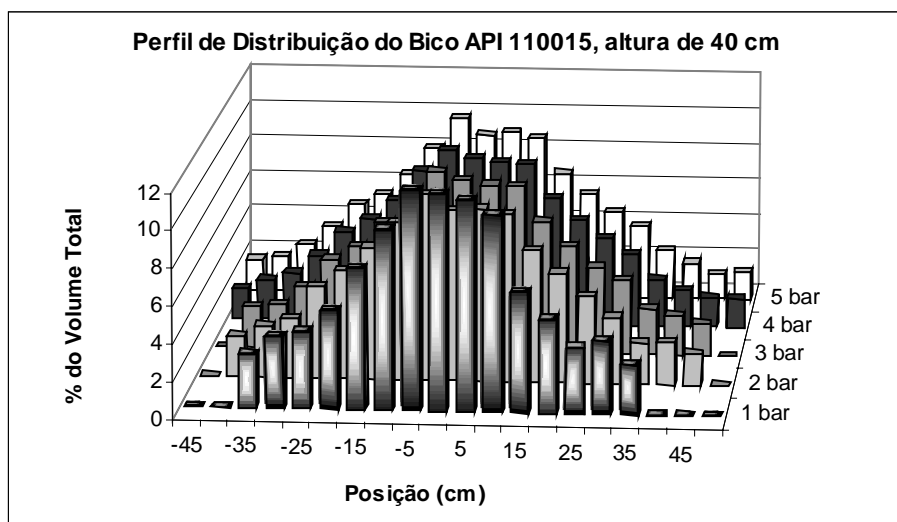
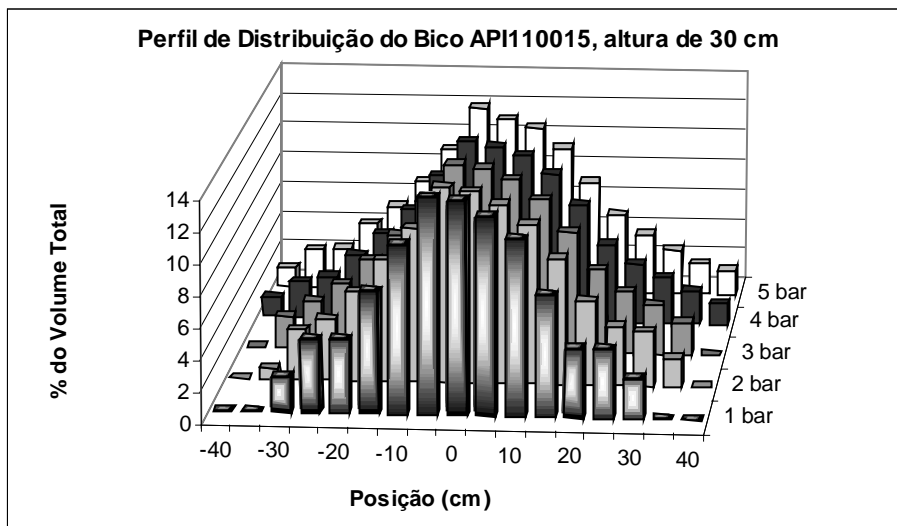


FIGURA 12 - Perfil de distribuição dos bicos API 110015.

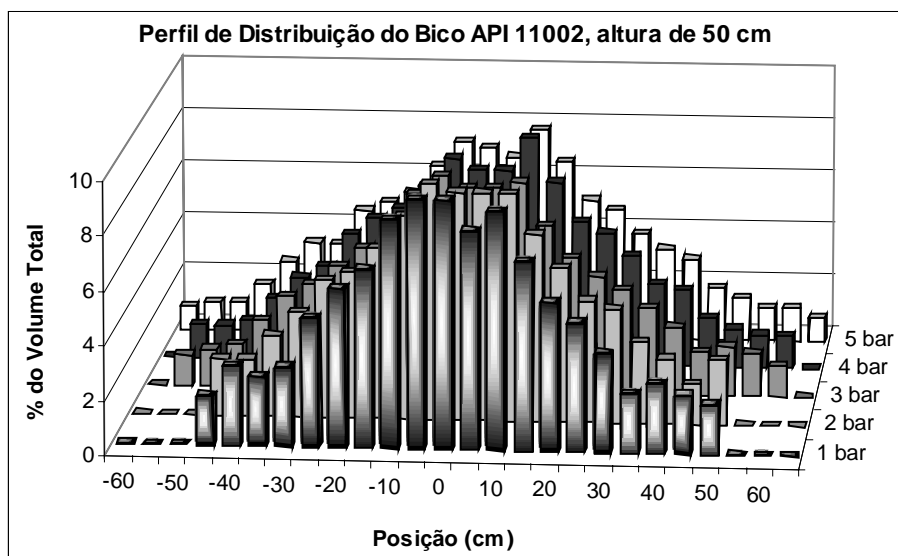
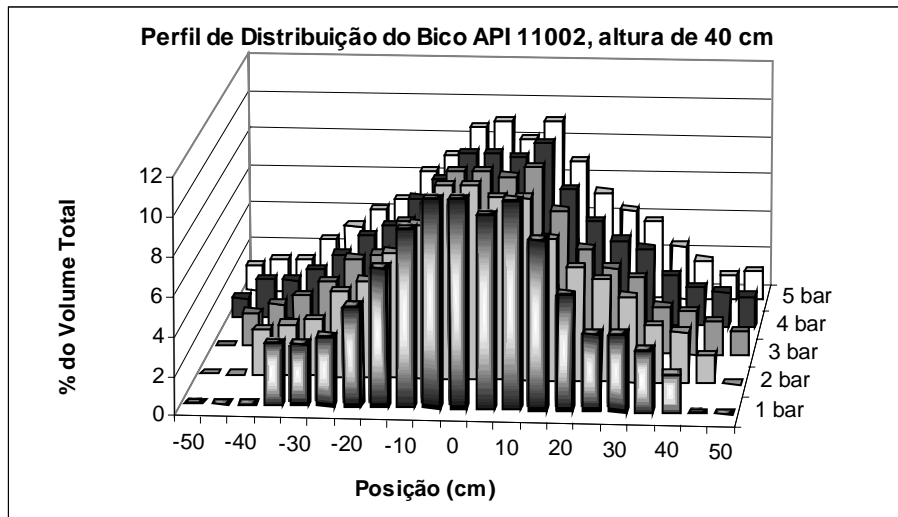
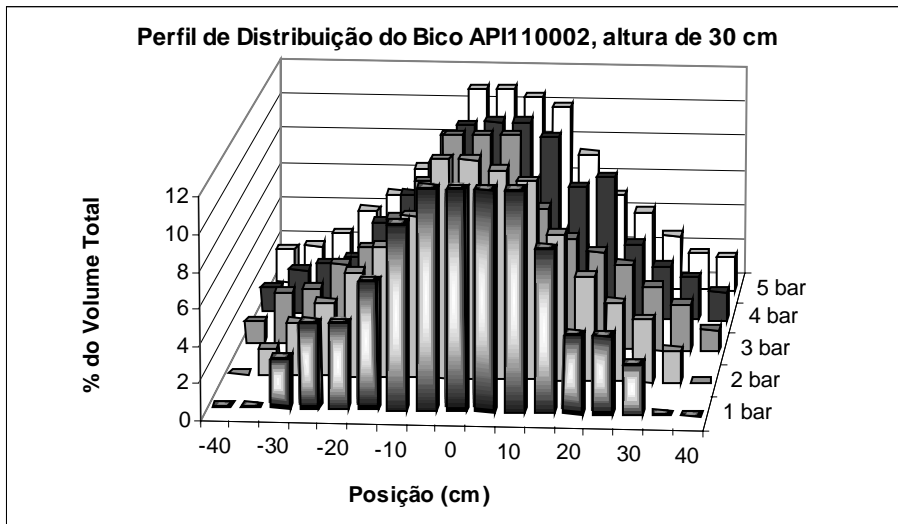


FIGURA 13 - Perfil de distribuição dos bicos API 11002.

