



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE ÁGUA E SOLO

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da dissertação de Mestrado defendida por Antonio Francisco de Oliveira e aprovada pela Comissão Julgadora em 24 de agosto de 1998. Campinas, 25 de fevereiro de 1999.

[Assinatura]
Presidente da Banca

**DISPOSIÇÕES DE BICOS PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDA
EM JATO DIRIGIDO NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)**

Autor: Antonio Francisco de Oliveira

Campinas - SP

Agosto de 1998

7912490

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE ÁGUA E SOLO**

***DISPOSIÇÕES DE BICOS PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDA
EM JATO DIRIGIDO NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)***

**Dissertação apresentada à Comissão de Pós Graduação da Faculdade
de Engenharia Agrícola como parte dos requisitos exigidos para a
obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola**

Campinas - SP

Agosto de 1998

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA	UNICAMP
	OL4d
V.	
E.	
TOMBO BC	37932
PROC.	229/99
	☐ ☐ ☐ ☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	17/06/99
N.º CPD	241-0024229-4

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

OL4d

Oliveira, Antonio Francisco de
Disposições de bicos para aplicação de herbicida em
jato dirigido na cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)
/Antonio Francisco de Oliveira.--Campinas, SP: [s.n.],
1998.

Orientador: Luiz Lonardoni Foloni
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Pulverização. 2. Erva daninha – Controle. 3.
Herbicidas. I. Foloni, Luiz Lonardoni. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
Agrícola. III. Título.

*Este trabalho é dedicado a minha esposa Marlene, pela ajuda e carinho
e aos meus filhos Pedro Lucas, Rafael e Diogo, uma das razões da minha busca por um
mundo melhor*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Lonardoni Foloni, pela orientação e apoio prestado durante a realização deste trabalho.

Ao Eng. Agrônomo José Carlos Christofolleti, pela ajuda imprescindível, sem a qual, este trabalho certamente seria mais árduo.

À Capes, pelo apoio financeiro na forma de bolsa de mestrado.

À todos do DAGSOL, pelo apoio neste trabalho.

Aos funcionários Zé Maria, Luiz, Fubá e Chico, da oficina da Feagri, pela amizade e grande colaboração no desenvolvimento dos equipamentos.

Ao funcionário Edson, pela ajuda no desenvolvimento dos componentes elétricos do equipamento.

À minha amiga Tirza, pela amizade e ajuda nas análises estatísticas.

Ao Lúcio, da Embrapa, pela ajuda com o programa SIARCS

Ao Sr. Robson, do DAGSOL, pela ajuda na aquisição de imagens.

À Aninha e Marta, da CPG, pelo carinho com o qual ajudam os alunos da pós-graduação.

Ao Clovinho e André, do Labin, pela amizade e ajuda nos problemas relacionados a computadores.

À minha amiga Silvana, pela amizade e apoio.

À empresa Jacto, de Pompéia, pela doação de equipamentos.

À Usina Ester, pela colaboração no teste de campo.

À todos os professores, que direta ou indiretamente colaboraram neste trabalho.

Aos meus amigos, Victor, Ná, Angela, Leani, Luidi, Marta e a todos os meus novos amigos da Pós.

RESUMO

Neste trabalho, foi realizado um estudo com a finalidade de viabilizar a aplicação de herbicida não seletivo em pós-emergência em cultura de cana-de-açúcar com até 100 dias de desenvolvimento, para o controle de plantas daninhas em áreas de escape. O herbicida utilizado foi o Roundup (Glyphosate, 360 g/l de i.a.).

O trabalho se desenvolveu em três etapas. Na primeira, foram selecionadas pontas disponíveis no mercado indicadas para aplicações com mínima deriva. As pontas selecionadas foram: Turbofloodjet TF - VS2; Floodjet TKSS.50; TT VP 11002; XR teejet 11002vs; XR teejet 11003VS; Descentrado OC-04; Twinjet TJ-60 11006VS; DG Teejet 11002vs; DG Teejet 11003vs. Posteriormente, se fez uma análise do comportamento das mesmas quanto aos seguintes parâmetros: padrão de distribuição, densidade, DMV, área molhada. Foi também analisada a interferência da velocidade na aplicação. Observou-se que a velocidade interfere significativamente na área molhada, sendo que um incremento da velocidade reduz a área molhada por unidade de área.

Na segunda etapa, foram analisadas diversas possibilidades de disposições das pontas, de forma a obter um padrão de distribuição onde 80 % do volume pulverizado concentrasse na entrelinha e 20 % na linha da cultura, para um espaçamento de 1.40m. Para obter o padrão de distribuição com as características citadas, além das variáveis altura e espaçamento, manipulou-se também o ângulo do bico em relação ao plano horizontal.

Na terceira etapa, com os parâmetros obtidos nas etapas anteriores, construiu-se uma barra com proteção lateral, para aplicação em jato dirigido, com possibilidade de diversas regulagens, de forma a se obter o perfil de distribuição segundo o requerimento da aplicação. Após sua construção, a barra foi testada no controle de plantas daninhas em cultura de cana-de-açúcar com 90 dias de desenvolvimento, apresentando resultados bastante satisfatório, com 90 % de controle das plantas daninhas instaladas tanto na entrelinha, como na linha da cultura, e com um nível de fitotoxicidade praticamente nulo na cultura, segundo a escala EWRC.

Palavras chaves: Tecnologia de aplicação, jato dirigido, bico, padrão de distribuição, herbicida.

SUMMARY

This work reports a study developed to permit the use of non-selective herbicide in postemergence application on reinfested areas of sugarcane crops for weeds control.

The research was developed in three stages. In the first one, the available nozzles in the market which are indicated for minimum drift applications were chosen. The selected nozzles were: Turbofloodjet Tf-Vs2; Floodjet Tkss.50; TT VP 11002; Xr teejet 11002bs; XR teejet 11003VS); Off-center Oc-04; Twinjet Tj-60 11006vs; DG Teejet 11002vs; DG Teejet 11003vs.

Afterwards it was done an analysis of the individual nozzles behavior based on the following parameters: deposition patterns, density, VMD and wet area. Also the effect of the equipment speed during the application was analyzed. It was observed that at higher speed the wet area decreased.

On the second stage, several nozzles combinations were analyzed, by considering a deposition pattern, where 80% of the sprayed volume must be applied in the inter-rows and 20% on the rows of the crop for a spacing of 1,40m. To obtain the deposition pattern with this characteristics, the angle of the nozzle in relation to the horizontal plan was also changed, beyond the variable height and spacing.

On the third stage, a bar with lateral protection was constructed for application in directed spray using the parameters obtained in the previous stages. The bar could be regulated by several way for obtaining the desired deposition pattern. The concept of adjustment developed to bar in directed spray is the innovation on form apply non-selective herbicide in several crop. Over and above that, her construction price is insignificant and your coupling is made in conventional sprayer.

The device was tested in the field for weeds controlling on a 90 days sugar cane crop. The herbicide used was the Roundup (Glyphosate, 360 g/l of i.e.).

The results showed a good control as in the inter-row as in the row of the crop. Ninety percent of all weeds were controlled. The phytotoxicity on the crop was practically null level according to the EWRC scale.

Keywords: application, directed spray, nozzle , equipment, deposition pattern, herbicide.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO.....	III
SUMARY.....	IV
SUMÁRIO.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE QUADROS.....	VIII
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III - REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	5
3.2. ASPECTOS DA APLICAÇÃO DE HERBICIDA	8
3.2.1. TIPOS DE GERADORES DE GOTAS	8
3.2.2. COMPONENTES DE UM PULVERIZADOR HIDRÁULICO	9
3.2.3. IDENTIFICAÇÃO DOS BICOS	11
3.2.4. TIPOS DE BICO.....	12
3.3. SELEÇÃO DO BICO	16
3.4. FATORES ASSOCIADOS À PULVERIZAÇÃO.....	18
3.4.1. VAZÃO	18
3.4.2. TAMANHO DE GOTA.....	19
3.4.3. ESPECTRO DE GOTAS	21
3.4.4. DENSIDADE	22
3.4.5. DERIVA	24
3.4.6. COBERTURA	26
3.4.7. UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO	27
3.5. EQUIPAMENTOS	29
IV. MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4. 1. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	32
4. 1.1. IDENTIFICAÇÃO, SELEÇÃO E TESTE DAS PONTAS	32
4.1.2. PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO	33
4.1.3. DENSIDADE DE GOTAS	34
4.1.4. COLETA DAS GOTAS IMPACTADAS	35
4.1.5. VAZÃO DAS PONTAS	36
4.2. EQUIPAMENTO PROPOSTO.....	36
4.2.1. TESTE DE CAMPO – EFICIÊNCIA E SELETIVIDADE	37
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1. SELEÇÃO DAS PONTAS	40

5.1.1. Seleção.....	40
5.1.2. Perfil de distribuição.....	40
5.1.3. Tamanho de gotas.....	41
5.1.4. Densidade.....	41
5.2. ARRANJO DE BICOS.....	41
5.3. DENSIDADE.....	42
5.4. ÁREA MOLHADA.....	45
5.5. DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO (DMV).....	47
5.6. RESULTADOS DE CAMPO – EFICIÊNCIA E SELETIVIDADE.....	49
5.6.1. Controle e fitotoxicidade.....	50
5.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE O EQUIPAMENTO DESENVOLVIDO.....	52
5.7.1. Conceito.....	52
5.7.2. Utilização.....	53
5.7.3. Custo do equipamento.....	53
VI. CONCLUSÕES.....	54
VII. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	55
VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	56
ANEXO I.....	60
PADRÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS GOTAS, DA PRIMEIRA AMOSTRA, DE CINCO, OBTIDO EM PAPEL SENSÍVEL A TRÊS VELOCIDADES, 4 KM/H, 6KM/H E 8KM/H.....	60
ANEXO II.....	61
HISTOGRAMAS DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DAS PONTAS SELECIONADAS À PRESSÃO DE 1.5 KGF/CM² E ALTURA DE 0.25M DO ALVO.	61
ANEXO III.....	66
CURVAS DE CALIBRAÇÃO DAS PONTAS SELECIONADAS.....	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESQUEMA DE CIRCUITO DE UM PULVERIZADOR HIDRÁULICO	10
FIGURA 2 - COMPONENTES DE UM BICO.....	11
FIGURA 3 - IDENTIFICADORES DE UMA PONTA.....	12
FIGURA 4 - TIPOS DE BICOS MAIS COMUNS UTILIZADOS NA AGRICULTURA.....	12
FIGURA 7- ESPECTRO DE GOTA DE UM BICO HIDRÁULICO.....	22
FIGURA 8 - ESPECTRO DE GOTA DE UM CDA	22
FIGURA 9 - RELAÇÃO ENTRE VOLUME E NÚMERO DE GOTAS	23
FIGURA 10 - PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE UM EQUIPAMENTO CDA SOB DUAS VAZÕES	28
FIGURA 11 - PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE BICOS HIDRÁULICOS	28
FIGURA 12 - MODELOS DE EQUIPAMENTOS EM JATO DIRIGIDO ENCONTRADOS NO MERCADO.	31
FIGURA 13 TESTE TEEJET DE DISTRIBUIÇÃO	33
FIGURA 14 DISTRIBUIÇÃO DA LINHA E ENTRELINHA	34
FIGURA 15: GERADOR DEPRESSÃO.....	33
FIGURA 16: CONJUNTO PARA TESTE	36
FIGURA 17: BARRA SCILANTE.....	35
FIGURA 18 :PAPEL SENSÍVEL A ÁGUA.....	36
FIGURA 19A E 19B: DETALHES DA BARRA	37
FIGURA 20 :CROQUI DO ENSAIO EXPERIMENTAL.....	38
FIGURA 21: PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE ARRANJO DE BICOS COM A PONTA TTVPI 1002VS PARA UM ESPAÇAMENTO DE 1,40M	42
FIGURA 22: MÉDIA DA DENSIDADE EM TRÊS NÍVEIS DE VELOCIDADES	45
FIGURA 23: MÉDIA DA ÁREA MOLHADA DAS PONTAS EM TRÊS NÍVEIS DE VELOCIDADES	47
FIGURA 24: MÉDIA DO DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO (DMV) POR VELOCIDADE	48
FIGURA 25 :VISTA DA ENTRELINHA ANTES DA APLICAÇÃO DE GLIFOSATE EM JATO DIRIGIDO	50
FIGURA 26: VISTA DA ENTRELINHA APÓS 27 DAA DO HERBICIDA GLIFOSATE.....	50

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- PRINCIPAIS INVASORAS DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL E REGIÃO CANAVIEIRA.....	7
QUADRO 2 - ALTURAS DE PULVERIZAÇÃO RECOMENDADAS PARA BICOS JATO PLANO.....	15
QUADRO 3 - TIPOS DE BICOS E APLICAÇÕES RECOMENDADAS.	17
QUADRO 4 - FATORES DE CONVERSÃO PARA LÍQUIDOS COM DENSIDADES DIFERENTES DA ÁGUA.....	19
QUADRO 5 - CLASSE DE PULVERIZAÇÃO EM RAZÃO DO DMV.....	20
QUADRO 6 - DENSIDADE TEÓRICA DE GOTAS NA APLICAÇÃO DE 1 L/HA.....	24
QUADRO 7 - INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE GOTA NA DISTÂNCIA POTENCIAL DE DERIVA	25
QUADRO 8 - COMPORTAMENTO DE GOTAS DE DIVERSOS TAMANHOS EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS.	25
QUADRO 9 - DENSIDADE DE GOTAS RECOMENDADA NO ALVO PARA SOLUÇÕES AQUOSAS.....	26
QUADRO 10: TABELA EWRC (EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL, 1964) E TABELA DE CONTROLE PERCENTUAL	39
QUADRO 11: DISTRIBUIÇÃO DOS VOLUMES DO ARRANJO DE BICOS DA PONTA TTVP11002VS NO ESPAÇAMENTO DE 1,40M.....	42
QUADRO 12: ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE DE TUKEY PARA A VARIÁVEL DENSIDADE.....	44
QUADRO 13: ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE DE TUKEY PARA A VARIÁVEL ÁREA MOLHADA (AM).....	46
QUADRO 14: ANÁLISE DE VARIÂNCIA E MÉDIAS DO DMV OBTIDOS PARA TRÊS NÍVEIS DE VELOCIDADES	47
QUADRO 15: PLANTAS DANINHAS E SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	49
QUADRO 16: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA FITOTOXICIDADE VISUAL.....	50
QUADRO 17: COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA FITOTOXICIDADE VISUAL EM RELAÇÃO AO DAA(DIAS APÓS APLICAÇÃO).	51
QUADRO 18: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS NAS ENTRELINHAS.	51
QUADRO 19: COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO CONTROLE ENTRE DAA.	51
QUADRO 20: COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO CONTROLE NAS ENTRELINHAS.	51
QUADRO 21: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS NAS LINHAS.....	51
QUADRO 22: COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO CONTROLE NAS LINHAS.	51
QUADRO 23: COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO CONTROLE NAS LINHAS ENTRE O DAA.....	52

I. INTRODUÇÃO

A cultura da cana de açúcar (*Saccharum spp*), como todas as outras, sofre em seu período inicial de desenvolvimento, uma concorrência pelas plantas chamadas daninhas. Estas, pelo fato de estarem melhor adaptadas às condições locais, possuem mecanismos mais desenvolvidos que as culturas instaladas no aproveitamento dos recursos disponíveis necessários ao seu desenvolvimento, tais como: nutrientes; água; luz, entre outros.

Só a tiririca (*Cyperus rotundus*), é responsável por um índice de perda calculado em torno de 30% de toda a produção brasileira de cana de açúcar. De acordo com os Técnicos da Coplacana (Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo), o controle das plantas daninhas representa, em média, 15% dos custos de produção, que envolvem mão-de-obra, herbicidas e maquinário. e correspondem a 11 toneladas de cana por hectare, em uma produtividade média de 77 toneladas/ha. Segundo a Orplana (Organização dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo), esse custos totalizam em média R\$ 1.321,00 por hectare, porém apresentam um custo mais baixo para o controle, de 8% desse total (Informativo Cooperacitrus 1996).

Os dados apresentados mostram que o controle das plantas daninhas, principalmente da quarta à décima-quarta semana após o plantio, ou no estabelecimento da cana soca (Alves, 1978), representa uma minimização da perda de produtividade

O controle das plantas daninhas pode ser químico, mediante a utilização de herbicidas, ou mecânico, realizado manualmente ou com equipamento acoplado ao trator. Pode ser realizado em dois estágios distintos: na implantação da cultura (cana-planta) e na cultura já instalada (cana-soca). Atualmente o controle químico é amplamente utilizado, devido a sua eficiência, economicidade e rapidez na execução da operação frente às outras alternativas.

A aplicação do herbicida se faz por equipamentos que pulverizam a “calda”, ou seja, um diluente (água) mais o produto (ingrediente ativo (i.a) e adjuvantes) sobre as plantas daninhas. Quando antecede a germinação das plantas invasoras, a pulverização é chamada de pré-emergência, que pode ser pré-plantio ou pós-plantio, aplicada no solo na área total. Quando a calda é aplicada após a germinação das invasoras ou da cultura, é chamada de pós-emergência (pós-inicial e pós-tardio).

O resultado esperado de uma pulverização é o controle das plantas daninhas dentro de limites aceitáveis, no que se refere à eficiência do produto, à uniformidade da pulverização, a uma relação favorável custo/benefício e a menor interferência possível do produto no meio ambiente (Pitelli, 1981). Quando a cultura já se encontra instalada, além desses aspectos, o controle deve ser feito sem que ocorra uma fitotoxicidade na cultura pelo ingrediente ativo do produto. Conceitualmente, a pulverização, quando aplicada na cultura já instalada, ou seja, em pós-emergência, difere significativamente quanto à forma de aplicação, em relação a não instalada, em pré-emergência (FOSTER & ALVES, 1981). Para a aplicação em pós-emergência, a possibilidade da fitotoxicidade pode ser minimizada pela utilização de produto seletivo à cultura ou aplicando produtos não seletivos sob jato dirigido, com um padrão de distribuição e espectro de gotas adequado, de forma que atinja somente as plantas daninhas.

Normalmente, o controle sob jato dirigido é um recurso para as plantas daninhas não controladas pelos herbicidas pré ou pós-emergentes, consideradas plantas de escape (que escapam ao controle esperado e representam hoje cerca de 10% a 15% da área tratada na cultura da cana-de-açúcar). As plantas de escape podem ser consequência de aplicação inadequada e/ou condições climáticas desfavoráveis exigindo o repasse da aplicação.

Diante das dimensões que a cultura da cana-de-açúcar ocupa no cenário agrícola brasileiro, cerca de 4.5 milhões de ha em área plantada, as plantas de escape podem contribuir significativamente na queda da produtividade global da cultura.

Normalmente, as plantas de escape são controladas com herbicidas aplicados em jato dirigido, ou seja, o jato do pulverizado é direcionado somente às plantas daninhas, não atingindo a cultura. Entretanto, há poucos estudos feitos para estabelecer parâmetros requeridos pela aplicação em jato dirigido, tais como: escolha de bico; tamanho e densidade de gota; padrão de distribuição, especificidade da superfície do alvo e adequação da pulverização ao produto a ser aplicado. Tal fato induz a aplicações inadequadas, consequência da falta de equipamentos

adequados e projetados para tal fim. Equipamentos que possibilitem utilizar herbicidas de baixo custo e excelente espectro, além de características ambientais e toxicológicas mais favoráveis.

Qualquer iniciativa nesse sentido deve ser considerada, principalmente aquela que favorece a racionalização no uso de agrotóxicos na agricultura, contribuindo para minimizar os custos de produção e o comprometimento do meio ambiente.

II . OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo estabelecer um arranjo de bicos para aplicação de herbicida em pós-emergência e em jato dirigido, para o controle de plantas daninhas em áreas de escape na cultura da cana-de-açúcar que em princípio venham atender :

- Controle das invasoras na entrelinha e linha da cultura
- Que o herbicida pulverizado apresente um perfil de distribuição de 80% do volume total na entrelinha e 20 % na linha da cultura.
- Padrão de distribuição com baixo coeficiente de variação (c.v.) na entrelinha
- Mínima deriva em aplicações com produtos não seletivos.
- Viabilizar a utilização de herbicidas não seletivos do grupo do Glifosate.
- Não provocar fitotoxicidade na cultura (mínimo risco)
- Desenvolvimento de um equipamento aplicador em jato dirigido que atenda estas expectativas.

III - REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma gramínea originária da Ásia. Foi introduzida no Brasil no século XVI, trazida da Ilha da Madeira e cultivada quase simultaneamente em Pernambuco e São Paulo. Os primeiros engenhos foram construídos perto de Santos, SP. Durante 150 anos, a cana-de-açúcar foi o principal produto agrícola brasileiro não extrativista, cujo ciclo foi interrompido com a descoberta do ouro e diamantes em Minas Gerais. A importância da cana-de-açúcar começou a diminuir durante o final do século XVIII, quando os holandeses passaram a cultivá-la e a construir engenhos em suas colônias no Caribe. Com o declínio da mineração do ouro no começo do século XIX, renasceu o interesse pela cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Nas últimas décadas, houve um grande crescimento na produção desta cultura, bem como um grande salto nas exportações de açúcar, que passou de 1,3 milhão para 5,2 milhões de toneladas nos últimos seis anos (Agrianual, 1997).

Atualmente, os maiores produtores são: Brasil, Índia, Cuba, México e China. A cana-de-açúcar é cultivada em todos os Estados brasileiros, mas é na região Sudeste onde se concentra a maior produção, 2.733.734 hectares, sendo que só o Estado de São Paulo possui em torno de 2.278.820 hectares, quase 50% do total da área colhida no País, de 4.599.419 de hectares. A região Nordeste participa com 1.213.809 hectares, a região norte com 6.850, a região sul com 327.926 e a região Centro-oeste com 317.926. A produção brasileira prevista para o ano de 1997 foi de 307.470.180 toneladas, com uma produção média de 70 toneladas por hectare (Agrianual, 1997). Pelas dimensões que a cultura da cana-de-açúcar ocupa, é fácil imaginar os prejuízos

decorrentes do controle inadequado das plantas daninhas, principalmente nos primeiros estágios da cultura.

Dentre as várias formas disponíveis para controlar as invasoras, o controle químico com herbicidas passou a ser uma estratégia de grande valor, podendo entretanto provocar efeitos colaterais indesejáveis, principalmente pela confiança excessiva colocada em seu uso rotineiro. Sempre que possível, o uso de herbicidas deve estar associado a outras técnicas de cultivo, que integradas, racionalizam sua utilização, proporcionando maior economia e menor impacto ambiental (Pitelli, 1981).

As práticas de controle das plantas daninhas devem concentrar-se no período de 15-90 dias, no qual se observa uma correlação estreita entre maior competição e menor perfilhamento, e, conseqüentemente, menor produção final, sendo que reinfestações ocorridas após esse período não são suficientes para provocar maiores perdas (Blanco,H.G.,1981; Coleti, 1987; Copersucar, 1982).

O Quadro 1 mostra as invasoras que mais comprometem a produtividade da cultura da cana-de-açúcar e sua distribuição nas regiões canavieiras do Brasil.

Quadro 1- Principais invasoras da cana-de-açúcar no Brasil e região canavieira

Nomes comuns e científico	Região canavieira
Tiririca, Dandá (<i>Cyperus rotundus</i>)	Todas
Capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>)	Todas
Capim-marmelada, marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc)	Todas
Capim-fino ou Capim-Angola (<i>Brachiaria-mutica</i> (Forsk.) Stapf.)	Todas
Gramma-seda (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.)	Todas
Capim-Gengibre, Capim Pernambuco(<i>Paspalum maritimum</i> Trin.)	Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio
Capim-forquilha (<i>Paspalum conjugatum</i> Swartz.)	Todas
Capim-açu (<i>Paspalum virgatum</i> L.)	Bahia, Sergipe, Pernambuco, Rio
Capim-Colônia ou Capim-Sempre-verde (<i>Panicum maximum</i> Jacq.)	Todas
Capim-massambará (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.)	São Paulo, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Rio
Capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn)	Todas
Capim-carrapicho ou Amancebado (<i>Chenchrus echinatus</i> L.)	Todas
Caruru (<i>Amaranthus viridis</i> L.)	Todas
Carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.)	Todas
Guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i> L.)	Todas
Beldroega (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	Todas
Corda-de-Viola (<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth.)	Todas

fonte: (Arévalo e Camargo, 1980).

As plantas invasoras são caracterizadas através de seu fenótipo, ou seja, plantas de folhas estreitas ou folhas largas. São também distinguidas pelo seu ciclo de vida como: anuais; bianuais e perenes (Norcini, 1994). De acordo com Lorenzi (1983), a intensidade dos prejuízos ocasionados pela competição das plantas daninhas sobre a cana-de-açúcar depende principalmente, da duração do tempo em que as plantas permanecem junto competindo pelos fatores vitais (água, luz, nutrientes e CO₂), e do período dentro do ciclo da cultura, em que ocorre esta competição, além de outros fatores, tais como as espécies presentes, sua densidade populacional, o teor de umidade presente e a fertilidade do solo.

Dentre as diversas plantas daninhas que infestam as áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar, a grama-sêda (*Cynodon dactylon*) e a tiririca (*Cyperus rotundus*) são as que mais

podem comprometer a produção final da cultura. Uma alta infestação de grama-sêda pode reduzir a produção de cana em mais de 60% além de reduzir a vida útil do canavial para 2-3 cortes. A tiririca é uma das principais infestantes das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, tanto pela nocividade, como pela distribuição. Sob altas temperaturas, pode-se contar 2.000 plantas/m², as quais após uma capina, chegam a crescer 1-3 cm/dia, podendo comprometer a produção em até 75 %, caso nenhuma medida de controle seja tomada durante o ciclo da cultura, principalmente no período crítico de competição. Além da competição por nutrientes, a tiririca promove a redução da produção pela ação alelopática sobre a cultura de cana, a qual causa uma inibição da brotação, reduzindo drasticamente seu stand.

3.2. Aspectos da aplicação de herbicida

O conjunto de atividades e procedimentos que envolve a aplicação de produtos químicos pode ser englobado dentro do conceito de “Tecnologia de Aplicação”, cujos princípios estabelecem que a calda (diluyente + produto) seja colocada no local adequado (alvo), a uma determinada quantidade (dosagem) para efetuar o controle do problema sem que ocorra contaminação de áreas adjacentes e ser economicamente viável, (Christofolletti, 1992).

3.2.1. Tipos de geradores de gotas

Segundo Bernacki (1967), para aplicação via líquida há basicamente três tipos de geradores de gotas: hidropneumático, hidráulico e centrífugo.

No gerador hidropneumático, o rompimento do líquido resulta do impacto de uma corrente de ar contra uma fina camada de líquido emitida a baixa pressão. Nesse sistema exige-se alta velocidade e alta vazão da corrente de ar. Apresenta como vantagem maior uniformidade no tamanho das gotas em relação ao sistema hidráulico.

A formação da gota nos geradores hidráulicos se dá quando o líquido é submetido a uma determinada pressão em uma câmara, convertendo-se em energia cinética. Nesta condição, segundo Christofolletti (1995), quando o líquido passa pelo bico na forma de uma lâmina fina, se torna instável e se quebra em pequenas gotas. Este sistema tem como desvantagem maior desuniformidade no tamanho das gotas, pois depende da intensidade de energia empregada e de como ela atua na massa líquida. Apesar disso, é o mais utilizado na pulverização de produtos químicos na agricultura brasileira.

No sistema centrífugo a pulverização se produz utilizando a força centrífuga gerada por um ou vários discos que giram a determinada velocidade. As gotas produzidas resultam em tamanho extraordinariamente uniformes, adequadas para tratamentos em "baixo" (LV ou BV) e "ultra baixo" (ULV ou UBV) volume (1 a 50 L/ha, também conhecidos como Aplicação de Gota Controlada ou Controlled Drop Application (CDA). Com a utilização de gotas muito finas se consegue uma boa cobertura com baixos volumes de calda, porém sempre existe maior dificuldade para controlar e dirigir este tipo de gotas pequenas em condições atmosféricas desfavoráveis.

Apresenta-se como método adequado quando a aplicação requer um espectro estreito, por gerar gotas com tamanho controlado (Mathews, 1979).

3.2.2. Componentes de um pulverizador hidráulico

De acordo com o circuito hidráulico tradicional reportado pela Spraying System Co.(1994), os componentes usuais de um pulverizador hidráulico seguem abaixo e são indicados na Figura 1.

- Tanque: Normalmente feito de material não corrosivo e pode ter diversas formas.
- Agitador de tanque: Necessário para manter a calda homogênea.
- Registro de saída: Instalado logo na saída do tanque, bastante útil quando for necessário se fazer reparos no sistema por ocasião do tanque cheio de calda.
- Filtro de linha: Instalado entre o tanque e a bomba, evita que impurezas danifiquem o sistema.
- Bomba: É um componente bastante importante, pois a pressão, a agitação da calda no tanque e o deslocamento da calda até os bicos dependem de seu bom funcionamento. A maioria dos pulverizadores utilizam bombas de pistões, sendo a vazão função do volume de líquido deslocado a cada movimento do pistão e da velocidade de bombeamento. Produzem pressões de até 3922.66 KPa¹.

¹ 98.0665 KPa equivale a: 1 kgf/cm² ou 0.980 bar ou 14.22 lbf/in² ou 0.967 atm

- Câmara de amortecimento: instalada logo após a bomba de até 3 pistões, tem a função de amortecer as pulsações originadas da bomba. Serve para manter constante o fluxo da calda na pulverização. Na Figura 1, a câmara de amortecimento não aparece por estar acoplada na própria bomba, característica das bombas de diafragma.

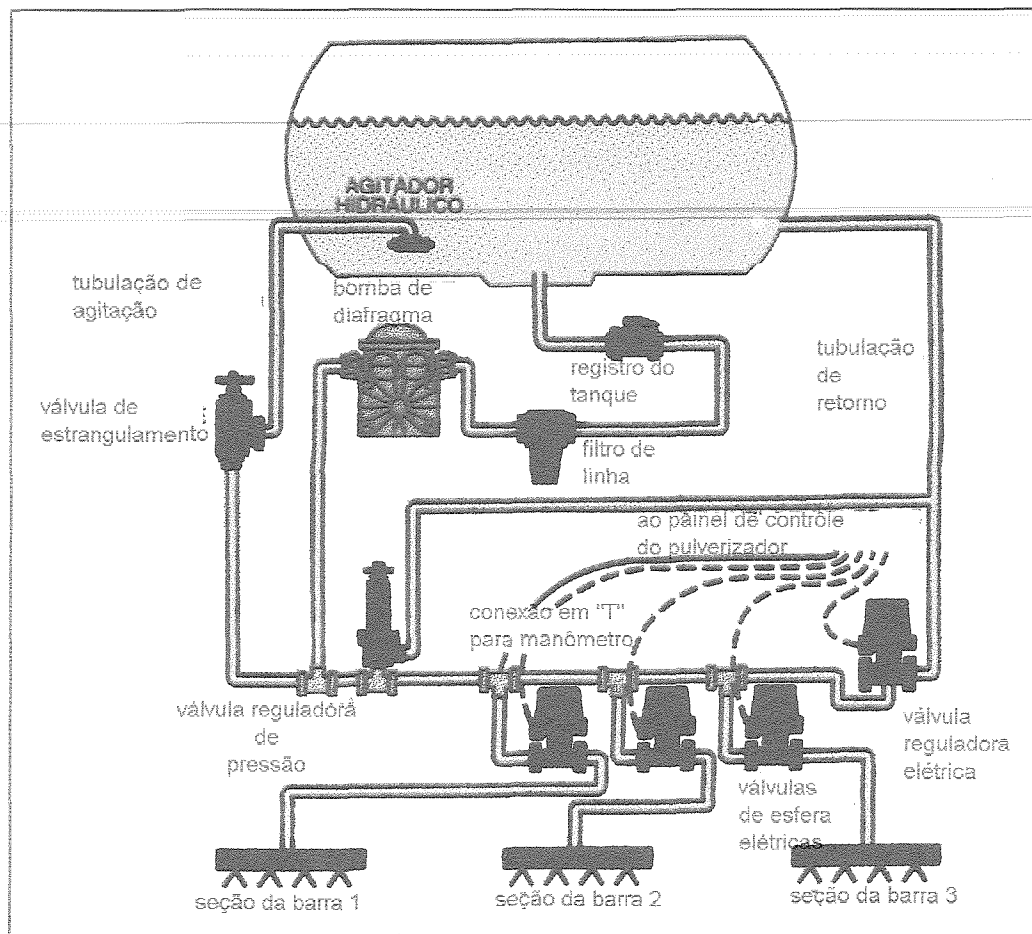


Figura 1 - Esquema de circuito de um pulverizador hidráulico

fonte: Spraying System Co. (1994)

- Válvula reguladora de pressão: Como a pressão produzida pela bomba de pistão de deslocamento positivo é da ordem de até 2941.99 KPa a 3922.66 KPa, o regulador de pressão tem a função de adequar a pressão às exigências do produto a ser pulverizado e às características do bico, visto que herbicidas normalmente requerem baixas pressões, de 98.06 a 392.26 KPa, enquanto que inseticidas e fungicidas necessitam de pressões de até 980.60 KPa. O controle da pressão é de fundamental importância, pois afeta o tamanho da gota.
- Manômetro: Instrumento que indica a pressão de trabalho, normalmente instalado junto à válvula reguladora de pressão.

- Válvula de comando: Componente que se utiliza para interromper o fluxo de calda aos bicos.
- Barra pulverizadora: É na barra que são fixados os bicos pulverizadores. É chamada de barra seca quando os bicos são fixados por acoplamentos móveis (abraçadeiras), onde a calda é deslocada aos bicos através de mangueiras, permitindo uma variação no espaçamento entre bicos, de acordo com as necessidades da pulverização. Permite também a colocação de pingentes (prolongadores) para aplicação em jato dirigido. Nas chamadas barras úmidas, o acoplamento dos bicos é fixo ao corpo metálico por onde circula a calda. Este tipo de barra não permite variação nos espaçamento entre os bico.
- Bico de pulverização: É um conjunto de peças, composto por um corpo, um filtro, uma ponta de pulverização e uma capa (Figura 2), colocado no final do circuito hidráulico. A ponta de pulverização é a mais importante, pois regula a *vazão*, o tamanho das gotas e o perfil de distribuição da calda.

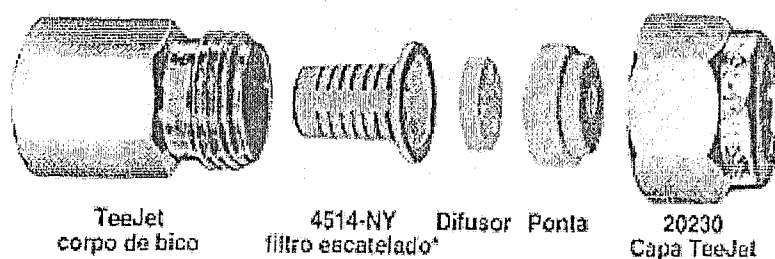
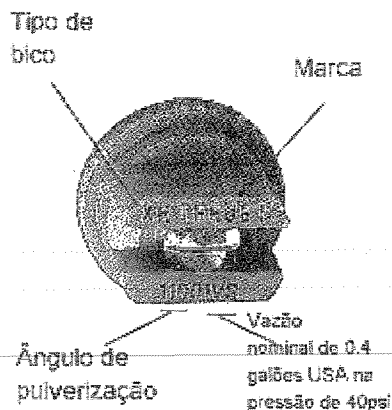


Figura 2 - Componentes de um bico

Fonte: Spraying System Co. (1994)

3.2.3. Identificação dos bicos

Há muitos bicos disponíveis no mercado, cujas características diferem quanto à vazão, ângulo de jato, tamanho de gota e perfil de distribuição. Algumas dessas características são indicadas pelo número da ponta.. A Spraying System Co. identifica seus bicos Jato Plano com quatro ou cinco dígitos, como mostra a Figura 3. O primeiros números indicam o ângulo de pulverização e os outros indicam a vazão. A vazão em galões USA/min é dada sob uma pressão de trabalho de 274.56 KPa.



fonte: Spraying Systems.Co.(1994)

Figura 3 - Identificadores de uma ponta.

3.2.4. Tipos de bico²

Grisso e Klein (1990) descrevem os tipos de bico usualmente utilizados em pulverização na agricultura, resumindo basicamente em três tipos: Cone Cheio(Hollow-Cone); Cone Vazio(Full-Cone) e Jato Plano (Flat-Fan) (Figura 4). Também indicam diversos sub-tipos de bicos, os quais são utilizados quando se necessita de aplicações com características específicas.

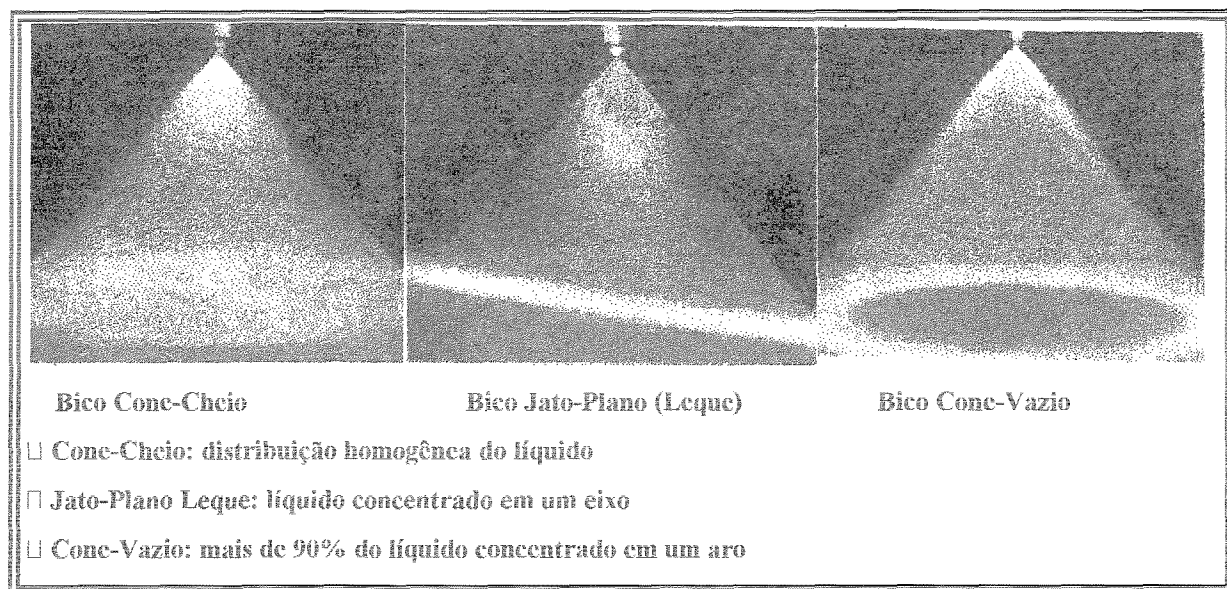
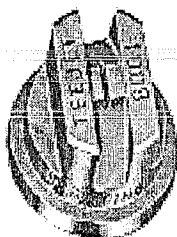


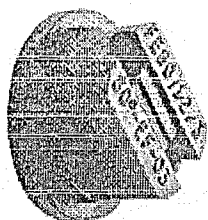
Figura 4 - Tipos de bicos mais comuns utilizados na agricultura

² Menções de marcas e companhias estão incluídas para facilitar a leitura e não implica endossmento ou tratamento especial pelo autor.

Os bicos de Jato Plano são extensamente usados para aplicações de herbicidas em área total. Estes bicos têm vários sub tipos, tal como jato plano comum (standart flat-fan); jato plano uniforme (even flat-fan); jato plano baixa pressão (low pressure flat-fan); jato plano uso estendido (extended-range flat-fan) e alguns tipos especiais tais como jato plano descentrado (off-center flat-fan) e jato plano duplo (twin-orifice flat-fan).

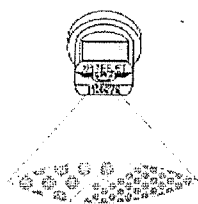


O Jato plano Comum opera normalmente entre 205.94 e 411.87 KPa, com um limite ideal entre 205.94 e 274.56 KPa.

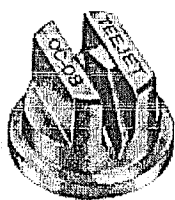


Os bicos jato plano uniforme aplicam em toda sua largura uma cobertura uniforme; são usados em aplicações em faixa. A largura da banda de aplicação pode ser controlada pela altura dos bicos.

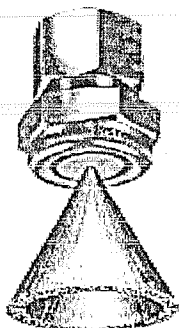
Os bicos jato plano baixa pressão desenvolvem um padrão de pulverização e ângulo do jato plano normal em operações com pressões entre 98.06 e 274.56 KPa. Baixas pressões resultam em gotas grandes e baixa deriva, mas produzem gotas menores, se operados na mesma faixa de pressão dos bicos jato plano comum.



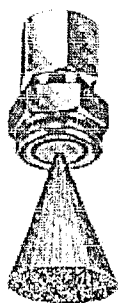
Os bicos jato plano estendido promovem excelente controle da deriva comparados aos bicos comuns, quando operados em pressões entre 98.06 e 166.71 KPa. Podem operar numa larga faixa de pressão, entre 98.06 e 411.87 KPa, mantendo um excelente perfil de distribuição da pulverização. São indicados para pulverizadores equipados com controladores de fluxo, compensando a variação da velocidade de deslocamento do conjunto aplicador.