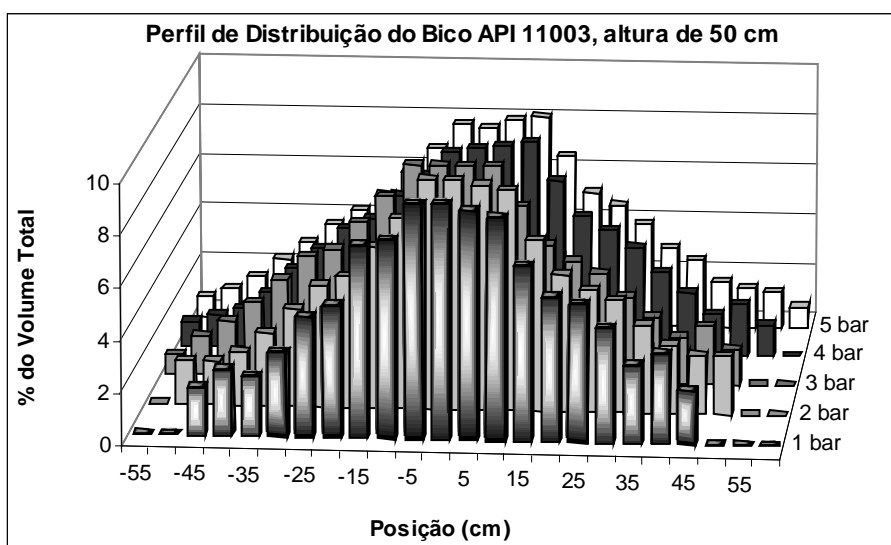
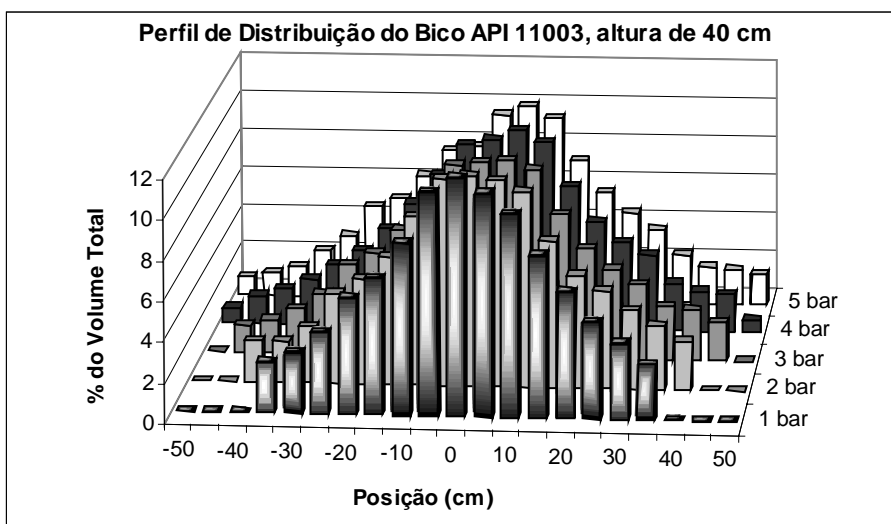
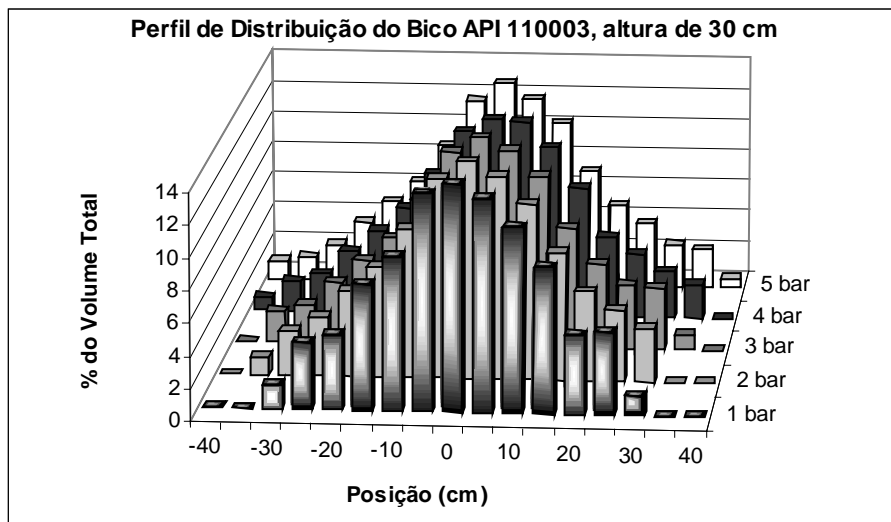


FIGURA 14 - Perfil de distribuição dos bicos API 11003.