Bicos com características especiais, tal como o Jato-Plano descentrado (off-center Flat-Fan), são usados nas extremidades das barras de maneira a se obter uma expansão da banda de aplicação. Operam com pressões entre 205.94 e 411.87 KPa.



Cone vazio (Hollow-Cone) - Bicos geralmente utilizados em aplicações que requerem gotas pequenas, nas quais se exige maior cobertura do alvo e grande penetração. Operam em pressões que variam de 274.56 a 2059.4 KPa. Porém, em altas pressões geram gotas pequenas muito propensas à deriva.



Os bicos Cone Cheio (Full-Cone) são uma boa escolha quando a deriva é uma preocupação, porque produzem gotas grandes. São recomendados para herbicidas incorporados ao solo. Operam em pressões entre 98.06 a 274.56 KPa, e são ideais para pulverizadores com controladores de fluxo. Uma ótima uniformidade na distribuição é conseguida com um ângulo de 30 graus dos bicos em relação a vertical, e sobreposição de 50% de cada lado.

Há tipos de bicos, como o de impacto (Flood-jet) e Cone vazio (Raindrop), bastante utilizados quando a aplicação requer gotas grandes ou quando houver possibilidade de entupimento do bico.



Os bicos de Impacto (Flood-jet) são comumente utilizados na aplicação de suspensões fertilizantes onde o entupimento é um problema potencial. Estes bicos produzem gotas grandes à pressões de 71.58 a 171.61 KPa. Melhores padrões de distribuição são conseguidos com espaçamentos dos bicos entre 76.2 cm a 100 cm, em função da altura utilizada, com sobreposição de 50% de cada lado.



Raindrop - Os bicos Raindrop produzem gotas grandes num padrão de cone vazio à pressões de 137.29 a 343.23 KPa. São usados para herbicidas incorporados ao solo. Quando utilizados em aplicações em área-total, os bicos devem ser orientados 30° da horizontal e sobreposição de 50% de cada lado. A não ser em aplicações específicas, estes bicos não devem ser utilizados para aplicações em pós emergência, porque o tamanho das gotas é muito grande.



Os bicos tipo Jato Plano Leque, devido as características das gotas por eles geradas, são indicados para aplicações de herbicidas em pós-emergência, podendo ser de contato ou sistêmico, bem como herbicidas em pré-emergência, incorporado. Os bicos Jato Plano estão disponíveis em vários ângulos de pulverização.

Os ângulos dos jatos de pulverização mais comuns são 65, 73, 80 e 110 graus. Alturas recomendadas para bicos Jato Plano em aplicações em faixa são dadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Alturas de pulverização recomendadas para bicos jato plano.

Altura de Pulverização (cm)				
Ângulo de Pulverização (graus)	espaçamento - 50 cm sobreposição de cada lado		espaçamento 76 cm sobreposição de cada lado	
	30 %	50 %	30 %	50%
65	55.88 - 60.96	NR *	NR	NR
73	50.8 - 55.88	NR	73.66 - 78.74	NR
80	43.18 - 48.26	66.04 - 71.12	66.04 - 71.12	NR
110	24.50 - 30.48	38.1 - 43.18	35.56 - 45.72	63.50 - 68.58

NR - Não recomendado se a altura for superior à 76 cm

fonte: University of Nebraska Bul. G89-955

Ainda segundo Grisso e Klein(1990), a altura correta dos bicos é medida da ponta ao alvo, o qual pode ser superfície do solo ou a cobertura em crescimento(topo das plantas daninhas). Os autores recomendam a utilização de bicos de 110 graus quando a altura da barra for menor que 76 cm e de 80 graus quando a altura for maior. Afirmam também que, apesar dos bicos com ângulos largos produzirem gotas pequenas, mais propensas à deriva, a redução na altura da barra reduz a possibilidade de deriva mais do que o tamanho de gotas. O espaçamento e a orientação de bicos com ângulo largo devem prover 100% de sobreposição na altura do alvo, sendo que os bicos não devem ser desviados mais que 30 graus da vertical.

3.3. Seleção do bico

A seleção apropriada do tipo e tamanho de um bico é essencial para a eficiência da aplicação, pois ao fazer o líquido quebrar-se em gotas, define-se o padrão de pulverização e impulsiona-se as gotas na direção apropriada. Os bicos determinam a quantidade do volume pulverizado a uma dada pressão de trabalho, velocidade de deslocamento e espaçamento entre bicos, variáveis estas que permitem a avaliação da cobertura na superfície do alvo e do montante da deriva potencial (Grisso e Klein 1990).

Segundo Bolen (1992), conforme o objetivo de uma pulverização é necessário o uso de bicos específicos. A Figura 5 mostra os tipos mais comuns de pulverização.

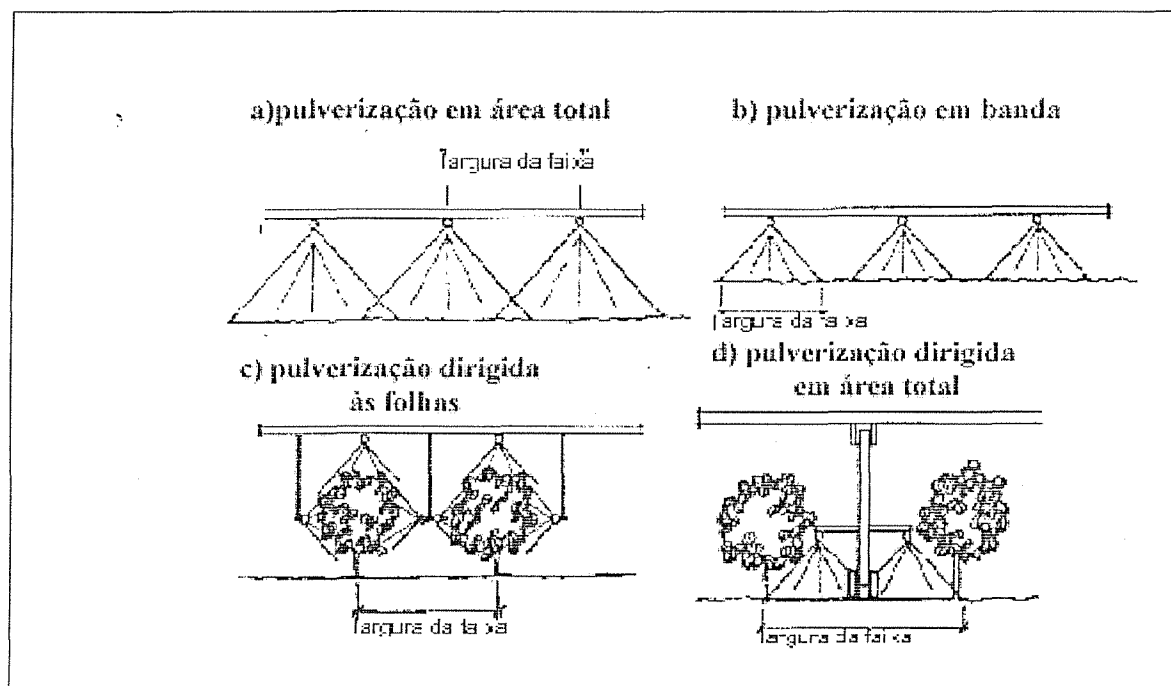
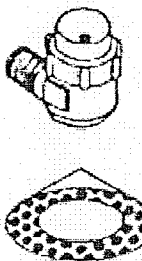
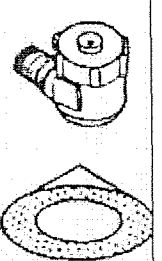
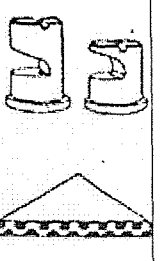
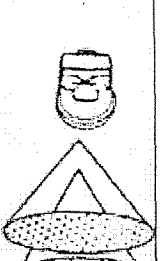
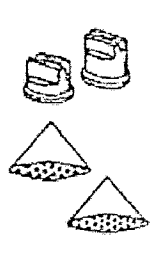
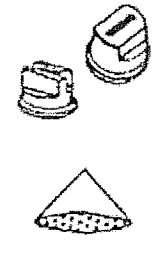
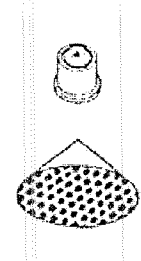
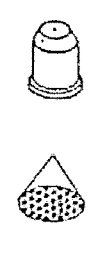
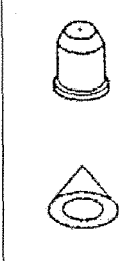


Figura 5 Tipos mais comuns de pulverização
 fonte: Kenneth R. Bolen (1992)

Quadro 3 - Tipos de bicos e aplicações recomendadas.

	RAINDROP	HOLLOW CORE	FLOODING	EVEN FLAT-FAN	TWIN ORIFICE FLAT-FAN	EXTENDED RANGE FLAT-FAN	STANDARD FLAT-FAN	FULL-CONE	SOLID-CONE	FINE HOLLOW-CONE
										
HERBICIDAS PRÉ-EMERGÊNCIA										
Incorporado solo	BOM		BOM			MELHOR	PREFERÍVEL	MELHOR		
Faixa				BOM					BOM	
Área total	BOM		BOM		BOM	MELHOR	PREFERÍVEL			
HERBICIDAS PÓS-EMERGÊNCIA										
Contato em faixa				MELHOR					BOM	BOM
Contato em Área total					MELHOR	MELHOR	PREFERÍVEL			
Sistêmico em faixa				MELHOR						BOM
Sistêmico em Área total	BOM	BOM				MELHOR	PREFERÍVEL		BOM	

fonte: Grisso (1990) - Cat-G89-955

3.4. Fatores associados à pulverização

3.4.1. Vazão

A vazão de uma ponta de pulverização é definida em litros/minuto, e é função do diâmetro do orifício e da pressão de trabalho, isto implica que com mesma pressão, pontas com orifícios maiores produzem vazões maiores. Por outro lado, para uma mesma ponta (orifício do mesmo tamanho), a variação da pressão altera a vazão, na seguinte proporção

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left[\frac{P_1}{P_2} \right]^{0,5}$$

onde, Q_1 e Q_2 são as vazões para as pressões P_1 e P_2 , respectivamente. Isso indica que para dobrar a vazão, precisa quadruplicar a pressão. Fatores associados às características físicas do líquido, tais como, viscosidade, densidade e tensão superficial, podem afetar a vazão; entretanto as formulações usuais praticamente não alteram as características da água, utilizadas como veículo em uma pulverização. A variação na pressão afeta o tamanho das gotas (Figura 6) e o uso de baixa pressão reduz a produção de gotas aerossóis (menores que 50 μm), responsáveis pela deriva para áreas vizinhas, mas por outro lado pode proporcionar a produção de gotas muito grandes e indesejáveis. O tamanho das gotas, bem como a sua dispersão, têm sido conseguidos com algumas alterações no meio ambiente próximo ao rompimento da lâmina líquida, ou com alterações no desenho do orifício, ou, ainda, com a adição de adjuvantes químicos que alteram a viscosidade e a tensão superficial do líquido (Embrapa, 1990).

Segundo a Spraying System Co. (1994), quando a pulverização é feita com líquidos com

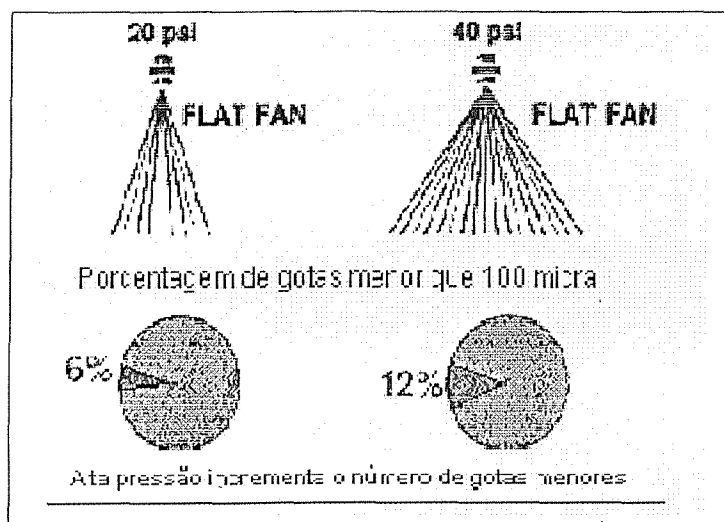


Figura 6 - Aumento do número de gotas menores em função do aumento de pressão.

densidades diferentes da água, deve-se utilizar o fator de conversão (Quadro 4), a fim de selecionar o bico adequado à vazão obtida. Para obter o valor da vazão, multiplicar o valor em l/min ou l/ha da solução pelo fator de conversão da água.

Quadro 4 - Fatores de conversão para líquidos com densidades diferentes da água.

Densidade - kg/L	Fatores de conversão
0.84	0.92
0.96	0.98
1.00- água	1.00
1.08	1.04
1.20	1.10
1.28	1.13
1.32	1.15
1.44	1.20
1.68	1.30

fonte: Spraying System Co. cat.44M-P

Normalmente as caldas aplicadas nas pulverizações não apresentam modificações significativas nas características físicas da água, ficando o tamanho de gota na dependência da pressão de trabalho.

3.4.2. Tamanho de gota

Vários são os métodos utilizados para medir diâmetro de gotas, como os citados por Matthews (1975), dentre os quais incluem-se as técnicas por holografia a laser, fotografias de alta velocidade e técnicas sofisticadas por "scanner".

Segundo o Centro Tecnológico da Spraying System Co., a American Society for Testing and Materials (ASTM) reconhece duas técnicas para medida de diâmetro de gotas: a espacial e a temporal ou fluxo contínuo.

Geralmente, medidas espaciais são coletadas com ajuda de métodos holográficos ou fotografia de alta velocidade. Este tipo de medida é sensível ao número da densidade em cada classe de tamanho e ao número de partículas por unidade de área. A técnica de fluxo contínuo é aplicada quando gotas individuais que passam sem interrupção por uma sessão transversal na região amostrada, são examinadas durante determinado intervalo de tempo. Medidas do fluxo são geralmente coletadas por medidas óticas que identificam as gotas individualmente.

O tamanho de gotas, quando geradas por bicos hidráulicos, é função do tipo de ponta utilizada na pulverização e das características físicas do líquido. Seu tamanho é expresso em micrômetros (0,001 mm); esta unidade é utilizada por permitir a medida do tamanho de uma gota. Ao se caracterizar uma pulverização pelo tamanho de gotas geradas (Quadro 5), usa-se o conceito de Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), que representa o diâmetro que divide o volume pulverizado em duas partes iguais, metade com gotas abaixo do DMV e metade acima.

Quadro 5 - Classe de pulverização em razão do DMV

Classe de pulverização	Diâmetro Mediano Volumétrico (mm)
aerosol	<50
pulverização muito fina	51 a 100
pulverização fina	101 a 200
pulverização média	201 a 400
pulverização grossa	> 400

Fonte: Spraying Systems Co. (1994)

Outro conceito utilizado é o Diâmetro Mediano Numérico (DMN), que é o diâmetro que divide o total de gotas formadas em duas partes iguais, ou seja, metade do número de gotas formadas tem diâmetros menores que o DMN e a outra metade tem diâmetros maiores. Tanto o DMV como o DMN, são determinados pela mediana do conjunto de gotas geradas pelo bico, por considerar todas as faixas de tamanho de gotas e não apenas os tamanhos extremos como quando calculados pela média.

O tamanho de gota produzido por uma ponta de pulverização pode ser expresso por:

$$D = \frac{Q \cdot v \cdot s}{p \cdot d \cdot a}$$

onde:

D = tamanho da gota (μm)

Q = vazão (l/min)

v = viscosidade (kg/m s)

s = tensão superficial (Pa)

p = pressão (kgf/cm²)

d = densidade (gotas/cm²)

a = ângulo do jato.

A equação acima, citada por Christofolletti (1975), mostra que a alteração do tamanho das gotas em uma pulverização pode ser obtida mais facilmente pela alteração da vazão e/ou pressão, visto que as características físicas da água utilizada em uma pulverização de agroquímico, não sofrem alterações significativas.

3.4.3. Espectro de gotas

O espectro de gotas é definido como a diferença entre o tamanho das gotas de uma pulverização. Quando a diferença entre as gotas menores e as maiores for grande, o espectro é considerado “amplo”; quando essa diferença for pequena, o espectro é considerado “estrito”.

Para que o espectro de uma pulverização possa ser dimensionado, utilizam-se os valores do DMV e do DMN, os quais, sozinhos, não dão a amplitude do espectro. Uma das formas de expressar essa amplitude é usar a relação $r = DMV/DMN$, onde r é a amplitude do espectro de gotas, também chamada de “Coeficiente de Dispersão”. Valores de $r=1.4$ a 2.0 indicam um espectro estreito. Normalmente, bicos hidráulicos produzem espectro amplo (Christofolletti, 1992).

Questiona-se a razão pela qual equipamentos do tipo CDA (Controlled Drop Application) têm baixa aceitação entre os produtores como meio para aplicação de agroquímicos, visto que o mesmo possui um espectro de gotas bastante estreito, quando comparado ao aplicador hidráulico (Figuras 7 e 8). Buscam-se várias justificativas, como as apresentadas na sessão de debate no I Simpósio Brasileiro Sobre Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas, realizado em Jaboticabal SP, em Maio de 1985. Entretanto, ao se considerar uma pulverização, deve-se levar em conta não apenas o espectro de gotas, mas também o perfil de distribuição ao longo da faixa de aplicação, o qual, no caso do CDA, apresenta um coeficiente de variação bastante elevado, conforme é mostrado na Figura 10.

Ao contrário dos equipamentos CDA, os equipamentos de bico hidráulico, apresentam um perfil de distribuição ao longo de uma barra pulverizadora, com baixo coeficiente de variação (Figura 11), desde que observado o espaçamento e altura dos bicos.

ESPECTRO DE GOTAS DE BICO HIDRÁULICO CONVENCIONAL

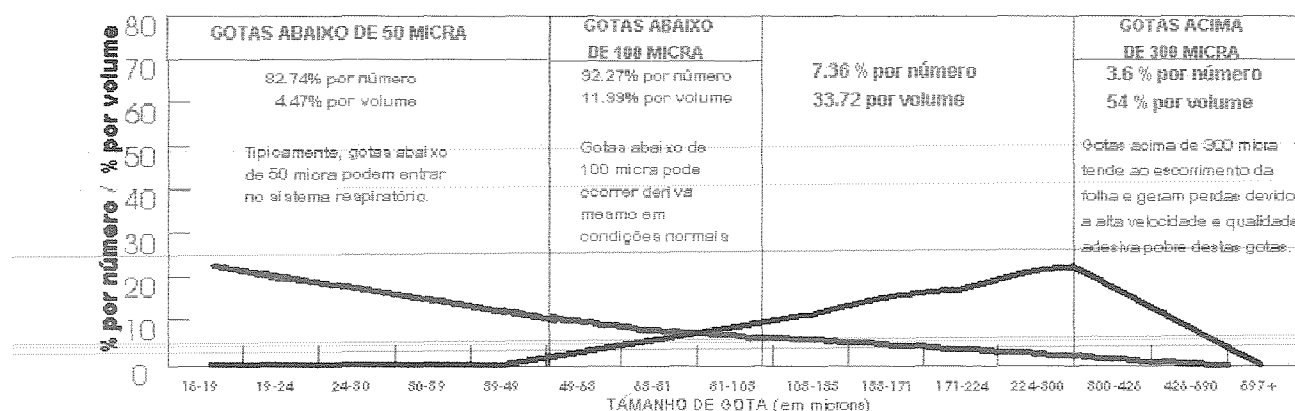


Figura 7- Espectro de gota de um bico hidráulico

ESPECTRO DE GOTAS EM DISCO CDA

para largura de pulverização de 77 cm

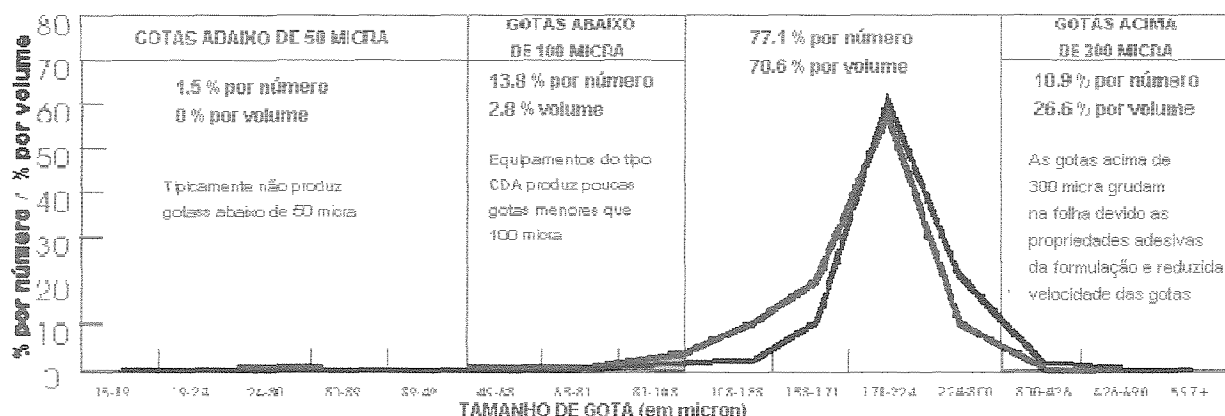


Figura 8 - Espectro de gota de um CDA

fonte: Boletim 816 (1997) Ohio State University

3.4.4. Densidade

A densidade é expressa pelo número de gotas por unidade de superfície, o qual é determinado pelo tamanho das gotas em relação ao volume aplicado por área. O volume de uma gota é aproximado ao volume de uma esfera. Dessa forma, uma gota de um determinado volume pode corresponder a várias gotas menores cujo somatório, de igual volume, permite cobertura de área maior (Figura 9).

Em aplicações terrestres de alto volume (HV), as gotas coalescem formando um filme

Em aplicações terrestres de alto volume (HV), as gotas coalescem formando um filme

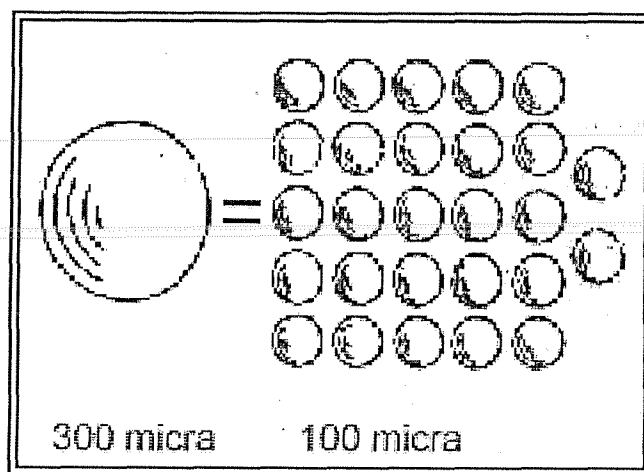


Figura 9 - Relação entre volume e número de gotas

fonte: Pereira (1985)

contínuo sobre o alvo com tendência ao escorrimento. Entretanto, a tendência atual é no sentido da redução do volume de aplicação, tornando-se a densidade um aspecto importante para avaliar a uniformidade de deposição das gotas sobre o alvo. A diminuição do volume de aplicação implica no emprego de gotas menores, aumentando o risco de deriva e de perda do produto por evaporação em razão das condições atmosféricas no momento da aplicação. No Brasil, é muito pequena a aceitação de aplicação com Baixo-Volume e Ultra-Baixo-Volume. A justificativa mais aceita para a baixa aceitação dos aplicadores de menores volumes pelos agricultores brasileiros, segundo Honda (1985), reside no fato destes ainda não terem sentido a necessidade de reduzir drasticamente o volume de aplicação usualmente utilizado, minimizando dessa forma os custos da pulverização. Santos (1985) cita dois fatores. Um deles é a formulação inadequada que evapora além do limite e compromete o resultado, o outro, é que a máquina é muito complexa para ser operada pelos trabalhadores comuns, sem treinamento, levando à sua má utilização.

Matthews (1979), apresenta uma tabela na qual é indicada uma densidade teórica de gotas quando aplicadas na razão de um litro por hectare, (Quadro 6). Cita também que o número de gotas contidos em um dado volume de líquido é inversamente proporcional ao cubo do diâmetro, sendo que o número médio de gota que cai em um centímetro quadrado de uma superfície plana pode ser expressa por:

$$n = \frac{60}{\pi} \left(\frac{100}{d} \right)^3 \cdot Q$$

onde:

d = diâmetro de gota (µm)

Q = (volume) l/ha

Quadro 6 - Densidade teórica de gotas na aplicação de 1 L/ha

Diâmetro de Gotas (µm)	Densidade (gotas/cm ²)
10	19 099
20	2 387
50	153
100	19
200	2.4
400	0.3
1000	0.02

Fonte: Matthews (1979)

3.4.5. Deriva

Ozkan (1997) define deriva como sendo o movimento de um pesticida através do ar, para outro local que não seja a área alvo, durante ou após a aplicação. Em certas condições, este movimento pode afetar áreas a grandes distâncias da área alvo. A deriva também pode ocorrer dias após a aplicação. Este tipo, chamada vapor de deriva, ocorre quando se aplicam agroquímicos altamente voláteis, em condições de alta temperatura e baixa umidade relativa do ar.

Considera-se que gotas abaixo de 200 µm (micra) diminuem significativamente a eficiência da pulverização, em razão das gotas ficarem sujeitas a evaporação da água que as compõe e ao arraste por correntes de ventos. Quando o produto não é coletado pelas folhas e cai no solo, considera-se como endoderiva, enquanto que as perdas para fora da área tratada considera-se como exoderiva, a qual é motivo de maior preocupação, pois pode atingir plantas e culturas sensíveis ao produto aplicado, podendo ocasionar grandes danos.

Dexter (1993) apresenta o Quadro 7, onde mostra a influência do tamanho da gota na distância potencial de deriva, indicando que a mesma pode ser reduzida pelo incremento do tamanho de gota, já que gotas grandes sofrem menor deslocamento pelo vento que as pequenas e possuem maior tempo de vida.

O tamanho da gota pode ser incrementado pela redução da pressão de pulverização, pelo aumento do tamanho do orifício do bico, ou ainda, pela utilização de aditivos que incrementem a viscosidade.

Quadro 7 - Influência do tamanho de gota na distância potencial de deriva

Diâmetro da gota (MICRA)	Tipo de gota	Tempo requerido para cair 3 m	Deslocamento lateral da gota em uma queda de 3 m sob vento de 4.8 km/h
5	neblina	66 minutos	4.8 km
20	pulverização muito fina	4.2 minutos	335 m
100	pulverização fina	10 segundos	13.4 m
240	pulverização média	6 segundos	8.5 m
400	pulverização grosseira	2 segundos	2.5 m
1000	chuva fina	1 segundo	1.4 m

fonte: Klingman (1961), Potts (1946), Akesson and Yates (1984)

O Quadro 8 mostra que, além do vento, a temperatura e a umidade do ar são fatores que interferem no movimento da gota desde o equipamento até o alvo (Christofolletti, 1992).

Quadro 8 - Comportamento de gotas de diversos tamanhos em diferentes condições ambientais.

Côndições ambientais	T= 20,0 °C # T: 2,2 °C * UR= 80,0 %		T= 30,0 °C T: 7,7 °C UR= 50,0 %	
diâmetro inicial (µm)	tempo até extinção (s)	distância de queda (m)	tempo até extinção (s)	distância de queda (m)
50	12.5	.13	3.5	0.032
100	50.0	6.7	14.0	1.8
200	200.0	81.7	56.0	21.0

diferença entre as temperaturas nos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido no psicrômetro.

* UR = (Quantidade máxima de vapor d'água no ar/Quantidade de vapor d'água existente no ar)x100

fonte: Christofolletti, 1995

Velloso (1993) afirma que o diâmetro médio situado entre 200 a 300 µm, é o mais adequado para a aplicação de herbicidas, por proporcionarem uma excelente cobertura e penetração durante a aplicação.

Young (1982) indica práticas operacionais de produtores e operadores de equipamentos pulverizadores para melhorar a desempenho da aplicação de herbicidas em condições de ventos tais como: usar baixa velocidade na pulverização e bicos de alto volume, por produzirem gotas de maior diâmetro. Esta opção pode entretanto, comprometer a eficiência de alguns herbicidas de contato, por não promover uma cobertura homogênea da planta-alvo e para herbicidas sistêmicos, pode provocar a coalescência das gotas e provocar o escorrimento, provocando uma sub-dose ou perda do produto. Neste caso, ressalta que a proteção em pulverizador com jato dirigido ou ar assistido ajuda a prevenir a deriva do produto químico em tempo de vento.

3.4.6. Cobertura

O aspecto cobertura, ou seja, a área-alvo coberta pelo produto químico, tecnicamente é expressa pelo número mínimo de gotas/cm² necessário para um bom controle, cuja densidade varia segundo as características dos produtos utilizados. O Quadro 9 mostra a relação entre a densidade e o tipo de pulverização considerada adequada para um controle eficiente.

Quadro 9 - Densidade de gotas recomendada no alvo para soluções aquosas.

Tipo de pulverização	Gotas/cm ²
Inseticidas	20-30
herbicidas em pré-emergência	20-30
Herbicidas de contato (pós-emergência)	30-40
Fungicidas sistêmicos	30-40
Fungicidas de contato	50-70

fonte: Christofolletti, 1995

Courshee (1967), citado por Matuo (1990), estabelece a importância de se conhecer a relação entre o diâmetro das gotas e sua capacidade de cobertura foliar, que é dada pela expressão

$$C = 15 \frac{V \cdot R \cdot K^2}{A \cdot D}$$

onde:

C= cobertura (% da área);
V= volume de aplicação (l/ha);
R= taxa de recuperação (% do volume aplicado, captado pelo alvo);
K= fator de espalhamento de gotas;
A= superfície foliar existente no hectare;
D= diâmetro das gotas (μm).

A equação mostra que o aumento do volume de aplicação pode ser uma alternativa para aumentar a cobertura de uma superfície, quando necessário, sem alterar o diâmetro de gota. Tal procedimento justifica-se quando fatores como temperatura, umidade do ar e vento comprometem a aplicação.

A recuperação é definida por Christofolletti (1995) como sendo a quantidade de material retido no alvo, geralmente expressa em porcentagem do volume que foi emitido pela máquina (Conjunto de pulverização).

3.4.7..Uniformidade de distribuição

O padrão de distribuição de um bico é função do desenho de sua ponta. Entretanto, quando um conjunto de bicos é montado em uma barra de pulverização, o espaçamento entre eles e a altura da barra em relação ao alvo passam a ser fatores fundamentais para que se obtenha um padrão de distribuição com baixo coeficiente de variação (C.V.). Fabricantes de bicos, recomendam a troca destes, quando aumentam 10 % a mais na vazão nominal estabelecida pelo fabricante. O desgaste da ponta é a causa que faz com que o bico apresente variação em seu padrão de distribuição característico, de forma irreversível e apresente uma distribuição desuniforme. Outras causas que alteram o padrão de distribuição, como a pressão de trabalho, a sobreposição e a interferência climática, podem ser manipuladas para minimizar o C.V. dos volumes pulverizados ao longo de uma barra.

Christofolletti (1995) afirma que a uniformidade de distribuição da calda está ligada à regulação perfeita do equipamento, velocidade de trabalho, ao ajuste do deslocamento da máquina no campo e condições climáticas favoráveis, e pode ser quantificada através da análise da deposição do produto (seja em volume de líquido, quantidade de princípio ativo ou densidade de gotas) na área ou mesmo na faixa de aplicação da barra, sendo expressa pelo coeficiente de variação obtido nessa análise.

O perfil de distribuição ao longo de uma barra aplicadora, é um aspecto bastante importante na eficiência de uma pulverização, visto que a sua desuniformidade determinará uma

distribuição desigual do agroquímico ao longo da faixa pulverizada, podendo em certos casos, comprometer o resultado biológico esperado.

Atualmente, há vários tipos de equipamentos para aplicar agroquímicos, porém, podem apresentar um padrão de distribuição inadequado para um determinado tipo de aplicação. As Figuras 10 e 11 mostram o padrão de distribuição do volume pulverizado de equipamentos com diferentes formas de geração de gotas, respectivamente para CDA e bicos hidráulicos, onde se observa a diferença da distribuição ao longo da faixa pulverizada.

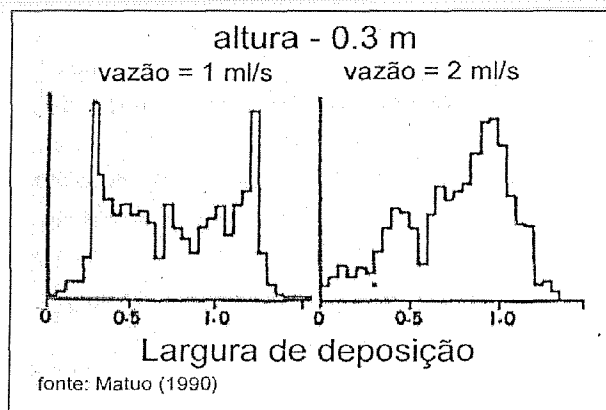


Figura 10 - Padrão de distribuição de um equipamento CDA sob duas vazões.

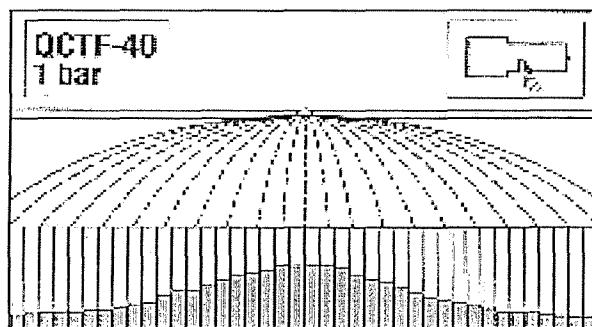


Figura 11 - Padrão de distribuição de bicos hidráulicos

fonte: Spraying Systems Co. CAT.44M-P

Apesar do bico hidráulico apresentar um coeficiente de dispersão alto, quando comparado ao CDA, conforme discutido e apresentado nas figuras 7 e 8, a simetria de seu perfil de distribuição favorece à uma uniformidade, quando a sobreposição do jato de pulverização em uma barra é adequada, o mesmo não ocorrendo com equipamentos CDA.

Márquez (1997) afirma que as diferenças mais significativas entre os tipos de pontas, do ponto de vista de sua utilização, são seus perfis de distribuições volumétrica.

As pontas tipo leque plano dão geralmente um perfil de distribuição trapezoidal ou triangular, as cônicas (cone vazio) dão uma distribuição irregular, com um mínimo na zona central e dois máximos nas extremidades; as defletoras dão uma distribuição bastante uniforme em toda a largura do jato, com uma ligeira diminuição progressiva do centro para os lados em algumas pontas de desenho recente.

Para o caso das pontas de leque plano, realizando uma adequada sobreposição entre os jatos das pontas contíguas, se consegue uma distribuição muito uniforme. A sobreposição da pulverização de pontas cônicas de cone vazio, geralmente produzem maior irregularidade na distribuição.

Os ângulos de abertura mais utilizados nas pontas tipo leque são de 110 e 80°; nas cônicas 65 e 85°; nas defletoras é freqüente que se supere os 140°.

Matuo *et al* (1994), baseados nas afirmações de Lunsford,(1983), concluem que para aplicações em jato dirigido, deve-se utilizar maior dosagem na entrelinha em relação a dosagem a ser aplicada na linha da cultura, ou seja, em torno de 80% do volume total aplicado na entrelinha e 20 % na linha. Diante disto, evidencia-se a importância de se adequar o tipo de bico e seu arranjo na barra a um padrão de distribuição conforme a capacidade competitiva da cultura.

3.5. Equipamentos

Atualmente, com os avanços tecnológicos conseguidos no desenvolvimento de pulverizadores agrícolas, pode-se obter melhor eficiência na aplicação e redução na perda de agroquímicos. Tecnologias recentes permitem que o produto fique em tanque separado do que contém a água, ocorrendo a mistura no bico. Isto elimina um problema sério de contaminação ambiental, pelo fato do produto excedente não precisar ser eliminado no meio-ambiente. Foloni (1997_a; 1997_b) apresenta um equipamento com tanques distintos para aplicação diferenciada na entrelinha e linha da cultura. Tal equipamento permite o uso de produtos não seletivos para o controle das plantas daninhas na entrelinha. Outro avanço significativo ocorreu com os controladores de vazão segundo a variação na velocidade de deslocamento do equipamento. Houve também um grande desenvolvimento por parte dos fabricantes de bicos e pontas, os quais criaram diversos modelos, segundo a especificidade da aplicação.

Entretanto, mesmo com todos esses avanços, a eficiência da pulverização com agroquímicos continua muito abaixo daquela que seria possível. Uma das razões para tal fato, está

no desconhecimento do usuário final sobre a utilização adequada da tecnologia disponível para aplicação de agroquímicos. Matuo (1985) cita dados do Ministério da Agricultura da Inglaterra (ADAS) onde estes erros ficam evidentes até mesmo em países desenvolvidos, pois 88 % não leram o manual de instruções, 38% não sabiam calibrar o equipamento, 80 % não substituíam os bicos após cada sessão de pulverização e 50 % das máquinas testadas apresentaram uma variação acima de 10 % na vazão nominal estabelecida pelos fabricantes das pontas e 71 % usavam apenas o bico tipo leque independente do problema a ser tratado. Estes dados, colhidos em um país considerado desenvolvido, podem projetar uma situação ainda pior para um país como o Brasil, onde os conhecimentos no campo da tecnologia de aplicação são ainda mais limitados.

Além dos trabalhos com os de Rice (1969); Krishnan (1993); Rice (1967); Matuo et alli (1994), são escassos os que abordam questões relacionadas ao padrão de distribuição e densidade de gotas em pulverizadores hidráulicos, segundo diferentes arranjos de bicos, principalmente de equipamentos para aplicação em jato dirigido.

Segundo a Spraying Systems Co.(1995) a aplicação terrestre em jato dirigido em faixa, realizada com equipamentos tratorizados, utiliza “pingentes” ou outra estrutura que direciona a pulverização para o alvo, protegendo a cultura pela baixa ou falta de seletividade de alguns produtos (Figura 12).

Quando a aplicação é feita em jato dirigido e se trabalha com produtos sistêmicos (pós-emergência) ou para aplicação direta no solo (pré-emergência), recomenda-se gotas grandes ou médias. Porém, nenhum fabricante de equipamento em jato dirigido, apresenta as características da pulverização, tais como o padrão de distribuição ou densidade de gotas, segundo a especificidade da aplicação. Tal fato revela a necessidade do desenvolvimento de estudos, que estabeleçam arranjos de bicos mais adequados para diferentes aplicações, segundo as suas peculiaridades.

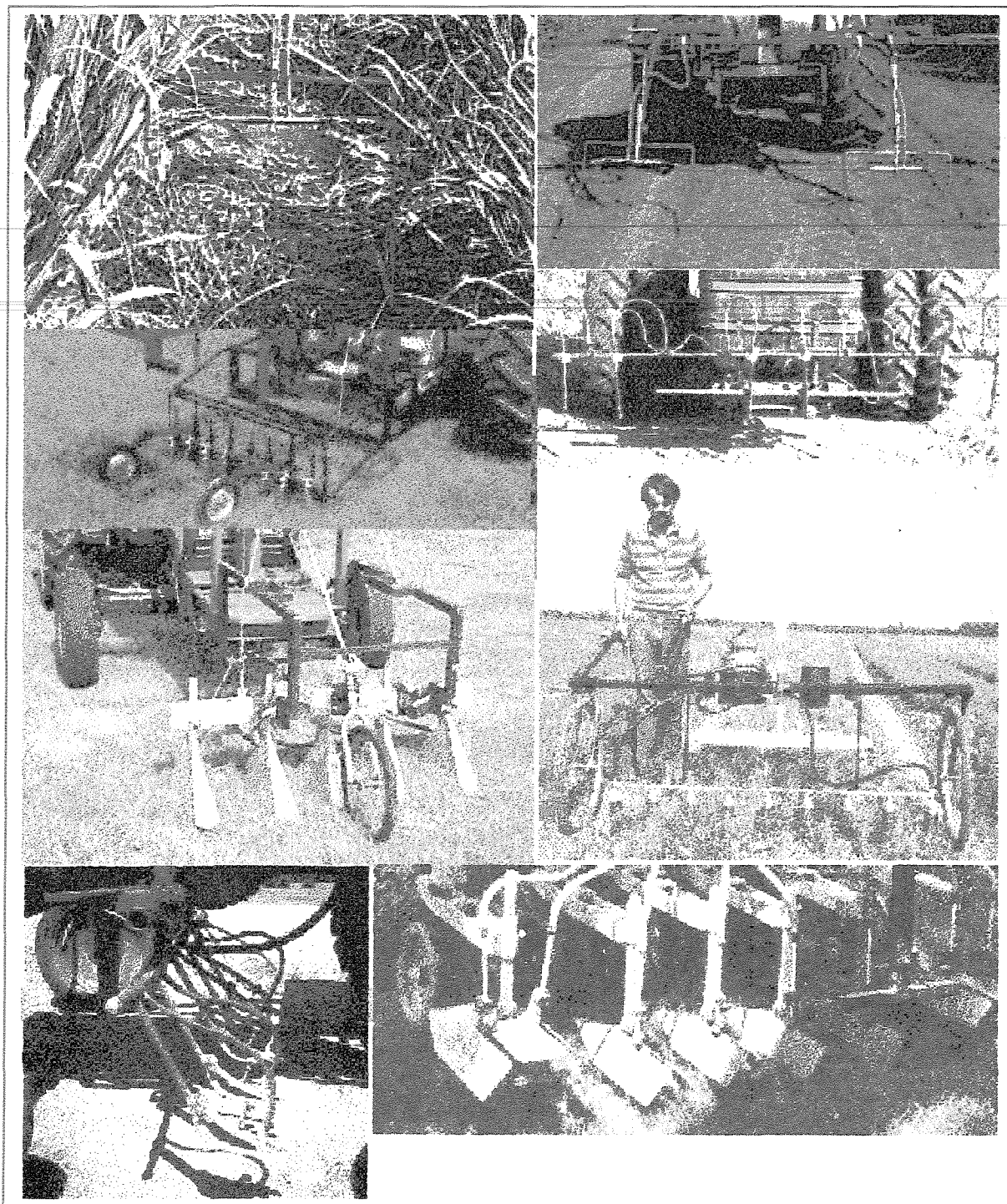


Figura 12 - Modelos de equipamentos em jato dirigido encontrados no mercado.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

4. 1. Procedimento experimental

O desenvolvimento experimental desta pesquisa foi conduzido em três etapas distintas, com as seguintes finalidades:

- Identificar, selecionar e testar as pontas adequadas à aplicação de herbicida não seletivo em pós-emergência na cultura de cana-de-açúcar.
- Analisar disposições de arranjos de bicos, utilizando as pontas selecionadas anteriormente para teste em laboratório.
- Construção de uma barra para aplicação em jato dirigido para teste de eficiência e seletividade em campo.