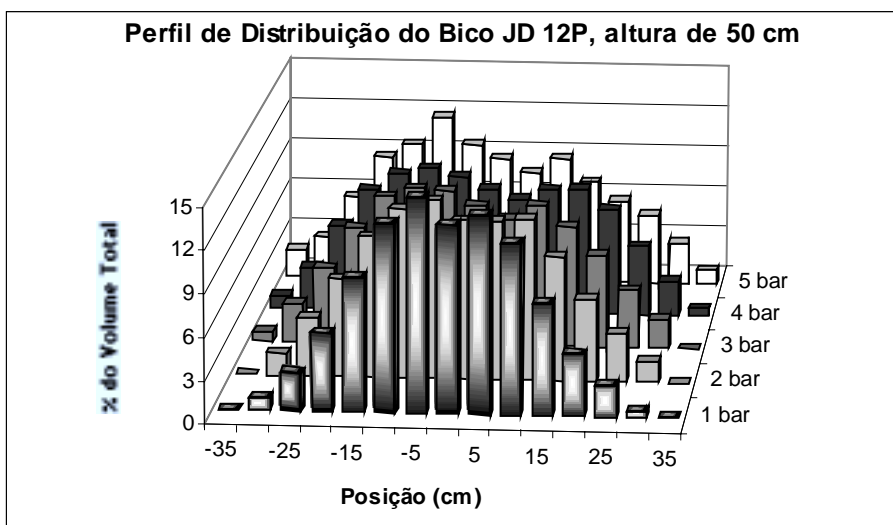
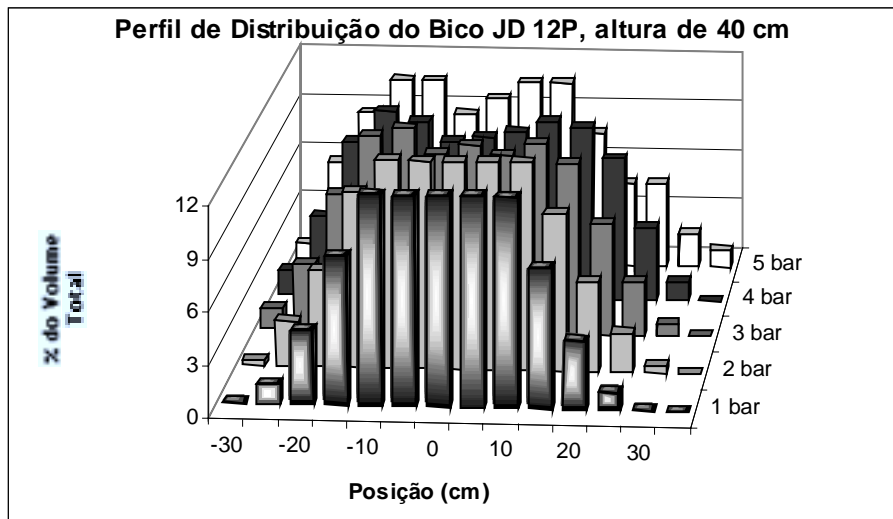
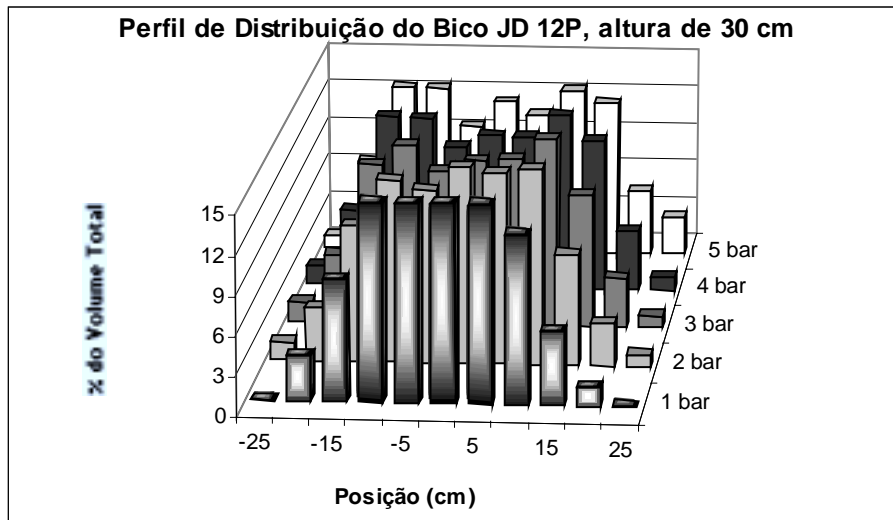


FIGURA 15 - Perfil de distribuição dos bicos JD 12P.

Quadro 10 - Valores de coeficiente de variação, trabalhando com diferentes pressões e alturas da barra portabicos para os bicos da série API

PRESSÃO (bar)	Altura da barra portabicos (cm)		
	30	40	50
API 110015			
2	19,87 aA	9,48 bC	4,74 cB
3	16,05 aB	10,16 bB	5,11 cB
4	16,42 aB	13,08 bA	6,06 cA
API 11002			
2	14,06 aB	6,73 bC	5,05 cB
3	13,57 aC	7,50 bB	4,90 cB
4	15,12 aA	11,17 bA	6,97 cA
API 11003			
2	21,62 aA	4,89 bB	4,84 bB
3	19,86 aB	5,73 bB	4,76 bB
4	20,78 aAB	10,70 bA	7,49 cA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna, para cada bico não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 11 - Valores de coeficiente de variação, trabalhando com diferentes pressões e alturas da barra portabicos para o bico JD 12P

PRESSÃO (bar)	Altura da barra portabicos (cm)		
	30	40	50
2	53,80 aA	51,69 aA	46,87 aA
3	49,70 aA	45,28 bB	40,56 cB
4	46,32 aA	41,43 bC	39,91 bB

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna, para cada bico não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

4.1.6. Influência da pressão e da vazão nominal dos bicos na uniformidade de aplicação

Observou-se que para a altura de 30 cm da barra portabicos e nas diversas vazões nominais, os bicos LD apresentaram valores de coeficiente de

variação acima de 7%, sendo que os maiores valores foram obtidos para vazão nominal maior (11003). Para as alturas de 40 e 50 cm houve uma melhora nos valores de coeficiente de variação nas diversas vazões nominais porém apresentando ainda valores acima de 7%. Para a altura de 40 cm da barra portabicos os bicos de média vazão foram os que apresentaram os menores valores de coeficiente de variação e para a altura de 50 cm praticamente não houve diferenças entre os bicos de média e alta vazão (Quadro 12).

Para os bicos da série API observou-se para a altura de 30 cm que todos os valores estão acima do recomendado, porém os bicos de média vazão foram os que apresentaram os menores valores. Já para a altura de 40 cm houve uma melhora significativa em termos de coeficiente de variação, sendo os menores valores obtidos para os bicos de maior vazão e pressão de 2 e 3 bar. Na altura de 50 cm todas as vazões nominais apresentaram excelentes valores de coeficiente de variação, ou seja, valores abaixo de 7%, exceção feita ao bico 11003, na pressão de 4 bar, cujo valor ficou acima do estabelecido, porém não apresentou diferença estatística significativa para o bico 11002 (Quadro 13). Novamente foi verificado que os bicos da série API são mais adequados do que os bicos da série LD quando o objetivo é a melhoria da uniformidade de distribuição.

4.1.7. Determinação do ângulo de abertura

A indicação do ângulo de abertura de um bico hidráulico é dado à pressão de 3 bar, portanto, para pressões inferiores e superiores ao indicado pelo fabricante pode haver certas variações.

Foi verificado que o aumento da pressão provocou o aumento do ângulo de abertura. Como pode ser observado, o bico LD apresentou em quase toda a totalidade das pressões estudadas, valores bem abaixo do indicado pelo fabricante (Quadro 14). Isso implicará na diminuição da uniformidade de distribuição, uma vez que não ocorrerá a sobreposição correta entre bicos adjacentes, apresentando picos e depressões ao longo da faixa de deposição, aumentando o coeficiente de variação do conjunto de bicos. Apenas na pressão de 5 bar e bicos de média e alta vazão é que foram obtidos valores iguais ao indicado pelo fabricante, ou seja, 110 graus. Assim, se o objetivo é melhorar a uniformidade de distribuição, pode-se usar como artifício a

diminuição da distância entre bicos, o que implicará numa maior sobreposição entre bicos adjacentes.

Para a série API pôde-se verificar que o aumento da pressão implicou em ângulos de abertura maior, para todos os bicos analisados, existindo uma diferença significativa entre todos os valores com exceção do bico 110015 e pressões de 2 e 3 bar . A pressão de 1 bar apresentou valores muito abaixo daqueles indicados pelo fabricante (110 graus), enquanto que, para a pressão de 5 bar, os valores foram demasiadamente elevados. As pressões de 2 e 3 bar foram as que apresentaram valores mais próximos do indicado pelo fabricante, assim é de se esperar valores de coeficiente de variação baixos favorecendo a uniformidade de distribuição através da correta sobreposição entre bicos adjacentes, para estas pressões (Quadro .15).

Assim como nos bicos tipo leque, para os bicos JD 12P observou-se que houve um aumento nos valores do ângulo de abertura com o incremento da pressão. Observou-se também que os valores de ângulo de abertura para os bicos JD 12P são menores que os valores do bico leque (Quadro 16). Como não há sobreposição entre bicos cônicos adjacentes e devido aos valores baixos de ângulo de abertura implicará em baixa uniformidade de aplicação, avaliada em termos de coeficiente de variação. Assim como nos bicos da série LD, se o objetivo é diminuir os valores de coeficiente de variação, deve-se diminuir a distância dos bicos na barra portabicos.

4.1.8. Influência do ângulo de abertura na uniformidade de aplicação

Observou-se que independentemente da pressão, houve uma tendência de melhora do coeficiente de variação, e conseqüentemente maior uniformidade de distribuição, com o aumento do ângulo de abertura do jorro (Quadros 17, 18 e 19). No caso dos bicos tipo leque, quanto mais próximo dos valores indicados pelo fabricante, ou seja, ângulos próximos a 110° e quanto mais alta estiver a barra portabicos, melhor será a uniformidade de aplicação. Novamente os bicos da série API são aqueles que apresentaram os menores valores de coeficiente de variação, apesar de não existir diferenças significativas para alguns casos. Da mesma forma que discutido anteriormente, os bicos cone apresentaram os mesmos problemas descritos, devendo portanto tomar cuidado quanto a sua utilização nas aplicações.

Quadro 12 - Coeficiente de variação médio do conjunto de bicos LD em diferentes pressões e vazões nominais dos bicos na altura da barra portabicos de 30, 40 e 50 cm

Pressão (bar)	Vazão Nominal do Bico (gal/min)		
	0,15	0,2	0,3
30 cm			
2	18,30 bA	18,18 bA	32,59 aA
3	12,73 cB	16,27 bB	29,42 aA
4	12,11 cB	15,81 bB	28,85 aA
40 cm			
2	12,73 aA	7,17 bB	11,22 aA
3	13,44 aA	7,47 cB	10,41 bA
4	12,61 aA	11,07 abA	10,09 bA
50 cm			
2	12,11 aB	7,90 bA	8,87 abA
3	15,75 aA	8,10 bA	8,45 bA
4	15,85 aA	8,27 bA	7,08 bA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna em cada altura, não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 13 - Coeficiente de variação médio do conjunto de bicos API em diferentes pressões e vazões nominais dos bicos nas alturas da barra portabicos de 30, 40 e 50 cm

Pressão (bar)	Vazão Nominal do Bico (gal/min)		
	0,15	0,2	0,3
30 cm			
2	19,87 bA	14,06 cB	21,62 aA
3	16,05 bB	13,57 cC	19,86 aB
4	16,42 bB	15,12 cA	20,78 aAB
40 cm			
2	9,48 aC	6,73 bC	4,90 cB
3	10,16 aB	7,50 bB	5,73 cB
4	13,08 aA	11,17 bA	10,70 cA

Quadro 13, Cont.

50 cm			
2	4,74 aB	5,05 aB	4,84 aB
3	5,11 aB	4,90 aB	4,76 aB
4	6,06 bA	6,97 abA	7,49 aA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna em cada altura, não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 14 - Ângulo médio de abertura do jorro de bicos LD, em graus, para diversas pressões de trabalho

Pressão (bar)	Série LD		
	110015	11002	11003
1	75,85 cD	86,75 aE	82,15 bE
2	96,07 bC	98,25 aD	94,58 bD
3	105,56 aB	106,63 aC	106,10 aC
4	106,72 bB	108,56 aB	108,13 aB
5	108,26 bA	110,04 aA	110,25 aA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 15 - Ângulo médio de abertura do jorro de bicos API, em graus, para diversas pressões de trabalho

Pressão (bar)	Série API		
	110015	11002	11003
1	90,35 cD	96,29 bE	102,79 aE
2	109,31 bC	109,58 bD	110,08 aD
3	109,95 cC	110,56 bC	111,13 aC
4	111,28 bB	112,81 aB	112,40 aB
5	116,52 bA	116,44 bA	117,32 aA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 16 - Ângulo médio de abertura do jorro de bicos JD 12P, em graus, para diversas pressões de trabalho

Pressão (bar)	JD 12P
1	63,33 d
2	73,30 c
3	73,62 bc
4	76,49 b
5	79,56 a

As médias seguidas da mesma letra não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 17 - Valores de coeficiente de variação médio em função do ângulo de abertura médio dos bicos analisados, na pressão de 2 bar

Bico	Ângulo de Abertura (°)	Altura da barra portabicos (cm)		
		30	40	50
API 110015	109,31 A	19,87 aCD	9,48 bBCD	4,74 cC
API 11002	109,58 A	14,06 aC	6,73 bDE	5,05 cC
API 11003	110,08 A	21,62 aC	4,90 bE	4,84 bC
LD 110015	96,07 C	18,30 aD	13,29 bB	16,70 bB
LD 11002	98,25 B	18,18 aD	7,17 bCDE	7,90 bBC
LD 11003	94,58 C	32,59 aB	11,22 bBC	8,87 bBC
JD 12P	73,30 D	53,80 aA	51,69 aA	46,87 aA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 18 - Valores de coeficiente de variação médio em função do ângulo de abertura médio dos bicos analisados, na pressão de 3 bar

Bico	Ângulo de Abertura (°)	Altura da barra portabicos (cm)		
		30	40	50
API 110015	109,95 B	16,05 aD	10,16 bC	5,11 cDE
API 11002	110,56 AB	13,57 aDE	7,50 bD	4,89 cE
API 11003	111,13 A	19,86 aC	5,73 bE	4,76 bE
LD 110015	105,56 C	12,73 bE	13,44 bB	15,75 aB
LD 11002	106,63 C	16,27 aD	7,47 bD	8,10 bCD
LD 11003	106,10 C	29,42 aB	10,41 bC	8,45 bC
JD 12P	73,62 D	49,7 aA	45,28 bA	40,56 cA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

Quadro 19 - Valores de coeficiente de variação médio em função do ângulo de abertura médio dos bicos analisados, na pressão de 4 bar

Bico	Ângulo de Abertura (°)	Altura da barra portabicos (cm)		
		30	40	50
API 110015	111,28 B	16,42 aD	13,08 bB	6,06 cC
API 11002	112,81 A	15,12 aD	11,17 bBC	6,97 cC
API 11003	112,40 AB	20,78 aC	10,70 bBC	7,49 cC
LD 110015	106,72 D	12,11 bE	12,61 bBC	15,85 aB
LD 11002	108,56 C	15,81 aD	11,07 bBC	8,27 cC
LD 11003	108,13 C	28,85 aB	10,09 bC	7,08 cC
JD 12P	76,49 E	46,32 aA	41,43 bA	39,91 bA

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

4.1.9. Definição da altura de trabalho da barra portabicos

Geralmente a recomendação da altura da barra portabicos em relação ao objetivo é baseada em informações dos fabricantes que levam em consideração o ângulo de abertura do jorro. No entanto ao se fazer esta análise levando em consideração o coeficiente de variação da distribuição de volume de um bico, obtém-se com maior exatidão qual deveria ser a altura da barra. Sendo assim foi realizada uma análise da uniformidade de distribuição dos bicos, determinando o coeficiente de variação médio da distribuição de líquido, para as pressões compreendidas entre 2 e 4 bar. Pode-se observar pelo Quadro 20 que os bicos da série API são os que apresentaram melhores resultados de uniformidade de distribuição, considerando a altura da barra portabicos de 50 cm entre as pressões de 2 e 4 bar e coeficiente de variação médio inferior a 7%. Verificou-se também que os melhores resultados foram obtidos com a barra portabicos a 50 cm de altura sobre o alvo para todos os bicos analisados, destacando-se os bicos da série API por apresentarem os menores valores de coeficiente de variação.