Os testes das pontas e dos arranjos de bicos foram realizados no laboratório do DAGSOL (Departamento de Água e Solo) da FEAgri - UNICAMP (Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas). A montagem experimental para avaliar o nível de controle e a fitotoxicidade da barra construída para aplicação do herbicida em jato dirigido foi realizada na Usina Ester, situada na cidade de Cosmópolis-SP.

4. 1.1. Identificação, seleção e teste das pontas

Numa primeira etapa foram identificadas no mercado, pontas recomendadas para aplicação de herbicidas em pós-emergência, dando preferência àquelas que apresentavam curvas de calibração, as quais são mostradas no Anexo III. Segundo catálogos de diversos fabricantes, pontas tipo jato plano são as mais indicadas para aplicação de herbicidas em pós-emergência.

Foram estabelecidos alguns critérios, com base nas recomendações de Matuo, T. (1990), Matthews, G.A. (1979), para a seleção das pontas tais como: baixa vazão, $Dv0.1^3$ acima de 200 μm , densidade recomendada para aplicação em pós-emergência (30 a 50 gotas/ cm^2) e requerimento de baixa pressão de trabalho.

³ $Dv0.1$ = Porcentagem do volume de líquido (10%) com gotas menores que o diâmetro (μm) dado.

Dessa forma foram selecionadas as seguintes pontas: Turbofloodjet TF - VS2; Floodjet TKSS.50; TT VP 11002; XR teejet 11002vs; XR teejet 11003VS; Descentrado OC-04; Twinjet TJ-60 11006VS; DG Teejet 11002vs; DG Teejet 11004vs.

Posteriormente as pontas foram testadas quanto ao perfil de distribuição, densidade de gotas e a porcentagem da área molhada, dada pela soma de todas as áreas das gotas por unidade de área do alvo, cujos métodos são descritos nos próximos itens. É importante ressaltar que estes parâmetros serviram de base para os estudos dos arranjos de bicos que constituiu a segunda etapa desta pesquisa.

4.1.2. Perfil de distribuição

Na obtenção do perfil de distribuição, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), segundo a norma técnica número 04:01.510-006, aprovada em Abril de 1996, padroniza mesa constituída de 65 canaletas de 2.5 cm cada. Porém, na falta deste equipamento, o perfil de distribuição das pontas foi obtido através da mesa Teste Teejet de Distribuição (Figura 13), da Spraying Systems Co., constituída de 23 canaletas com 5 cm de largura cada. A mesa utilizada mostrou-se adequada aos testes, em função da facilidade de manuseio, tanto em laboratório, como em campo e dos resultados confiáveis apresentados.

Para os testes realizados em laboratório foi utilizada apenas água. Posteriormente os volumes coletados nas canaletas foram medidos com uma proveta graduada de 150ml.

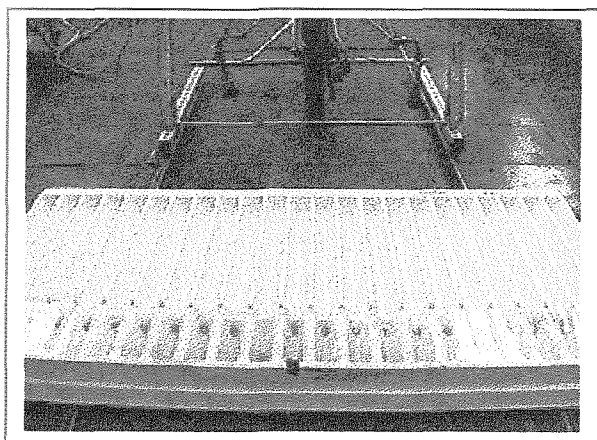


Figura 13 Teste Teejet de Distribuição

Após diversos ensaios, estabeleceu-se a altura máxima de 25 cm da ponta ao alvo como padrão para os testes das aplicações, em razão das faixas pulverizadas de algumas pontas, extrapolarem o espaçamento utilizado de 1.40 m da cultura da cana-de-açúcar mais utilizado pelas

usinas e destilarias, tais como as pontas TF-VS2, TT VP11002 e a DG Teejet11004vs. Para as outras pontas, a altura de até 30 cm se mostrou adequada.

Com os dados de volume/canaleta obtidos, foram construídos histogramas representando o padrão de distribuição do volume pulverizado para cada ponta na altura de 25 cm, mostrados no Anexo I.

Conhecendo o comportamento do padrão de distribuição de cada bico, buscou-se a disposição de bicos que apresentasse a seguinte característica: concentração de 80 % do volume pulverizado concentrado na entrelinha da cultura com baixo coeficiente de variação e 20 % na linha da cultura. Considerou-se entrelinha a distância de 1.00m da parte central do espaçamento total e linha da cultura 0.40m (0.20 m de cada lado da rua) (Figura 14).

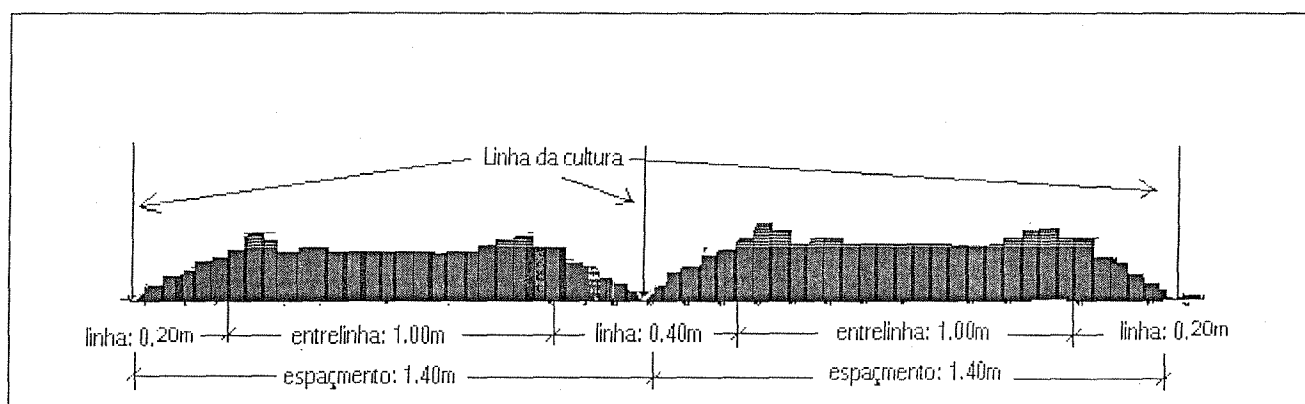


Figura 14 Distribuição da linha e entrelinha

Para obter o padrão com tais características, movimentou-se uma barra oscilante desenvolvida para tal fim (Figura 15), acoplada ao carrinho até se obter a sobreposição e ângulo dos jatos adequados. Para todas as situações, A aplicação foi efetuada à pressão de trabalho 147.1 KPa, indicada pelas curvas de calibração como a mais adequada para a obtenção do $Dv_{0.1}$ próximo ao desejado. O tempo padrão de pulverização sobre o coletor tanto para os testes das pontas, como para os experimentos com os arranjos foi de 1 minuto.

4.1.3. Densidade de gotas

Para definir a densidade das diferentes pontas selecionadas e disposições dos bicos, foi construído um carrinho, simulando um trator, cujo deslocamento se deu em três níveis de velocidade: 4 km/h, 6 km/h e 8 km/h através de um sistema de 3 polias acopladas no eixo da roda e 3 polias no eixo do motor. O acionamento do carrinho se fez por um motor elétrico com redutor (89 RPM) de 3/4 cv o qual se movimentava sobre dois trilhos com 10 metros de extensão

(Figura 17). A esse carrinho foi acoplada uma barra oscilante (Figura 15), cuja função foi possibilitar diversas posições de ângulos e alturas dos bicos em relação ao solo. O conjunto barra bicos foi alimentado por uma mangueira de alta pressão ligada a um gerador de pressão acionado por um motor elétrico trifásico de 2cv à 540rpm e constituído pelos seguintes componentes: bomba de pistões com deslocamento positivo modelo JP-402 fabricada pela Jacto; câmara de compensação; válvula reguladora de pressão; manômetro com glicerina; registro e reservatório de água (Figura 16).

4.1.4. Coleta das gotas impactadas

Para obter a densidade de gotas oriundas da pulverização, utilizou-se papel sensível à água, no qual as gotas impactadas ficam marcadas pela cor azul (Figura 18).

Para os testes das pontas, foram colocados papéis sensíveis em três pontos ao longo dos 10m percorridos pelo carrinho, a uma distância de 2m entre eles, tomando-se o cuidado de localiza-los na região central do jato.

Nos testes dos arranjos de bicos, também em três pontos ao longo dos 10m percorridos, foram colocados quatro papéis sensíveis no sentido transversal ao deslocamento do carrinho espaçados 35 cm um do outro em uma extensão de 1.40 m. Esta disposição simula o espaçamento mais utilizado na cultura de cana-de-açúcar. Foram também, colocados papéis sensíveis nas duas extremidades da faixa pulverizada, verticalmente, até a altura de 50cm, simulando as folhas da cultura, para avaliar a possível deriva sobre as plantas de cana-de-açúcar.

As gotas obtidas pelo impacto sobre os papéis sensíveis à água, foram processadas mediante a utilização de um "scanner". As imagens geradas, foram analisadas pelo programa computacional SIARCS, desenvolvido pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Desenvolvimento Agropecuário). Através deste programa computacional, foi possível obter a densidade da pulverização em gotas/cm². Além da densidade, o programa permitiu determinar a porcentagem da área molhada. O diâmetro das gotas obtido através do programa mostrou-se impreciso, devido a sobreposição das gotas. É importante enfatizar que o DMV (Diâmetro Mediano Numérico) é o resultado da medida do diâmetro das gotas em sua trajetória entre a saída da ponta até o alvo. Portanto, o diâmetro das gotas obtido através dos papéis sensíveis é apresentado como um valor relativo e utilizado apenas como parâmetro dos diâmetros das gotas impactadas entre os bicos à diferentes velocidades (4km/h, 6km/h e 8km/h). Os dados gerados

foram analisados estatisticamente ao nível de 5% de significância, para definir nos três níveis de velocidade, as correlações com a densidade, área molhada e o DMV nos bicos e entre os bicos.

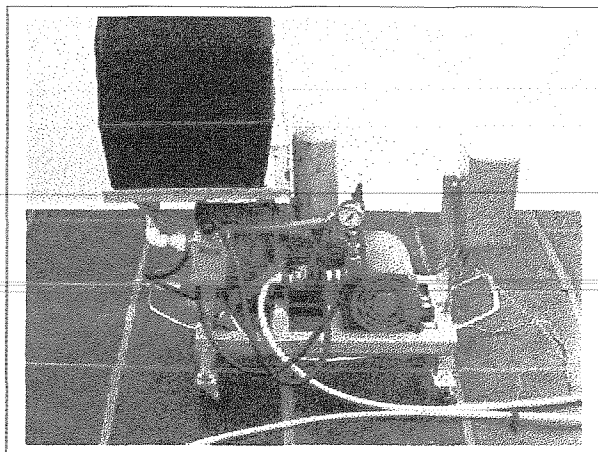


Figura 15: Gerador de pressão

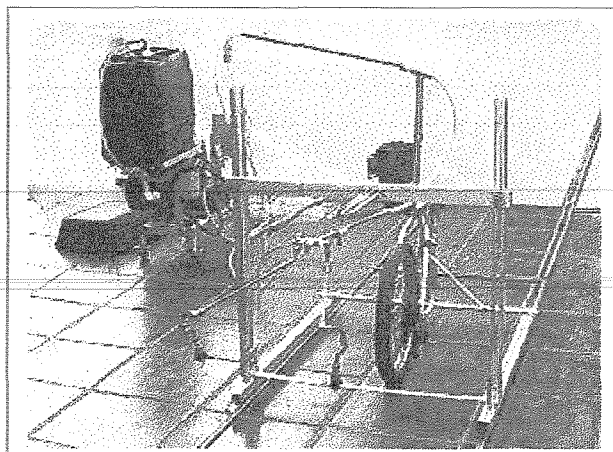


Figura 16: Conjunto para teste

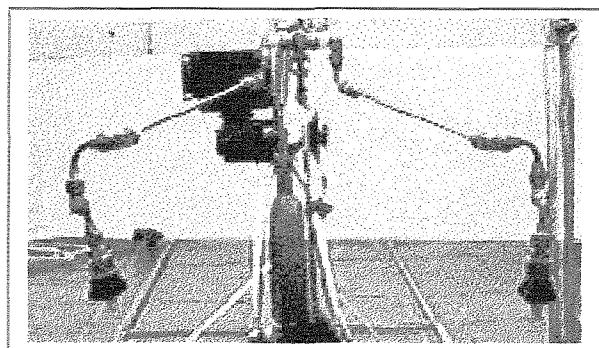


Figura 17: Barra oscilante

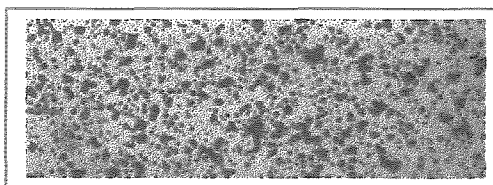


Figura 18: Papel sensível a água

4.1.5. Vazão das pontas

Para estabelecer as vazões das pontas sobre determinada pressão de trabalho, foi utilizada uma proveta graduada com capacidade de 2000 ml. A vazão foi obtida pelo volume pulverizado no espaço de tempo de 1 minuto. Para cada ponta foram feitas três repetições.

4.2. Equipamento proposto

Após análise dos resultados dos diversos testes de arranjos de bicos em laboratório, foi construída uma barra para aplicação em jato dirigido, cuja principal característica foi possibilitar diversas regulagens, (indicadas pelas setas na Figura 19a), obtendo-se o perfil de distribuição segundo a peculiaridade da aplicação. Para a construção da estrutura da barra foram utilizados perfis de ferro e chapa galvanizados. A barra contém um eixo onde acopou-se três bicos de pulverização, sendo o central com possibilidade de quatro tipos de regulagens, como se segue:

- da altura em relação ao alvo,
- regulagem angular em relação ao plano horizontal,
- regulagem angular em relação ao plano vertical,
- torção da ponta sobre o próprio eixo.

Os bicos laterais, além dessas regulagens, possuem regulagem lateral, permitindo um maior ou menor espaçamento entre os bicos. O espaçamento mínimo entre os bicos laterais ao central é de 20 cm e de no máximo de 30 cm, o que permite variações no espaçamento entre os bicos laterais de 40 cm a 60 cm.

4.2.1. Teste de campo – Eficiência e seletividade

No teste de campo, a barra foi acoplada a um conjunto trator-pulverizador. Como herbicida foi utilizado o Glifosate (formulação comercial Roundup) à concentração de 900 g de i.a. por hectare.

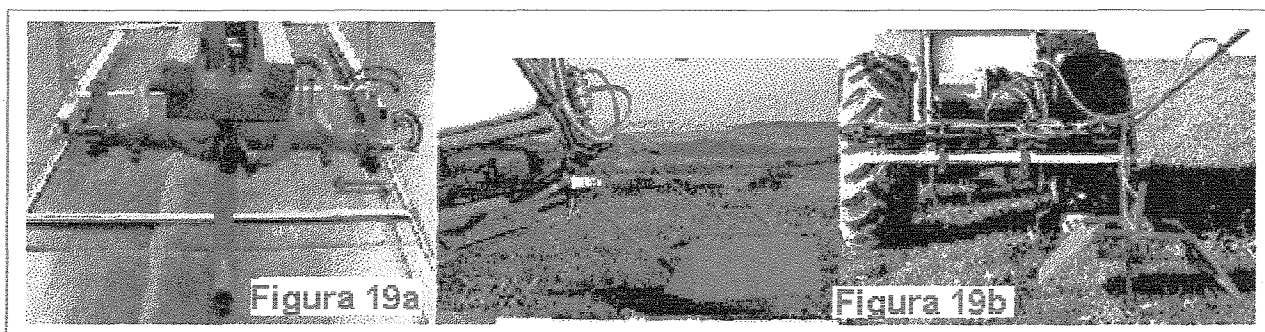


Figura 19a e 19b: Detalhes da barra

Para avaliar a eficiência da barra, após definir um arranjo com as características desejadas, foi montado um ensaio experimental em uma cultura de cana-de-açúcar aos 90 dias de seu desenvolvimento, com 0.70m de altura. Para o ensaio, foram selecionadas cinco ruas da cultura com vinte metros de comprimento cada, constituída de seis linha e 5 entrelinhas (Figura 20). Para

cada uma das duas linhas centrais foram definidos três pontos de amostragens, totalizando seis repetições com um metro de comprimento cada. Nas três entrelinhas centrais também foram definidos três pontos de amostragens para cada uma, totalizando nove repetições, tendo cada ponto de amostragem 1m^2 . Em ambos os casos, os pontos de amostragens distaram cinco metros um do outro.

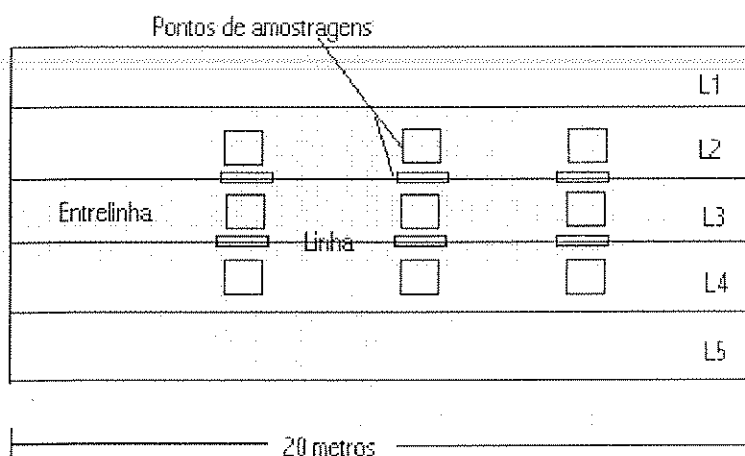


Figura 20 :Croqui do ensaio experimental

Neste ensaio procurou-se verificar a eficiência da aplicação no controle das plantas daninhas, bem como os danos causados às plantas da cultura, reportado como fitotoxicidade aparente, cuja avaliação foi feita segundo os critérios preconizados pela escala EWRC (European Weed Research Council, 1964) (Quadro 10).

As plantas daninhas incidentes na área teste foram identificadas quanto à espécie e sua distribuição espacial.

A distribuição espacial foi obtida pelo número de plantas de cada espécie encontrada em cada ponto de amostragem, cuja área era de um metro quadrado. A média do número de plantas daninhas dos pontos amostrados foi dada em porcentagem.

As observações da porcentagem de controle das plantas daninhas pulverizadas, bem como uma possível fitotoxicidade na cultura da cana-de-açúcar com Glifosate, foram realizadas aos 8 DAA (dias após aplicação), 16 DAA e 27 DAA.

A dosagem utilizada foi de 2.5 l/ha do produto comercial (900 g de e.a./ha)⁴. A ponta utilizada foi TT-VP 11002 da Spraying Systems Co.