Quadro 20 - Coeficientes de variação médios para os bicos API, LD e JD 12P, para pressões situadas entre 2 e 4 bar, em diferentes alturas da barra portabicos

Bico	Altura da barra portabicos (cm)		
	30	40	50
API 110015	17,45 a	10,91 b	5,30 c
API 11002	14,25 a	8,47 b	5,64 c
API 11003	20,75 a	7,11 b	5,69 b
LD 110015	14,38 a	12,93b	14,57 a
LD 11002	16,75 a	8,57 b	8,09 b
LD 11003	30,28 a	10,57 b	8,13 b
JD 12P	50,79 a	45,18 b	42,55 b

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a $p < 0,05$.

4.2. Resultados dos ensaios de campo

4.2.1. Pré-avaliação do número de ninfas e adultos de *B. tabaci*

Conforme os resultados apontados no Quadro 21, a parte mediana do dossel de plantas de berinjela foi a que apresentou maior número, em média, tanto para adultos como para ninfas de mosca branca. Os resultados são concordantes com os verificados por GUSMÃO (2000) que observou o aumento na densidade de adultos e ninfas de mosca branca da parte apical para a parte basal do dossel de tomateiros.

Quadro 21- Números médios de ninfas e de adultos de *Bemisia tabaci* em função da parte do dossel de berinjela durante a pré-avaliação

Fase do Inseto	Parte do dossel	
	Apical	Mediana
Ninfas	1,72 b	29,66 a
Adultos	5,12 b	26,16 a

As médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste F a $p < 0,05$.

4.2.2. Avaliação dos tratamentos no controle de mosca branca *B. tabaci*

Com o objetivo de se determinar qual a taxa de aplicação que o produtor usava para o controle de mosca branca e compará-la com as taxas de pulverização utilizadas no experimento de campo, foi realizada uma amostragem com o equipamento utilizado pelo produtor nas aplicações inseticidas. Assim foi coletado, em uma proveta graduada, o volume pulverizado num tempo equivalente a 1 minuto. Como resultado foi encontrado uma taxa de pulverização de 1500 L/ha, taxa esta muito alta, o que implica em riscos para o produtor, meio ambiente e consumidor.

Observou-se que a parcela testemunha apresentou, em todos os blocos, diminuição ao longo do tempo do número de ninfas e adultos de mosca branca (*B. tabaci*), maior que os demais tratamentos. Supõe-se que tal fato ocorreu em virtude do pequeno número de plantas usadas como bordadura ou

em virtude de ter ocorrido migração do inseto para outra localidade. No primeiro caso considerando pequena a bordadura (3 plantas), mesmo sendo tomados todos os cuidados para evitar o problema da deriva (foi feita constante monitoramento das condições do vento e de umidade relativa), esta poderia ter ocorrido durante as aplicações, afetando assim as parcelas testemunhas. Como o problema foi diagnosticado após a realização do ensaio de campo e em virtude de não se saber o motivo concreto que levou a tal fato, realizou-se as análises estatísticas levando-se em conta somente os demais tratamentos, excluindo portanto, as parcelas testemunhas.

4.2.2.1. Controle de ninfas de mosca branca (*B. tabaci*)

Verificou-se que o número médio de ninfas na parte apical do dossel foi muito pequeno, quando comparado à parte mediana. Também observou-se que para a parte apical houve uma diminuição no número de ninfas ao longo do tempo após a aplicação, não apresentando entretanto diferenças significativas entre os valores (Quadro 22).

Para a parte mediana do dossel observou-se que, assim como na parte apical, houve diminuição do número de ninfas ao longo do tempo para todos os tratamentos utilizados, sendo que o único tratamento, cujos valores médios do número de ninfas não apresentaram diferenças estatísticas ao longo do tempo foi o tratamento 2 (costal com válvula, bico leque e 700 L/ha).

Outro fator importante foi que ao final do experimento, ou seja, ao vigésimo primeiro dia, os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si. A importância desse fato está diretamente ligada à taxa de aplicação, pois com a menor taxa de aplicação, obtém-se o mesmo efeito das maiores taxas. Para o produtor esse resultado mostra que se o mesmo diminuir à terça parte a taxa de pulverização estará realizando o controle da mosca branca de forma adequada, diminuindo o risco de perdas por escorrimento e conseqüente contaminação ambiental e pessoal, aumentando a capacidade operacional das aplicações e, principalmente, diminuindo custos inerentes ao processo.

4.2.2.2. Controle de adultos de mosca branca (*B. tabaci*)

Para a parte apical do dossel observou-se uma diminuição do número médio de adultos de mosca branca ao longo dos dias após a aplicação para todos os tratamentos utilizados. Entretanto essa diminuição só foi significativa para os tratamentos 1 (costal com válvula, bico leque e 500 L/ha), 2 (costal com válvula, bico leque e 700 L/ha) e 4 (costal com válvula, bico cone vazio e 700 L/ha). Ainda com relação à parte apical, em cada data de avaliação não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos (Quadro 23).

A parte mediana do dossel apresentou comportamento similar à parte apical quanto à diminuição do número médio de adultos ao longo dos dias após a aplicação. Verificou-se que essa diminuição não foi significativa estatisticamente somente para o tratamento 4 (costal com válvula, bico cone vazio e 700 L/ha). Já com relação às datas de avaliação, observou-se que ocorreram diferenças estatísticas significativas somente para o vigésimo primeiro dia, onde os tratamentos 1 (costal com válvula, bico leque e 500 L/ha), 2 (costal com válvula, bico leque e 700 L/ha) e 3 (costal com válvula, bico leque e 1000 L/ha) foram aqueles que apresentaram, em média, o menor número de adultos de mosca branca.

Assim o emprego do tratamento com menor taxa de aplicação pareceu ser o mais adequado para o controle de adultos de mosca branca.

Quadro 22 - Número médio de ninfas de *Bemisia tabaci* na cultura da berinjela após a aplicação dos tratamentos

Equipamento	Tipo de bico	Taxa de aplicação (L/ha)	Pré-avaliação	Tempo após aplicação (dias)*			
				4	7	14	21
(Parte apical do dossel)							
Costal	Leque	500	0,20	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA
Costal	Leque	700	0,20	0,59 aA	1,33 aA	0,00 aA	0,00 aA
Costal	Leque	1000	2,00	0,62 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,28 aA
Costal	Cone vazio	700	5,20	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA
Costal de precisão	Leque	700	9,80	1,19 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA
(Parte mediana do dossel)							
Costal	Leque	500	21,00	8,25 aC	15,46 aA	3,11 bA	1,59 bA
Costal	Leque	700	21,00	5,03 aC	3,98 aB	2,86 aA	1,58 aA
Costal	Leque	1000	41,80	17,05 aB	16,40 aA	7,31 bA	2,96 bA
Costal	Cone vazio	700	58,60	13,89 aB	7,23 bB	3,73 bA	2,62 bA
Costal de precisão	Leque	700	44,00	36,52 aA	19,01 bA	3,27 cA	4,31 cA

* As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou maiúsculas na coluna não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott a $p < 0,05$

Quadro 23 - Número médio de adultos de *Bemisia tabaci* na cultura da berinjela após a aplicação dos tratamentos

Equipamento	Tipo de bico	Taxa de aplicação (L/ha)	Pré-avaliação	Tempo após aplicação (dias)*			
				4	7	14	21
(Parte apical do dossel)							
Costal	Leque	500	3,40	4,17 aA	4,29 aA	3,23 aA	0,34 bA
Costal	Leque	700	8,60	3,36 aA	6,30 aA	1,19 bA	0,16 bA
Costal	Leque	1000	9,40	5,53 aA	4,10 aA	2,37 aA	0,98 aA
Costal	Cone vazio	700	5,00	4,73 aA	4,20 aA	2,87 aA	0,16 bA
Costal de precisão	Leque	700	7,40	3,95 aA	4,69 aA	1,91 aA	0,16 aA
(Parte mediana do dossel)							
Costal	Leque	500	21,80	10,09 aA	15,87 aA	5,27 bA	1,82 bB
Costal	Leque	700	26,40	6,27 bA	13,22 aA	3,43 bA	1,40 bB
Costal	Leque	1000	38,80	13,38 aA	13,97 aA	4,21 bA	2,18 bB
Costal	Cone vazio	700	31,20	13,89 aA	12,35 aA	6,15 aA	8,07 aA
Costal de precisão	Leque	700	32,60	13,38 aA	11,02 aA	6,00 bA	4,35 bA

* As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou maiúsculas na coluna não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott a $p < 0,05$.

4.2.2.3. Espectro da população de gotas obtido nos ensaios de campo

Quadro 24 - Valores médios relativos ao efeito da taxa de pulverização (Q) utilizada no experimento de campo na caracterização do espectro da população de gotas na parte apical do dossel a pressão de 2 bar

Q (L/ha)	Bico	Impactos (gotas/cm ²)	DMN (µm)	DMV (µm)	SPAN (adm)	COB (%)
(Parte superior da folha)						
700	JD 12P	98 c	244 a	337 c	1,39 d	5,24 c
500	API 11003	166 a	200 b	272 d	1,30 d	9,59 b
700	API 11003	139 b	197 b	347 c	1,78 b	11,39 a
1000	API 11003	128 b	239 a	388 a	1,59 c	11,50 a
700	API 11003p	100 c	178 c	365 b	1,95 a	7,77 b
(Parte inferior da folha)						
700	JD 12P	55 c	278 a	383 d	1,38 d	2,53 c
500	API 11003	89 a	224 c	528 b	2,36 b	2,34 c
700	API 11003	80 ab	226 c	526 b	2,32 b	3,88 b
1000	API 11003	71 b	224 c	583 a	2,60 a	5,40 a
700	API 11003p	80 ab	254 b	440 c	1,73 c	5,12 a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

DMN: diâmetro da mediana numérica; DMV: diâmetro da mediana volumétrica; SPAN: coeficiente de homogeneidade; COB: porcentagem de cobertura.

Com o aumento da taxa de pulverização houve uma diminuição do número de impactos por unidade de superfície, devido à sobreposição de impactos, propiciando menor número para contagem. Entretanto, essa sobreposição de impactos favoreceu o aumento da porcentagem de cobertura. Os tratamentos utilizando bico tipo leque apresentaram um aumento da porcentagem de cobertura, quando comparados ao tratamento equipado com bico cone, exceção feita à parte apical e inferior da folha. O aumento da taxa de pulverização houve um aumento no tamanho dos impactos das gotas, avaliado através do diâmetro da mediana volumétrica, apresentando valores excessivamente altos, podendo implicar em perdas devido ao escorrimento.

Todos os tratamentos apresentaram valores de coeficiente de homogeneidade baixos (Quadros 24 e 25).

Quadro 25 - Valores médios relativos ao efeito dos tratamentos utilizados no experimento de campo na caracterização do espectro da população de gotas na parte mediana do dossel

Q (L/ha)	Bico	Impactos (gotas/cm ²)	DMN (µm)	DMV (µm)	SPAN (adm)	COB (%)
(Parte superior da folha)						
700	JD 12P	68 d	231 b	325 e	1,40 c	2,47 d
500	API 11003	149 a	182 d	452 d	2,48 a	4,84 c
700	API 11003	123 b	212 c	531 b	2,50 a	7,63 b
1000	API 11003	109 c	263 a	560 a	2,13 b	7,93 b
700	API 11003p	117 b	206 c	501 c	2,43 a	11,22 a
(Parte inferior da folha)						
700	JD 12P	58 c	245 b	311 e	1,27 d	2,61 d
500	API 11003	104 a	218 d	599 c	2,75 a	8,15 c
700	API 11003	86 b	241 b	649 b	2,70 a	9,18 b
1000	API 11003	80 b	253 a	665 a	2,63 b	11,80 a
700	API 11003p	110 a	231 c	549 d	2,38 c	11,68 a

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a $p < 0,05$.

DMN: diâmetro da mediana numérica; DMV: diâmetro da mediana volumétrica; SPAN: coeficiente de homogeneidade; COB: porcentagem de cobertura.

4.2.2.4. Efeito da penetração do jorro

Pôde-se observar que dentre as diversas posições amostradas, as mais prejudicadas com relação à penetração do jorro foram as posições leste e centro da planta. Por ser o lado que estava mais próximo do operador durante as aplicações, o lado oeste foi o local onde se conseguiu o maior número de amostras, seguido pelos lados norte e sul respectivamente. Esse efeito se deve às características das plantas durante o experimento, ou seja, por elas estarem bastante arbustivas e com folhas muito grandes. Assim, para melhorar o efeito da penetração do jorro e, conseqüentemente, melhorar a uniformidade de distribuição durante as aplicações, torna-se necessário realizar a aplicação em

dois lados da planta opostos entre si. Observou-se também que para as duas partes do dossel e para todos os tratamentos, o número de impactos foi maior na face superior do que na face inferior das folhas. Isso ocorreu provavelmente ao fato do diâmetro da mediana volumétrica ser maior na parte inferior da folha, levando a gotas em menor número e de maior tamanho. Foi verificado também que a parte apical do dossel das plantas foi aquela em que se obteve o maior número de amostras de impactos, possivelmente por esta parte da planta apresentar menor número de folhas e folhas de menor tamanho o que facilitaria a penetração das gotas.