⁴ e.a. = equivalente ácido

Quadro 10: Tabela EWRC (European Weed Research Council, 1964) e tabela de controle percentual

ESCALA PARA FITOTOXICIDADE - EWRC (1964)	
<u>Nota</u>	<u>Interpretação fitotoxicidade</u>
1	Nula (Testemunha)
2	Muito leve
3	Leve
4	Moderada
5	Média
6	Quase forte
7	Forte
8	Muito forte
9	Morte total

ESCALA DE CONTROLE - PERCENTUAL	
<u>% Controle</u>	<u>Denominação</u>
0 - 40	nenhum a pobre
41 - 60	regular
61 - 70	suficiente
71 - 80	bom
81 - 90	muito bom
91 - 100	excelente

As condições de trabalho do equipamento para aplicação do herbicida no ensaio foram:

- Pressão de trabalho da ponta: 1.5 kgf/cm²
- Vazão da ponta: 0.62 l/min,
- Espaçamento da cultura: 1.40m
- Número médio de plantas/m: 52

No momento da aplicação as condições climáticas no local do ensaio apresentavam os seguintes dados:

- Umidade relativa do ar: 66%
- Temperatura do ar: 27^o C
- Condições de ventos: sem vento

A Umidade relativa do ar e a temperatura foram obtidas com termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e a velocidade do vento com anemômetro portátil.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Seleção das pontas

Este trabalho não teve por objetivo fazer análises de precisão para as pontas selecionadas. Entretanto, fez-se necessário analisá-las, para estabelecer parâmetros do padrão de comportamento das mesmas, os quais permitiram definir condições adequadas para a aplicação desejada.

5.1.1. Seleção

Dentre as pontas selecionadas previamente através dos catálogos dos fabricantes, indicadas como adequadas para aplicação de herbicidas em pós-emergência, sendo elas, Turbofloodjet TF - VS2; Floodjet TKSS.50; TT VP 11002; XR teejet 11002vs; XR teejet 11004VS; Descentrado OC-04; Twinjet TJ-60 11006VS; DG Teejet 11002vs; DG Teejet 11003vs, descartou-se as pontas Twinjet TJ-60 11006VS e Descentrado OC-04. Ambas as pontas mostraram-se inadequadas por apresentarem uma sobreposição excessiva das gotas nas condições de trabalho dos testes.

5.1.2. Perfil de distribuição

O comportamento do perfil de distribuição de cada ponta à altura de 25 cm e pressão de trabalho de 147.1 KPa é apresentado no Anexo II. As pontas DG Teejet 11004vs, Turbofloodjet TF - VS2, TT VP 11002, XR teejet 11002vs e XR teejet 11003VS apresentaram uma distribuição triangular do pulverizado mais adequada. Tal distribuição facilitou a regulagem dos bicos da barra aplicadora em jato dirigido, obtendo-se um padrão de distribuição segundo o objeto deste trabalho na aplicação de herbicida em pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar.

5.1.3. Tamanho de gotas

O comportamento das pontas selecionadas, quanto ao DMV e ao tamanho de gotas em função da porcentagem do volume acumulado à diferentes pressões, é mostrado nas curvas de calibração fornecidas pelo fabricante e apresentadas no Anexo III.

5.1.4. Densidade

A densidade das pontas Turbofloodjet TF - VS2; XR teejet 11002vs; Descentrado OC-04; Twinjet TJ-60 11006VS; DG Teejet 11002vs e DG Teejet 11004vs apresentou-se dentro da faixa recomendada para aplicação de herbicida sistêmico, porém, as pontas Twinjet TJ-60 11006VS, Descentrado OC-04 e DG Teejet 11004vs apresentaram uma menor densidade devido a coalescência das gotas, ocasionada pela sobreposição das mesmas.

5.2. Arranjo de bicos

Dentre as diversas possibilidades de arranjos de bicos com as pontas selecionadas, optou-se por aquela que apresentasse as seguintes características: um $Dv_{0.1}$ acima de 200 μm (ver curvas de calibração no Anexo III), baixa vazão e um perfil de distribuição com baixas variações dos volumes nas canaletas de forma a apresentar uma curva mais suave. A ponta TT VP11002vs, por estar dentro destes critérios, mostrou-se adequada para o estudo de arranjo em jato dirigido na cultura da cana-de-açúcar com espaçamento de 1.40m. O perfil do pulverizado nesse espaçamento, em um arranjo com dois bicos, é mostrado na Figura 21, cuja distribuição detalhada no Quadro 11 se deu próximo aos valores citados por Lundsford (1983), ou seja, 80% do pulverizado concentrado na entrelinha e 20% na linha da cultura.

Ressalta-se que para a obtenção do perfil desejado, além das variáveis altura e espaçamento, alterou-se também o ângulo das pontas em relação ao plano horizontal. As variáveis foram ajustadas ao perfil desejado, mediante tentativa de diversas combinações.

Buscou-se, através de programas computacionais específicos, identificar as diversas possibilidades de combinações, conforme relatado por Matuo (1994), porém, estes não se mostram adequados para simulação de combinações de arranjos de bicos em jato dirigido, pois consideram apenas as componentes altura e espaçamento entre bicos para gerar diversas combinações, as quais se aplicam apenas na checagem do perfil de distribuição em pulverizadores

com sistema de barras, para aplicações em área total. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de um programa computacional que considere também a variação dos ângulos em relação ao plano horizontal e vertical, como possibilidade de regulação.

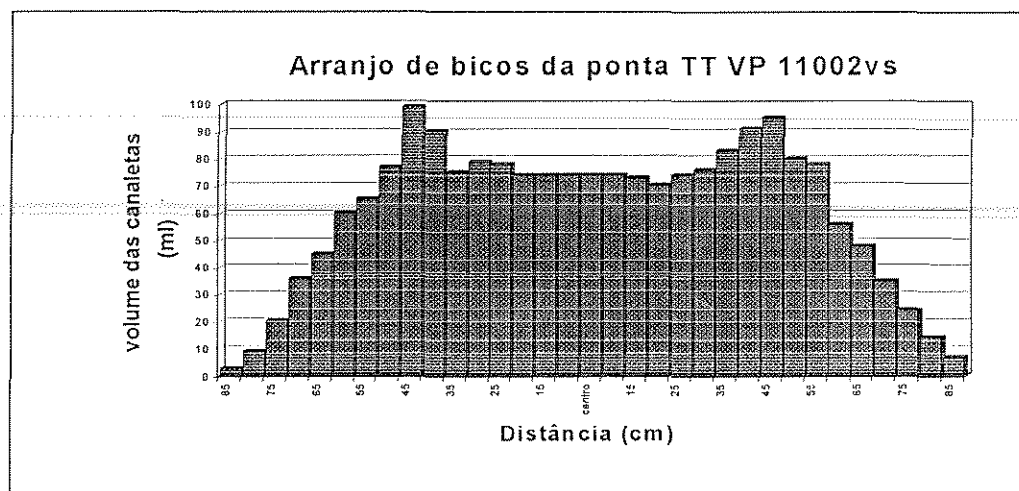


Figura 21: Perfil de distribuição de arranjo de bicos com a ponta TTVP11002vs para um espaçamento de 1.40m

As distâncias consideradas para os cálculos dos volumes da entrelinha e linha da cultura são mostradas na Figura 14.

Quadro 11: Distribuição dos volumes do arranjo de bicos da ponta TTVP11002vs no espaçamento de 1.40m

	Linha esquerda	Entrelinha	Linha direita	Total
Volume (ml)	266.00	1510.00	238.00	2014.00
% volume	13.21	74.98	11.82	100
coeficiente de variação		13.21		

A média e o desvio padrão dos volumes do arranjo de bicos na entrelinha foi de 79.47 e 8.27 respectivamente.

O espaçamento entre os bicos na barra foi de 40cm, sendo que ambos tiveram seus ângulos alterados em 5° na linha perpendicular em relação ao solo.

5.3. DENSIDADE

Segundo Santos (1987), o número recomendado de gotas para aplicação de herbicidas sistêmico/translocação em pós emergência deve situar-se entre 30 a 50 gotas/cm². Entretanto, nas análises das gotas coletadas em papel sensível, os resultados obtidos indicam que a faixa recomendada é difícil de ser atingida (Figura 22), e as pontas que apresentaram uma densidade dentro desses limites, apresentaram um DMV acima de 120 a 150 µm, indicado pelo mesmo autor como adequado para aplicação de herbicida sistêmico. Porém, Ozkan (1997) e Velloso (1993) afirmam que gotas dentro dessa faixa de DMV recomendada, mostram-se bastante sujeitas à deriva potencial (Quadro 7), e consequentemente, inadequadas para aplicações em jato dirigido com produtos de amplo espectro e não seletivos, onde se busca um desvio mínimo da trajetória da gota ao alvo, como forma de minimizar uma possível fitotoxicidade na cultura. Estes autores recomendam gotas com DMV acima de 200µm, por proporcionarem boa cobertura com uma penetração razoável e estarem menos sujeitas ao arraste por correntes de ventos.

O fator velocidade foi analisado para verificar sua interferência na densidade do pulverizado das pontas. Na análise de variância (Quadro 12), observou-se nas condições estudadas, ou seja, pressão de trabalho de 147.1 KPa e altura de pulverização de 25cm à três níveis de velocidades e 5 repetições, que a velocidade não interfere significativamente ao nível de 5% na densidade com exceção das pontas DG11004 e XR11003, que apresentaram uma influência estatisticamente significativa, onde o aumento da velocidade incrementa a densidade. Observou-se que as pontas Tkss50 e TT_VP11002 apresentaram um padrão mais uniforme na distribuição espacial das gotas, ocorrendo uma menor sobreposição das gotas.

A densidade média apresentada por cada ponta, nas três velocidades (Quadro 12), indica uma grande variabilidade da densidade entre as pontas.

Observou-se que nas condições em que foram realizados os testes, o decréscimo da densidade na velocidade de 4km/h deu-se principalmente pela sobreposição das gotas, cuja distribuição espacial das gotas é mostrada no Anexo I. Tal fato é observado no Quadro 14, onde maiores valores do DMV concentram-se na velocidade de 4km/h. Em ensaios preliminares, observou-se que a altura foi a variável que contribuiu para a sobreposição das gotas, devendo porém, ser melhor investigado.

Quadro 12: Análise de variância e Teste de Tukey para a variável densidade

Análise de variância					
Origem	DF	Soma dos quadrados	Quadrado Médio	F ⁽¹⁾	Pr > F
VEL	2	894,24	447,12	1.93	0.1500
BICO	8	47125,35	5890,67	25.44	0.0001***
VEL*BICO	16	6356,03	397,25	1.72	0.0541*
Teste de Tukey					
BICO	Densidade média de todas as velocidades entre bicos ⁽²⁾	Densidade média por velocidade ⁽³⁾			Incremento na velocidade representou:
		4 km/h	6 km/h	8 km/h	
tkss50	92.4 a	98,6 a	92,6 a	86 a	Diminuição da densidade
xr11002	90.5 a	93,2 a	84,6 a	93,8 a	Mesma densidade
tt11002	87.8 a	97,8 a	89 a	76,8 a	Diminuição da densidade
xr11003	68.8 b	56,8 b	77,2 a	72,6 ab	Aumento da densidade
dgl1004	56.0 cb	40,6 b	56,4 ab	71 a	Aumento da densidade
dgl1002	53.1 cb	54,4 a	53,4 a	51,6 a	Diminuição da densidade
tfvs2	52.5 cb	51 a	53,2 a	53,4 a	Aumento da densidade
oc_04	46.0 c	36,8 a	47,8 a	53,4 a	Aumento da densidade
twinjet	43.4 c	36,6 a	37,2 a	56,4 a	Aumento da densidade
Coefficiente de variação					
Geral⁽⁴⁾		62.86 a	64.97 a	69.06 a	Aumento

(1) Teste F para significância do efeito: (***) 1%, (**) 5%, (*) 10%

(2) Densidade média com mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância segundo teste de Tukey.

(3) Idem para diferença das densidades médias entre velocidades de cada bico.

(4) Idem para a diferença das densidades médias entre as velocidades em todos os bicos.

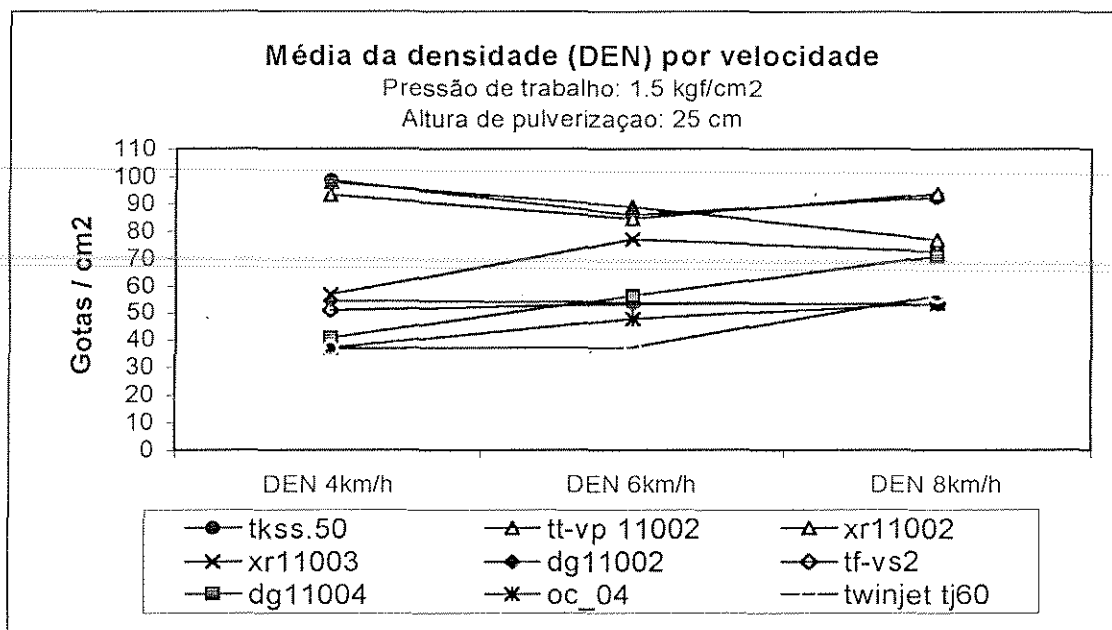


Figura 22: Média da densidade em três níveis de velocidades

5.4. Área molhada

O programa computacional SIARCS possibilitou analisar além da densidade, a área molhada total promovida pelas gotas em cada amostra, calculada pela somatória das áreas de todas as gotas/cm². Diferentemente da densidade, os dados obtidos mostram que a velocidade pode interferir significativamente, ao nível de 5 %, na cobertura efetiva do alvo (Quadro 13).

Vários autores citam a velocidade como sendo um fator, dentre outros, a ser considerado na calibração de uma aplicação, pois a variação da mesma, implica em uma variação do volume da calda aplicada, e conseqüentemente, uma alteração da quantidade do produto a ser utilizado, indicado na aplicação em uma área a ser pulverizada. Entretanto, não se encontrou nenhuma referência que considere a velocidade como sendo um fator que possa interferir qualitativamente na quantidade efetiva do i.a. depositada sobre o alvo, segundo a especificidade da ponta utilizada. Normalmente a calibração, efetuada antes do início do trabalho, é função da cultura, das condições climáticas, do solo, declividade, onde a velocidade é apenas ajustada de forma a ser realizado um trabalho em boas condições operacionais.

Os dados indicam que um incremento na velocidade implica em redução da área molhada total (Figura 23). Com exceção das pontas TKss50, XR11003, TFVS2 e TWINJET, os

resultados das outras pontas, indicam estatisticamente, ao nível de 5%, uma interferência significativa das três velocidades na área molhada. Mesmo para as pontas onde estatisticamente não há evidência da interferência da velocidade ao nível de 5%, os dados do Quadro 13 mostram uma tendência de que isso ocorra, nas condições estudadas.

Este resultado indica que a área molhada efetiva do pulverizado deve ser considerado ao se analisar a qualidade de uma pulverização, principalmente no estabelecimento da velocidade de deslocamento do equipamento pulverizador no campo, colocando dessa forma a quantidade mais adequada do i.a. sobre o alvo biológico para se obter o resultado desejado.

Quadro 13: Análise de variância e Teste de Tukey para a variável área molhada (AM)

Análise de variância					
Origem	DF	Soma dos quadrados	Quadrado Médio	F ⁽¹⁾	Pr > F
VEL	2	4953.90	2476.95	30.48	0.0001 ***
BICO	8	12991.64	1623.95	19.98	0.0001 ***
VEL*BICO	16	1377.83	86.11	1.06	0.4025
Teste de Tukey					
BICO	Área molhada média de todas as velocidades entre bicos ⁽²⁾	AM média por velocidade ⁽³⁾			Incremento na velocidade representou:
		4 km/h	6 km/h	8 km/h	
tkss50	26.80 cd	34.33 a	21.93 a	24.15 a	Diminuição da AM
xr11002	21.94 d	29.50 a	21.91 b	14.41 c	Diminuição da AM
tt11002	19.89 d	30.99 a	15.76 b	12.91 b	Diminuição da AM
xr11003	34.87 cb	43.48 a	30.66 a	30.47 a	Diminuição da AM
dgl1004	41.81 ab	52.97 a	42.90 b	29.58 c	Diminuição da AM
dgl1002	32.58 cb	38.12 a	37.29 a	22.33 b	Diminuição da AM
tfvs2	25.57 cd	31.39 a	20.32 a	25.00 a	Diminuição da AM
oc_04	46.77 a	56.63 a	48.03 ab	35.66 b	Diminuição da AM
twinjet	47.39 a	51.48 a	48.71 a	41.99 a	Diminuição da AM
Coeficiente de variação					
Geral ⁽⁴⁾		40.991 a	31.95 b	26.28 c	Diminuição da AM

⁽¹⁾ Teste F para significância do efeito: (***) 1%, (**) 5%, (*) 10%

⁽²⁾ Densidade média com mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância segundo teste de Tukey.

⁽³⁾ Idem para diferença das densidades médias entre velocidades de cada bico.

⁽⁴⁾ Idem para a diferença das densidades médias entre as velocidades em todos os bicos.

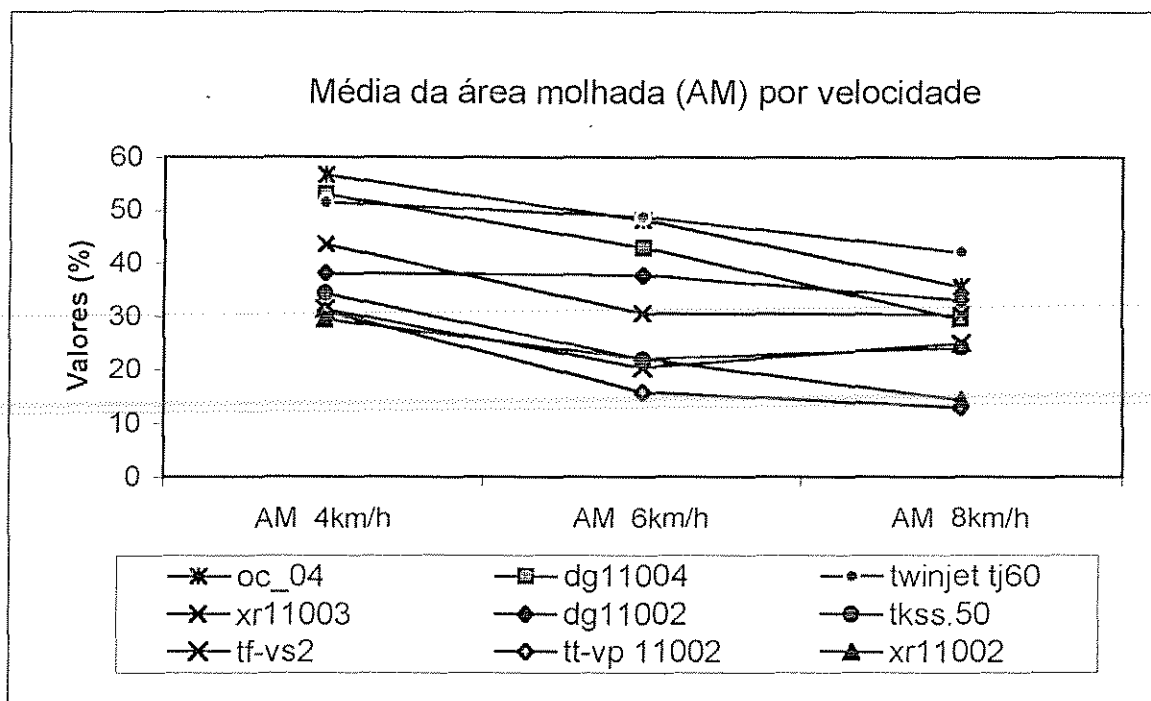


Figura 23: Média da área molhada das pontas em três níveis de velocidades

5.5. Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV)

O programa computacional SIARCS não se mostrou eficaz para determinar o diâmetro das gotas impactadas individualmente. Os dados obtidos foram analisados como valores relativos para estabelecer um comparativo do DMV entre as pontas analisadas. Considerou-se como valor absoluto do DMV, bem como o espectro de gotas para cada ponta, os dados fornecidos pelo fabricante através das curvas de calibração, segundo a pressão de trabalho (Anexo II).