Quadro 26 - Números médios de impactos obtidos no ensaio de campo, para as diversas posições de amostra na parte apical e mediana do dossel de plantas de berinjela

Parte Apical de Planta de Berinjela											
Q (L/ha)	Bico	Parte Superior da Folha					Parte Inferior da Folha				
		N	S	L	O	C	N	S	L	O	C
500	API 11003	87,7	74,5	-	71,1	-	57,3	31,9	-	19,2	-
700	API 11003	75,3	65,2	88,6	45,6	-	70,0	32,3	-	20,9	65,1
1000	API 11003	62,2	52,6	-	50,7	31,8	-	9,4	35,2	63,1	58,1
700	JD 12P	51,4	27,3	45,5	15,3	-	31,0	10,8	-	59,8	-
700	API 11003p	8,5	-	58,3	37,3	45,1	27,0	39,6	69,2	57,9	-
Parte Mediana de Planta de Berinjela											
Q (L/ha)	Bico	Parte Superior da Folha					Parte Inferior da Folha				
		N	S	L	O	C	N	S	L	O	C
500	API 11003	-	72,3	55,9	-	-	44,3	56,1	-	69,4	73,3
700	API 11003	60,9	115,2	-	72,5	74,3	105,7	-	56,4	57,3	-
1000	API 11003	70,9	-	54,4	32,2	-	79,2	22,1	-	-	45,4
700	JD 12P	87,5	51,4	-	86,2	37,9	53,7	44,8	-	77,1	-
700	API 11003p	102,3	-	102,8	85,2	115,1	-	92,6	-	64,6	-

N: Entre plantas (Norte); S: Entre plantas (Sul); L: Entre linhas de plantio (Leste); O: Entre linhas de plantio (Oeste); C: Centro

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa teve como objetivo analisar os parâmetros relacionados com a uniformidade de distribuição transversal da calda pulverizada com diferentes volumes de calda utilizando pulverizadores hidráulicos, no controle da mosca branca (*B. tabaci*), na cultura da berinjela. Para tanto foram realizados ensaios em laboratório e no campo. Os ensaios de laboratório constaram da determinação das vazões de bicos hidráulicos, ângulos de abertura, uniformidade de distribuição, caracterização do espectro de gotas pulverizadas. O experimento de campo, realizado em Guidoal-MG, constou de amostragem de adultos e ninfas de mosca branca e de caracterização do espectro de gotas pulverizadas em plantas de berinjela.

Pelos resultados obtidos a partir da determinação experimental, conclui-se que:

A metodologia utilizada permitiu a caracterização da pulverização em condições de laboratório e campo.

Os espectros das populações de gotas obtidos pela pulverização com os bicos utilizados nos ensaios, medidos sobre etiquetas de plástico (papel contact), permitem visualizar diferenças nos parâmetros que as caracterizavam, obtendo-se um aumento da cobertura superficial à medida que aumentava a taxa de aplicação. Quando são utilizadas altas taxas de pulverização o tamanho de impactos produzido foi excessivamente alto o que pode acarretar em perdas devido ao escorrimento.

Ao avaliar a uniformidade de distribuição conseguida pela sobreposição correta entre bicos adjacentes, foi detectado que o coeficiente de variação da distribuição depende da pressão de trabalho, do ângulo de abertura dos bicos e da altura em relação ao objetivo. Com relação a esses parâmetros a melhor distribuição é obtida quando se trabalha com bicos da série API, para pressões situadas entre 2 e 4 bar e altura de 50 cm sobre o objetivo.

O melhor controle de ninfas e adultos de mosca branca foi obtido através da combinação de equipamento costal manual dotado de válvula de pressão constante (2bar), bico leque (API 11003) e taxa de pulverização de 500 L/ha.

A partir do trabalho realizado cabe formular diferentes recomendações dirigidas a utilização prática dos resultados e continuação das pesquisas pertinentes a este trabalho.

Como recomendações práticas para o controle de ninfas e adultos de mosca branca, a utilização de taxa de aplicação de 500 L/ha é eficaz e equivalente às aplicações realizadas com altas taxas, apresentando impactos uniformes e de dimensões em torno de 500 μm . Para realizá-la deve-se utilizar bicos de jato plano de 110° de ângulo de abertura, de vazão nominal de 0,3 gal/min a 50 cm de altura sobre o objetivo, operando à pressão de 2 bar. Para um melhor controle da pressão de trabalho durante a pulverização, o produtor deve usar equipamento dotado de válvula de pressão constante, pois esta além de manter sempre a mesma pressão, evita o desperdício de calda e diminui o desgaste do operador.

Para continuação das pesquisas pertinentes a este trabalho recomenda-se verificar a influência de taxas de pulverização menores e de sua eficácia no controle de mosca branca, tendo sempre em vista a diminuição do impacto ambiental e a segurança do produtor; avaliar novas formas de amostragem de gotas, comparando e relacionando umas com as outras; avaliar outros bicos hidráulicos existentes no mercado, buscando dessa forma, bicos que favoreçam o espectro de gotas obtido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZIMI, A. H., CARPENTER, T. G., REICHARD, D. L. Nozzle spray distribution for pesticide application. **Transactions of the ASAE**, v.28, n.5, p.1410-1414, 1985.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Editora Manole Ltda. 1990. 307p.
- BAYER S.A. **Correio Agrícola**. Editado por Bayer S. A. – Proteção de Plantas. 1 ed. São Paulo, 1997. 23p.
- BEDFORD, I.D., R.W. BRIDDON, P.J. MARKHAM, J.K. BROWN e R.C. RUSSEL. *Bemisia tabaci*-biotype characterization and the threat of this whitefly species to agriculture. Proc. 1192 **Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases**, n.3, p.1235-1240, 1992.
- BHARTHELEMY, P. BOISGONTIER, D. JOUY, L. LAJOUX, P. **Choisir les outils de pulvérisations**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages – ITCF, 1990. 160p.
- BLECHER, B. Brasil usa e abusa dos agrotóxicos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 3 mar. 1988. 5º Caderno, p. 1.
- BOGLIANI, M., ZOLOAGA, R., PIANTANIDA, N. Influencia de la presión sobre el número de impactos por centímetro cuadrado em tarjetas hidrosensibles. **I Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola**. Chile, 1-4, 1994.
- BROWN, J., K. BIRD J.. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. **Plant Diseases**, n.76, p.220-225, 1992.
- BROWN, J.K. A critical assessment of biotypes of the sweetpotato whitefly in the Americas and adjacent locales from 1989-1992. In: **Proc.Taller Centro Americano y del Caribe sobre Moscas Blancas**. Turrialba, Costa Rica. 66 pp. 1993.
- BROWN, J.K. An update on the whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin. **FAO Bull.** 339: 5-23. 1990.
- BUI, Q. D., WOMAC, A. R., HOWARD, K. D., MULROONEY, J. E., AMIN, M. K. Evaluation of samplers for spray drift. **Transactions of the ASAE**, v.41, n.1, p.37-41. 1998.

- CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitossanitarios**. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Madri: Mundi-Prensa, 1996. 159p.
- CARLTON, J. B., BOUSE, L. F., WITZ, J. A., O'NEAL, H. P. Automating aerial spray deposit analysis. **Transactions of the ASAE**, v.28, n.5, p.1401-1405. 1985.
- CARVALHO, W. P. A. **Estudo comparativo entre métodos de amostragem de gotas para determinação de faixa de deposição nas aplicações de produtos líquidos**. Botucatu, SP, UNESP. 1995. 64p. (Tese M.S.).
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Bicos de pulverização - seleção e uso**. Spraying Systems do Brasil Ltda. Diadema, SP. 1991. 9p.
- COHEN, S., J. KERN, I. HARPAZ e R. BEM-JOSEPH. Epidemiological studies of the tomato yellow leaf curf virus (TYLCV) in the Jordan Valley, Israel. **Phytoparasitica**, v.16, p.259-270. 1988.
- COHEN, S., J.E. DUFFUS e H.Y. LIU. A new *Bemisia tabaci* biotype in the southwestern United States and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infectious yellow viruses. **Phytopathology**, v.82, p.86-90. 1992.
- COSTA, H.S., BROWN J. K. Variability in biological characteristics, isozyme patterns, and virus transmission among populations of *Bemisia tabaci* in Arizona. **Phytopathology**, v.80, p.888-898. 1990.
- DALDIN, C. A. M., NISHIMURA, J., OLIVEIRA, M. R. B. G. **Manejo de agrotóxicos: aplicador de herbicida 2,4-D no manejo do plantio direto**. Organizada por Agrios Brasil – Assessoria Ltda. São Paulo, (s.d.) 24p.
- FERNANDES, H. C. Aplicação de defensivos agrícolas: teoria da gota. **Engenharia na Agricultura**, Cadeno Didático, v.24, p.1-14, 1997.
- FERREIRA, L. T., AVIDOS, M. F. D. Mosca branca - presença indesejável no Brasil. **Biociência**, n.4, p.22-26. 1998.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**. 2.ed. São Paulo: Agronomica Ceres, 1982. v.2, p.310-313.
- FRIEDRICH, T. Approach to improvements in agricultural pesticide application. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.28, n.2, p.15-18, 1997.

- GUSMÃO, M. R. **Avaliação de vetores de viroses, predadores e parasitóides e plano de amostragem para mosca-branca em tomateiro.** Viçosa, MG, UFV. 2000. 42p. (Tese M. S.).
- HENNEBERRY, T.J., TOSCANO N.C. (Eds.). **First Annual Review of the 5-year National Research and Action Plan for the Development of Management and Control of the Sweetpotato Whitefly.** USDA-ARS; USDA-CSRS; USDA-APHIS. 147 p. 1993.
- HOFFMANN, W. C., LINGREN, P. S., COPPEDGE, J. R., KIRK, I. W. Application parameter effects on efficacy of a semiochemical-based insecticide. **Transactions of the ASAE**, v.14, n.5, p.459-463, 1998.
- ISO 10625. Crop Protection - Sprayer nozzles - Colour coding for identification. **International Organization for Standardization.** 1p. 1994.
- KIRK, I. W., BOUSE, L. F., CARLTON, J. B., FRANZ, E., STERMER, R. A. Aerial spray deposition in cotton. **Transactions of the ASAE**, v35, n.5, p.1393-1399, 1992.
- LEFEBVRE, A. H. **Atomization and sprays.** Series: Combustions. Hemisphere Publishing Corporation. 421p. 1989.
- MÁRQUEZ, L. **Máquinas para la protección de cultivos.** Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madri, 1989. 95p.
- MÁRQUEZ, L. **Maquinaria para la aplicación de fitosanitários.** Plan para la Tecnificación del Cultivo de Remolacha. Madri, 1996. 33p.
- MÁRQUEZ, L. Tecnologia para aplicação de defensivos agrícolas. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.** Campina Grande, PB, UFPb. 1997. 27 p.
- MATTHEWS, G. A., COMBELLACK, J. H. The influence of atomizer, pressure and formulation on the droplet spectra produced by high-volume sprayers. **Weed Research.** n.21, p.77-86. 1981.
- MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.
- MORATA, A. F., LIESA, M. A. R., PLANAS, S. **Ensayo dinamico de boquillas de pulverización.** XXV Feira Internacional de Maquinaria Agrícola. Espanha. Zaragoza: 1991. 6p
- MURAYAMA, S. **Horticultura.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1999. 420p.

- NAKANO, O. Controle de pragas: culturas, pragas e inseticidas / Octávio Nakano e Geraldo Papa. Brasília, ABEAS, **Curso de proteção de plantas, módulo 4**, 79p. 1999.
- NAWABI, A. S. A method of direct measurement of spray droplets in a oil bath. **Journal of Agriculture Engeneering Research**, v.15, p.182-184, 1970.
- OZKAN, H. E., REICHARD, D. L., ACKERMAN, K. D. Effect of orifice wear on spray patterns from fan nozzles. **Transactions of the ASAE**, v.35, n.4, p.1091-1096, 1992.
- PRABHAKER, N., TOSCANO, N. C., CASTLE, S. J., HENNEBERRY, T. J. Selection for imidacloprid resistance in silverleaf whiteflies from the Imperial Valley and development of a hidroponic bioassay for resistance monitoring. **Pesticide Science**, v.51, p.419-428, 1997.
- REICHARD, D. L., COOPER, J. A., BUKOVAC, J., FOX, R. D. Using a videographic system to asses spray droplet impaction and reflection from leaf and artificial surfaces. **Pesticide Science**, v.53, p.291-299, 1998.
- RIDER, A. R., DICKEY, E. C. Field evaluation of calibration accuracy for pesticide application equipment. **Transactions of the ASAE**, p.258-261, 1982.
- RODRIGUEZ, M. D. R. Aleuródidos. In: VÁSQUEZ, R. M. (Ed.). **Sanidad vegetal en la horticultura protegida**. Sevilla: Junta de Andalucía, 1994. p.125-153.
- SALYANI, M., WHITNEY, J. D. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. **Transactions of the ASAE**, v.31, n.2, p.390-395, 1988.
- SENAR. **Manejo de agrotóxicos: aplicador de productos fitosanitarios con pulverizador de espalda manual, manual del trabajador**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 1994. 32p.
- SENAR. **Manejo de agrotóxicos: aplicação com pulverizador de barras, manual do operador**. Curitiba Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 1995. 48p.
- SIDAHMED, M. M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**, v.41, n.3, p.531-536, 1998.
- SILVEIRA, A. S., ALBERT JR., I. B. Uma nova espécie de mosca branca preocupa a agricultura brasileira. **Correio Agrícola**, 1 ed. São Paulo, 1997 p.11-13.

- SOUZA, J. C., REIS, P. R. Defensivos agrícolas: precauções na utilização e no manuseio. **Informe Agropecuário**, v.14, n.162, p.70-77, 1989.
- SPEELMAN, L., JANSEN, J. W. The effect of spray-boom movement on the liquid distribution of field crop sprayers. **Journal of Agriculture Engeneering Research**, v.19, p.117-129, 1974.
- TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumes de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. 1997. 310 p. (Tese D. S.)
- TOSCANO, N. C., CASTLE, S. J., HENNEBERRY, T. J., CASTLE, N. P. Persistent silverleaf whitefly exploits desert crop systems. **California Agriculture**, v.52, n.2, p.29-33, 1998.
- VILAS BÔAS, G. L., FRANÇA, F. H., ÁVILA, A. C., BEZERRA, I. C. Manejo Integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. **Circular Técnica Embrapa Hortaliças**. Brasília: 1997. 11p.
- WOMAC, A. R., MAYNARD II, R. A., KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Transactions of the ASAE**, v.42, n.3, p.609-616, 1999.
- YATES, W. E., KAUPKE, C. R. Physical properties and drift characteristics of viscosity-modified agricultural sprays. **Transactions of the ASAE**, v.9, n.6, p.797-802, 1966.
- ZHU, H., DEXTER R. W., FOX, R. D., REICHARD, D. L., BRAZEE, R. D. OZKAN, H. E. Effects of polymer composition and viscosity on droplet size of recirculated spray solutions. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v.67, p.35-45, 1997.