Os dados gerados pelo programa SIARCS foram analisados estatística cujos resultados são mostrados no (Quadro 14). Pelo teste de Tukey não há uma evidência estatística, ao nível de 5%, de que a velocidade interfere no DMV das gotas impactadas. Entretanto, com exceção das pontas TF-VS2, as outras pontas apontam para um decréscimo no DMV quando se incrementa a velocidade de 4 km/h para 8 km/h. Porém, os dados do DMV obtidos nas 5 repetições com papel sensível, apresentaram um desvio padrão muito elevado, indicando uma variação muito grande dos valores à média. Tal fato sugere que a metodologia não tenha sido adequada para analisar o DMV ou, o número de repetições tenha sido insuficiente.

Quadro 14: Análise de variância e médias do DMV obtidos para três níveis de velocidades

Análise de variância					
Origem	DF	Soma dos quadrados	Quadrado Médio	F ⁽¹⁾	Pr > F
VEL	2	160965.28	80482.64	1.94	0.1489
BICO	8	885800.66	110725.08	2.67	0.0104 **
VEL*BICO	16	239657.44	14978.59	0.36	0.9883
Tukey					
	DMV médio de todas as velocidades entre bicos ⁽²⁾	DMV médio por velocidade ⁽³⁾			Incremento na velocidade representou:
BICO		4 km/h	6 km/h	8 km/h	
tkss50	324.51 ab	422.90 a	303.20 a	247.4 a	Diminuição do DMV
xr11002	215.45 ab	247.37 a	215.45 a	183.53 a	Diminuição do DMV
tt11002	152.93 b	175.55 a	139.64 a	143.61 a	Diminuição do DMV
xr11003	345.78 ab	414.90 a	391.00 a	231.40 a	Diminuição do DMV
dg11004	308.55 ab	367.06 a	287.27 a	271.31 a	Diminuição do DMV
dg11002	372.38 ab	367.06 a	287.27 a	271.31 a	Diminuição do DMV
tfvs2	224.76 ab	183.53 a	243.38 a	247.37 a	Aumento do DMV
oc_04	400.31 a	391.00 a	462.80 a	347.10 a	Diminuição do DMV
twinjet	204.81 ab	239.39 a	215.45 a	159.59 a	Diminuição do DMV
Coeficiente de variação					
Geral ⁽⁴⁾		347.11 a	490.75 a	279.29 a	Diminuição do DMV

(1) Teste F para significância do efeito: (***) 1%, (**) 5%, (*) 10%

(2) Densidade média com mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância segundo teste de Tukey.

(3) Idem para diferença das densidades médias entre velocidades de cada bico.

(4) Idem para a diferença das densidades médias entre as velocidades em todos os bicos.

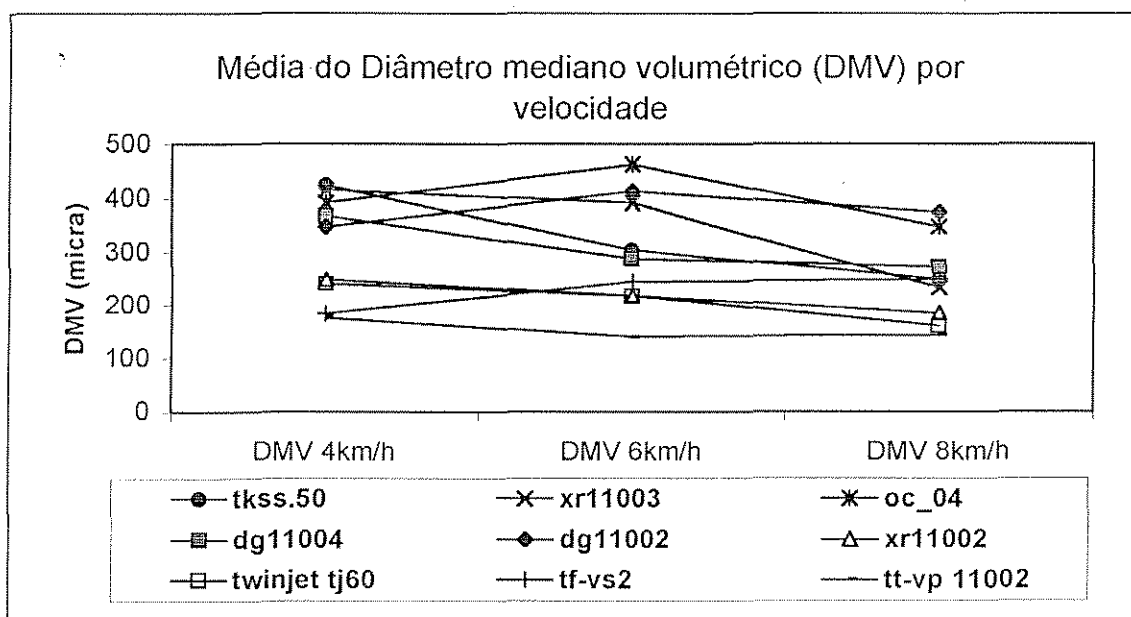


Figura 24: Média do diâmetro mediano volumétrico (DMV) por velocidade

5.6. Resultados de campo – Eficiência e Seletividade

As plantas daninhas encontradas na área onde realizou-se o teste da barra aplicadora em jato dirigido estão indicadas no Quadro 15, Neste quadro é indicada também a distribuição espacial de cada espécie, dada em porcentagem do número de plantas por unidade de área .

Quadro 15: Plantas daninhas e sua distribuição espacial

Planta daninha		Distribuição (%)
Nome vulgar	Nome científico	
Caruru	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	3
Mentrasto)	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	2
Guanxuma	<i>Sida cordifolia</i> L.	4
Guanxuma	<i>Portulaca oleracea</i> L.	1
Gramma seda)	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)Pers.	86
Mentruz	<i>Lepidium virginicum</i> L.	4

Os resultados obtidos com a aplicação do herbicida Glifosate (produto comercial Roundup), foram bastante satisfatórios (Figuras 25 e 26) segundo análise visual da escala de controle em porcentagem das plantas daninhas. Estes resultados mostram que a faixa de controle situou-se na faixa de 90%, tanto na entrelinha, como na linha da cultura e não apresentou fitotoxicidade visual no período observado.



Figura 25 :Vista da entrelinha antes da aplicação de Glifosate em jato dirigido



Figura 26: Vista da entrelinha após 27 DAA do herbicida Glifosate

No controle das plantas daninhas, não se avaliou o efeito do produto sobre cada espécie, e sim o número de plantas controladas sobre o número total de plantas nas áreas amostradas.

5.6.1. Controle e fitotoxicidade

Estatisticamente não houve diferença significativa ao nível de 5% no controle das plantas daninhas e na fitotoxicidade entre os pontos amostrados.

5.6.1.1. Fitotoxicidade visual

Quadro 16: Análise de variância da fitotoxicidade visual.

Origem	DF	Soma Quadrados	Quadrado Medio	Valor F	Pr>F
DDA	2	0.00000000	0.00000000	0.00	10.000
RUAS	2	0.66666667	0.33333333	3.00	0.0751
DAA*RUAS	4	0.00000000	0.00000000	0.00	10.000

Quadro 17: Comparação das médias da fitotoxicidade visual em relação ao DAA(Dias Após Aplicação).

<i>Tukey</i>	<i>Média</i>	<i>N</i>	<i>DAA</i>
A	1.8889	9	16DAA
A	1.8889	9	27DAA
A	1.8889	9	8DAA

5.6.1.2. Controle das plantas daninhas nas entrelinhas

Quadro 18: Análise de variância do controle das plantas daninhas nas entrelinhas.

<i>Origem</i>	<i>DF</i>	<i>Soma Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr>F</i>
DAA	2	141296296296.00	70648148148	63.58	0.0001
RUAS	2	9074074074.00	4537037037	4.08	0.0345
DAA*RUAS	4	1481481481.00	370370370	0.33	0.8519

Quadro 19: Comparação das médias do controle entre DAA.

<i>Tukey</i>	<i>Média</i>	<i>N</i>	<i>DAA</i>
A	92.222	9	27DAA
B	80.000	9	16DAA
C	75.000	9	8DAA

Quadro 20: Comparação das médias do controle nas entrelinhas.

<i>Tukey</i>	<i>Média</i>	<i>N</i>	<i>RUAS</i>
A	84.444	9	EL2
BA	82.778	9	EL3
B	80.000	9	EL1

5.6.1.3. Controle das plantas daninhas nas linhas

Quadro 21: Análise de variância do controle das plantas daninhas nas linhas.

<i>Origem</i>	<i>DF</i>	<i>Soma Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr>F</i>
DAA	2	68.611.111.111	34.305.555.556	49.40	0.0001
RUAS	1	0.00000000	0.00000000	0.00	10.000
DAA*RUAS	2	833.333.333	416.666.667	0.60	0.5645

Quadro 22: Comparação das médias do controle nas linhas.

<i>Tukey</i>	<i>Média</i>	<i>N</i>	<i>RUAS</i>
A	76.111	9	L1
A	76.111	9	L2

Quadro 23: Comparação das médias do controle nas linhas entre o DAA.

<i>Tukey</i>	<i>Média</i>	<i>N</i>	<i>DAA</i>
A	81.667	6	27DAA
A	79.167	6	16DAA
B	67.500	6	8DAA

É importante salientar que a fase de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar onde realizou-se o ensaio, aos 90 dias, não era a pretendida. A fase desejada deveria situar-se na faixa dos 30 aos 60 dias após o plantio, pois nessa etapa a altura da cultura é mais adequada à altura do trator e também é o período mais crítico da concorrência das plantas daninhas com a cultura. Entretanto, no mês em que foi montado o ensaio, maio/98, dificilmente se encontra na região cultura de cana-de-açúcar nessa fase de desenvolvimento vegetativo, principalmente cana soca. Diante disto, sugere-se que a barra aplicadora seja testada posteriormente na fase dos 30 aos 60 dias de desenvolvimento da cultura para se avaliar principalmente a fitotoxicidade, em razão da cana apresentar-se com menor altura e tecidos mais tenros e portanto mais susceptíveis ao produto utilizado.

5.7. Considerações sobre o equipamento desenvolvido

5.7.1. Conceito

O desenvolvimento do equipamento baseou-se na necessidade de uma distribuição uniforme da calda sobre toda a faixa pulverizada. Atualmente, nenhum equipamento em jato dirigido disponível no mercado, oferece a possibilidade de diversas regulagens semelhante a este equipamento.

A regulagem angular do bico quanto a trajetória do jato em relação à perpendicular do alvo, possibilita diversas combinações entre os bicos segundo a peculiaridade da cultura e condições de solo, obtendo-se dessa forma, uma maior eficiência na aplicação, dada pela economia e uniformidade na distribuição da calda aplicada.

5.7.2. Utilização

O equipamento oferece a possibilidade de ser utilizado para aplicação de herbicida em jato dirigido em diversos tipos de culturas, necessitando apenas que se faça a regulagem de acordo com características da cultura, tais como: espaçamento, estágio de desenvolvimento, espécies de plantas daninhas a ser controladas, declividade e condições do solo.

5.7.3. Custo do equipamento

O custo para a construção de uma unidade do equipamento ficou em torno de US\$ 100, considerando o material e mão-de-obra de um serralheiro.

A grande vantagem da barra aplicadora, se dá pela possibilidade de ser acoplada em pulverizadores tratorizados convencionais, bastando adaptar uma barra ao pulverizador para fixar o equipamento. Sugere-se que não seja utilizada mais que quatro unidade do equipamento acopladas ao pulverizador, para facilitar a operacionalidade da aplicação.

Dada as considerações sobre o equipamento, verifica-se que o mesmo pode apresentar um custo/benefício bastante favorável, podendo ser amortizado facilmente.

VI. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com o presente trabalho pode-se concluir que:

- O controle das plantas daninhas nas entrelinhas e linhas na cultura da cana-de-açúcar foi satisfatório com o equipamento proposto.
- O perfil de distribuição pretendido na faixa pulverizada foi atingido.
- O coeficiente de variação de 10.4 dos volumes pulverizados na entrelinha ficou dentro de limites aceitáveis.
- Não foram observados sintomas visuais de fitotoxicidade à cultura.
- O equipamento desenvolvido viabilizou a aplicação de produtos não seletivos do grupo Glifosate (Roundup) na cultura de cana-de-açúcar em jato dirigido.

VII. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.

Pode-se constatar com este trabalho, da necessidade de maiores esforços no desenvolvimento de pesquisas na área da Tecnologia de Aplicação de Defensivos no país, considerando as características econômico-socio-cultural do setor agrícola, de forma à apresentar soluções que venham de encontro com as expectativas do produtor Brasileiro.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGRIANUAL 97. Anuário da Agricultura Brasileira, 1997, p. 173
- AKESSON, N.B., YATES, W.E.. Physical Parameters Affecting Aircraft Spray Application. *Pesticide Drift Management Symposium Proceedings, South Dakota State University, Brookings*. 1984.
- ALVES, A. Uso de herbicida em cana-de-açúcar. 2ª ed. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1978, (*Boletim técnico*,83).
- ARÉVALO, R. A.; CAMARGO, P. N. O controle das principais invasoras. Porto Alegre, *A Granja*, nº_393, Ed. Centauro, 1980.
- BERNACKI, H.; HAMAN, J.; KANAFOJSKI, C.Z., *Insects Plant Diseases and Weed Controlling Machines*, Agricultural Machines Teory and Construction, Warson, 1967, p. 780-864.
- BLANCO, H.G. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. *O Biológico*, 1981. 47(3):77-88
- BOLEN, K. R. *Farm Power & Machinery* B-8, Machinery Issued January U.S. Department of Agriculture. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources. 1990
- COLETI . Matocompetição em cana planta e sua influência na soca, *4º Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Acucareiros e Alcooleiros do Brasil(STAB)* -VII Convenção da ACTALAC. Olinda, PE, 1987. p 154-159.
- COPERSUCAR - Centro de Tecnologia, Controle de Plantas Daninhas em Cana-de-Açúcar. *I Seminário de Tecnologia Agronômica*, Piracicaba, SP, março/ 1982ço/ 1982 p.179-191
- CHRISTOFOLETTI, J.C. Considerações Sobre Tecnologia de Aplicação, *Spraying Systems do Brasil*, Diadema SP, 1995.

CHRISTOFOLETTI, J.C. *Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*, Spraying Systems do Brasil, Editoração: Raf&S PVG, impressão: EDELPA, 1992.p.11-16

DEXTER (1993)

EMBRAPA. Uma Nova Proposta para a Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas, *Circular Técnica número 5*. Jaguariúna,SP, Agosto, 1990.

FOLONI, L.L.; CAMPOSILVAN, D.; OLIVEIRA,A.F. Aplicabilidade do cultivador químico tipo - HOOD SPRAYER - utilizando herbicidas pós-emergentes na cultura da cana-de-açúcar. *XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, Centro de Convenções Raymundo Asfora, Campina Grande, PB, Julho de 1997_a.

FOLONI, L.L.; CAMPOSILVAN, D.; OLIVEIRA,A.F. Avaliação da aplicabilidade do cultivador químico tipo - HOOD SPRAYER - no controle das plantas daninhas na cultura do algodão, *XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, Centro de Convenções Raymundo Asfora, Campina Grande, PB, Julho de 1997_b.

FOSTER, R.; ALVES, A.. Recomendações de uso em várias culturas. Porto Alegre, *A Granja*, nº 399, Ed. Centauro, 1981.

GRISSE, R.D.; KLEIN, R.N. Nozzles - selection and sizing. farm power & machinery, University of Nebraska Cooperative Extension. *CAT - G89-955*, p. 7, 1990.

GUIA RURAL ABRIL, A cultura da cana-de-açúcar. São Paulo SP, Editora Abril,1986. p 293-294

HARRY, Y. JR.; PHILLIP, S.H. *No-Tillage Farming*. Brookfield, Wisconsin, USA. 1983.

HONDA, M., Tecnologia de Aplicação de Defensivos - Fatores intrínsecos. In: *Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas*. Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente Anais. Jaboticabal, FCAV, 1985.

INFORMATIVO COOPERCITRUS. Plantas daninhas reduzem produtividade. Ano X - nº 112, 1996. p 8-13

KLINGMAN, G.. Weed control as a science. *John Wiley and Sons*, New York, 1961,p.67.

KRISHNAN, P. Effect of sprayer bounce and wind condition on spray pattern displacement of TJ60-8004 fan nozzles. *Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)*, 1993. V. 36 nº 2: March-April. p. 261-264

- LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: COPERSUCAR. *Reunião Técnica Agrônômica*. Pragas da cultura da cana-de-açúcar, Piracicaba, SP, 1983. p. 59-73.
- LUNDSFORD, J. Effect of herbicide rate, additivus, growth stage and competitive crop on the control of Texas panicum with fluazifop-butyl. in: Southern Weed Science Society, Annual Meeting, In: *Proceedings*, 36 USA, 1983., p.149.
- MATTHEWS, G.A., *Pesticide application methods*. Longman Inc., New York, 1979.
- MATTHEWS, G.A.. Determination of droplet size, *PANS*, 1975, 21, p. 213-225
- MATUO, T.; PERESSIN, V.A.; PERECIN,D.;PIO, L.C.; BRÁZ, B.A. Aplicação em jato dirigido em cana-de-açúcar. I. Espaçamento Entre Bicos Twinjet Para Aplicação do Herbicida MSMA. *Biblioteca da Área de Engenharia*, Unicamp, Campinas SP, 1994, v 14 p 69-82,
- MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal ,Funep. 1990. pag.139
- MATUO, T. Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas. In: *Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas*. Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente Anais. Jaboticabal, FCAV, 1985. p 13-40
- NORCINI, J.G.; STAMPS,R.H. Container Nurseryweed Control. *Circular 678, Florida Cooperative Extension Service*,University of Florida. 1994. p. 11.
- NORDBO, E. Deposition and Efficiency of Herbicide Sprays in Sugar Beet with Twin-Fluid, Low-Drift an Conventional Hydraulic Nozzles. *Crop Protection*, V 14 nº 3, 1995. p 237-240.
- OZKAN, E.H., Reducing Spray Drift. *Bulletin 816*. Ohio State University. 1997. p. 07.
- PEREIRA, J.L. Tecnologia de Aplicação de Defensivos - Fatores intrínsecos. In: *Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas*. Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente Anais. Jaboticabal, FCAV, 1985. p 13-40
- PITELLI, R.A. Competição e manejo em culturas anuais. Porto Alegre, A *Granja*, 1981, nº 399, Ed. Centauro,.
- POTTS, S.F.. Particle size of insecticides and its relation to application, distribution and deposits. *Journal of Economic Entomology*, 1987, V.39 nº 6 p.716-720.
- RICE, B.; CONNOLLY, J. Quality-control limits for the distribution patterns of ground-Crop sprayer nozzles. *J.Agric.Engng.Res.*,1969, V. 14, nº 4, p.313-318.
- RICE, B. Spray distribution from ground-crop sprayers. *J.Agric.Engng.Res.*, 1967. V. 12 nº 3 p.173-177.

SANTOS, Tecnologia de Aplicação de Defensivos - Fatores intrínsecos. In: *Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas*. Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente Anais. Jaboticabal, FCAV, 1985.

SANTOS, J.M.F. Aplicação correta no tempo certo. *Revista Sinal Verde*. São Paulo - março/junho-1987, Ano 1, nº 3, p. 3-7.

SMITH, D.B.; HARRIS, F.D.; GOERING, C.E... Variables affecting drift from ground sprayers. *Transactions of the ASAE*. 1982, V.25, nº 6, p.1499-1503.

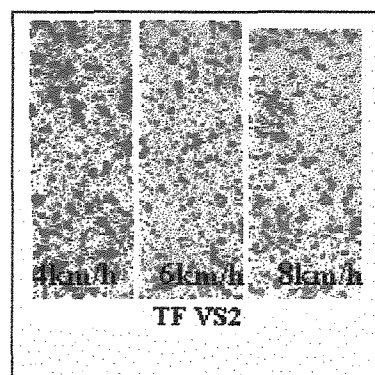
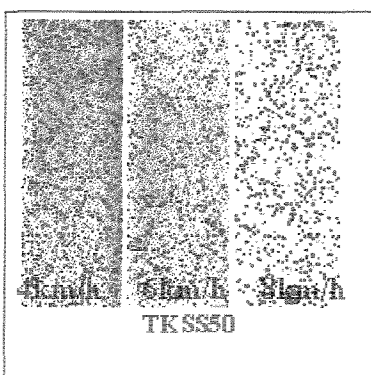
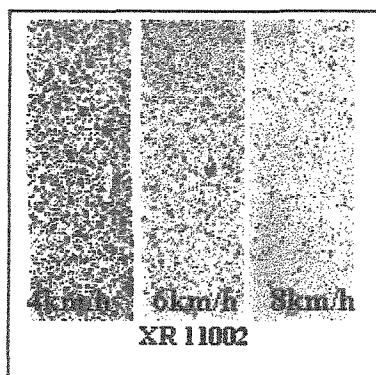
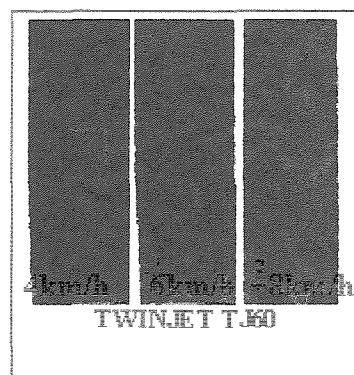
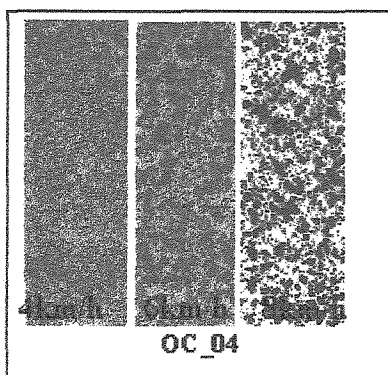
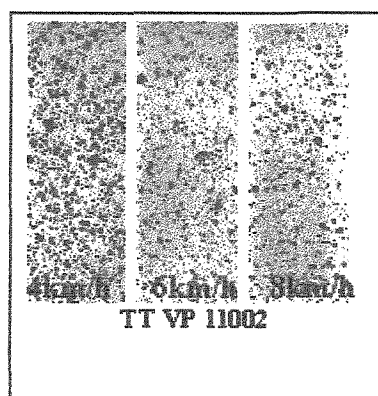
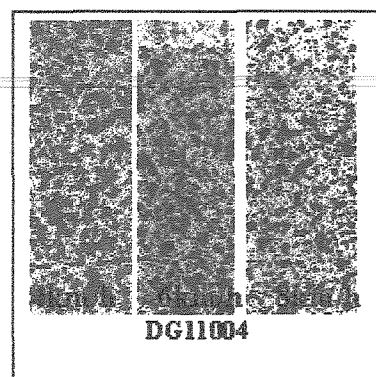
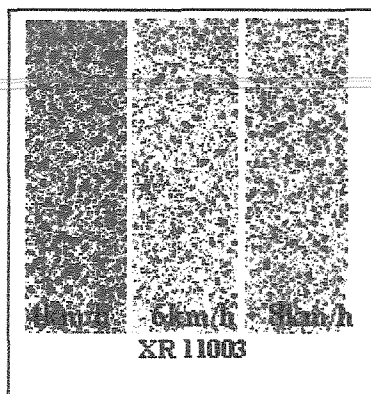
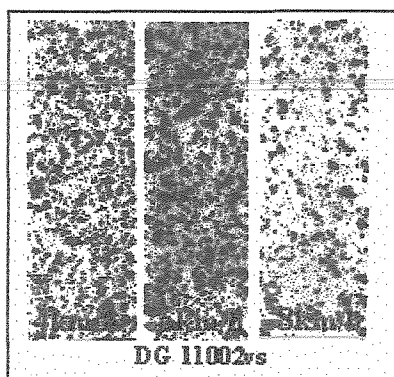
SPRAYING SYSTEMS Co. Produtos de pulverização para agricultura. Wheaton, Illinois, USA, *cat.44M-P*, 1994.

SPRAYING SYSTEMS Co. Bicos e acessórios de barra, *manual Br-CA1*. São Paulo, 2ª edição, 1995. p 30

VELLOSO, J. A. R. e Souza, R. O. Plantas daninhas no sistema plantio direto na palha, *Plantio Direto no Brasil*. Passo Fundo, RS. Ed. Aldeia Norte, 1993.

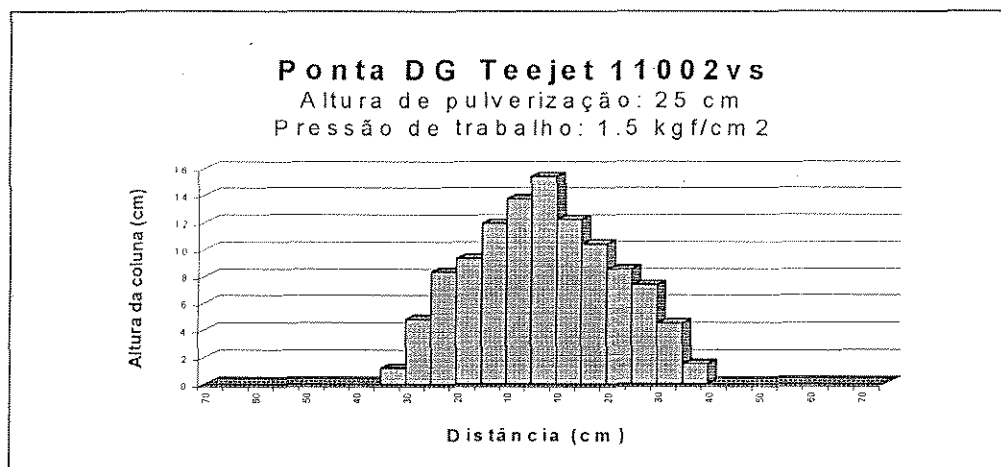
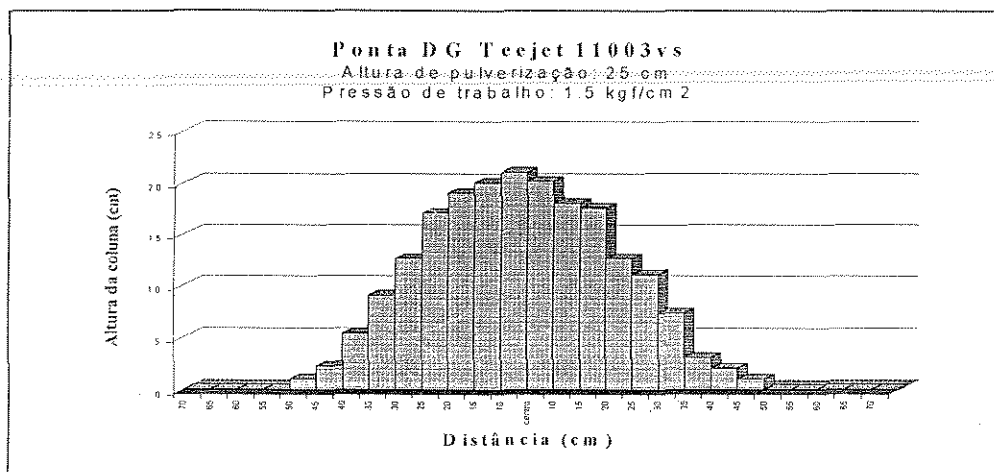
ANEXO I

PADRÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS GOTAS, DA PRIMEIRA AMOSTRA, DE CINCO, OBTIDO EM PAPEL SENSÍVEL A TRÊS VELOCIDADES, 4 KM/H, 6KM/H E 8KM/H.



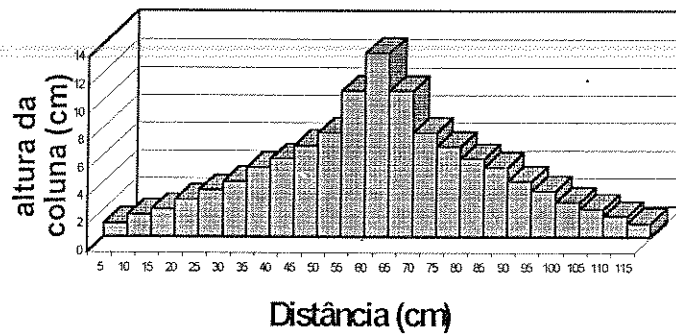
ANEXO II

HISTOGRAMAS DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DAS PONTAS SELECIONADAS À PRESSÃO DE 1.5 KGf/CM² E ALTURA DE 0.25M DO ALVO.

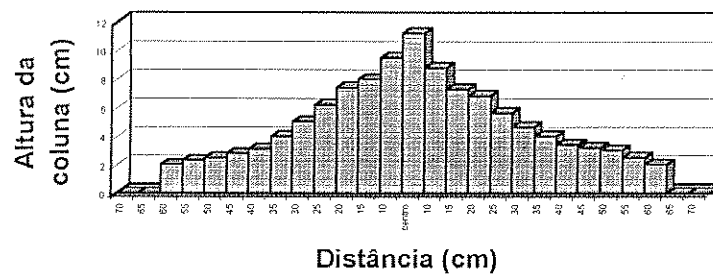


Ponta TF-VS2

altura de pulverização: 0,25m
pressão de trabalho: 1,5 kgf/cm²

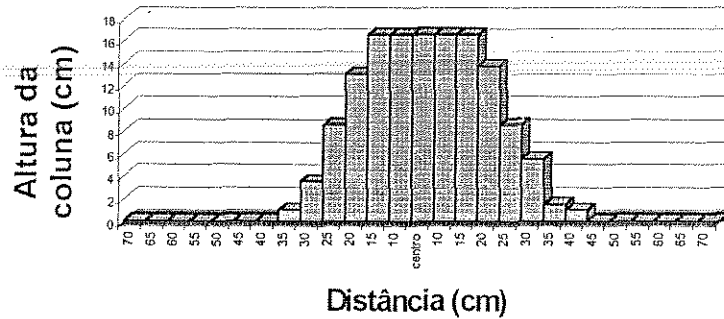
**Ponta TT VP11002**

Altura de pulverização: 25 cm
Pressão de trabalho: 1,5 kgf/cm²

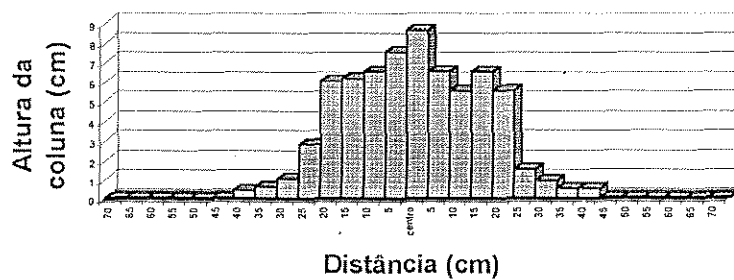


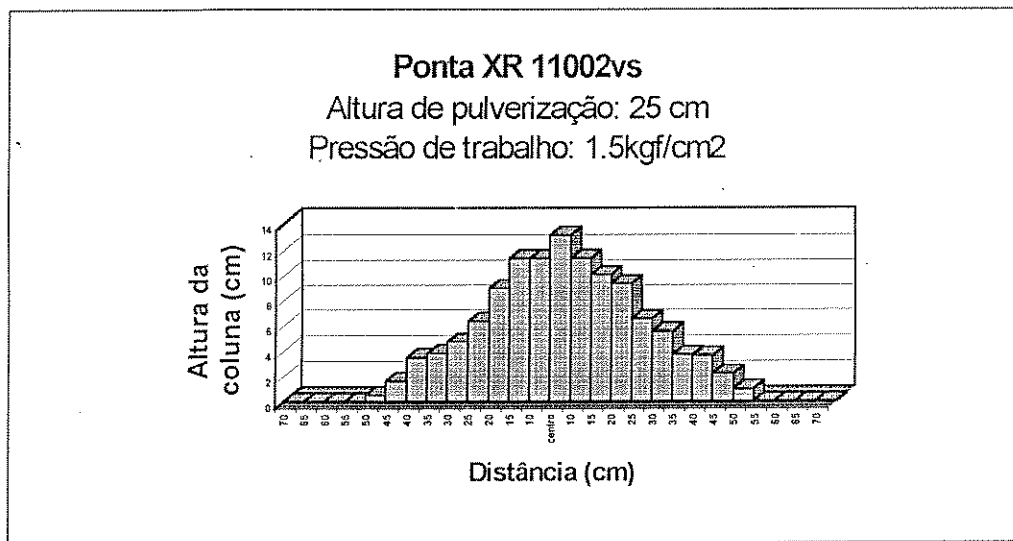
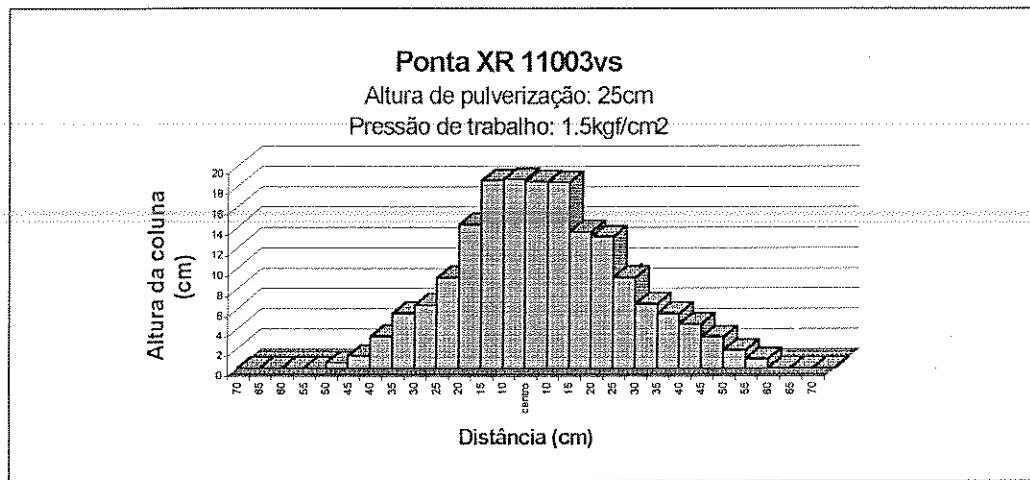
Ponta Twinjet TJ 60

Altura de pulverização: 25 cm

Pressão de trabalho: 1.5kgf/cm²**Ponta TK SS50**

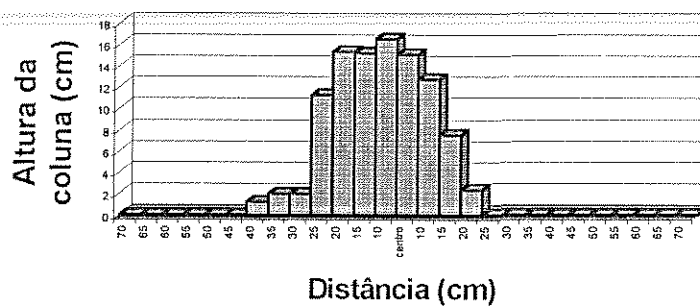
Altura de pulverização: 25 cm

Pressão de trabalho: 1.5 kgf/cm²



Ponta OC_04

Altura de pulverização: 25 cm

Pressão de trabalho: 1.5 kgf/cm²

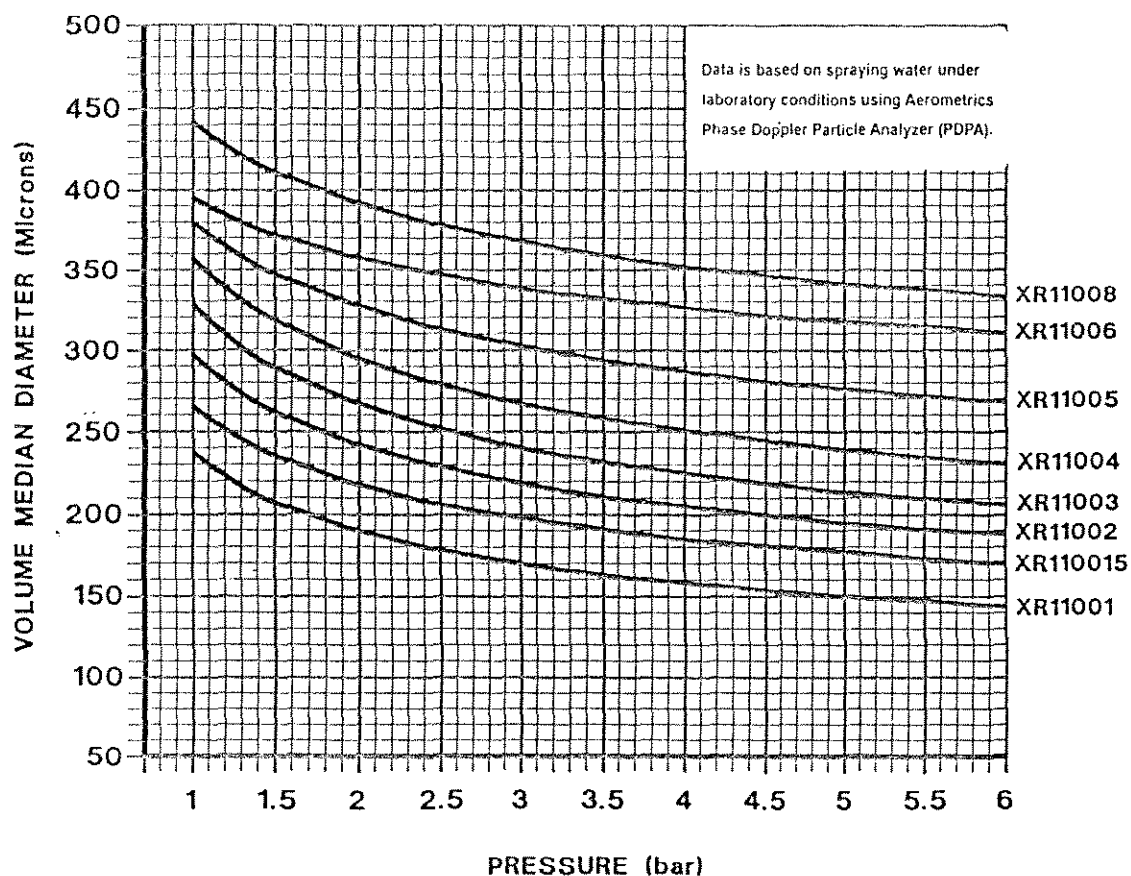
ANEXO III

CURVAS DE CALIBRAÇÃO DAS PONTAS SELECIONADAS.

DESCRIPTION

XR TEEJET® EXTENDED RANGE FLAT
SPRAY TIPS VOLUME MEDIAN DIAMETER
VERSUS PRESSURE CURVES

CAPACITIES XR11001 THRU XR11008
SPRAYING WATER AT 21° C



NOTE: THE ABOVE DATA APPLIES ONLY TO THE XR TEEJET® EXTENDED RANGE FLAT SPRAY TIPS WITH THE MATERIAL CODES "VS" (STAINLESS STEEL WITH VISIFLO® COLOR-CODING) AND "VP" (POLYMER WITH VISIFLO® COLOR-CODING).



Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheaton, IL 60189-7900

Date

Jan. 11, 1993

Data Sheet No.

11825-44M

XR11001 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	112	238	398
1.5	101	208	356
2	93	190	331
2.5	88	179	315
3	83	170	303
3.5	79	164	295
4	75	159	289
4.5	72	154	285
5	69	151	281
5.5	67	147	279
6	65	145	278

XR110015 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	126	265	427
1.5	116	236	390
2	107	219	365
2.5	99	207	348
3	94	198	334
3.5	89	191	322
4	84	186	313
4.5	81	181	305
5	77	177	299
5.5	74	174	293
6	71	171	290

XR11002 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	137	297	460
1.5	128	263	419
2	121	243	393
2.5	114	229	374
3	108	219	359
3.5	102	212	347
4	97	205	336
4.5	93	200	327
5	88	196	320
5.5	85	192	313
6	82	188	307

XR11003 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	154	329	485
1.5	143	290	448
2	135	267	424
2.5	128	252	406
3	122	241	391
3.5	116	232	380
4	111	225	370
4.5	106	219	361
5	102	214	354
5.5	97	210	348
6	93	206	342

XR11004 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	165	358	543
1.5	156	318	502
2	148	295	473
2.5	140	280	451
3	134	268	432
3.5	128	259	417
4	123	251	403
4.5	118	245	392
5	114	240	381
5.5	110	235	371
6	106	231	362

XR11005 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	175	381	597
1.5	166	348	556
2	157	328	526
2.5	150	314	501
3	144	303	480
3.5	138	295	462
4	133	288	445
4.5	128	282	430
5	124	277	416
5.5	120	272	403
6	116	269	391

XR11006 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	187	396	652
1.5	180	373	620
2	172	358	593
2.5	165	347	569
3	158	339	547
3.5	152	332	527
4	146	327	508
4.5	140	322	490
5	135	318	473
5.5	130	314	457
6	125	311	441

XR11008 TEEJET® FLAT SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	201	443	710
1.5	191	412	678
2	182	393	650
2.5	174	379	625
3	166	368	601
3.5	159	360	579
4	152	353	558
4.5	146	347	538
5	140	342	518
5.5	134	337	500
6	129	333	482

NOTE: THE ABOVE DATA APPLIES ONLY TO THE XR TEEJET® EXTENDED RANGE FLAT SPRAY TIPS WITH THE MATERIAL CODES "VS" (STAINLESS STEEL WITH VISIFLO® COLOR-CODING) AND "VP" (POLYMER WITH VISIFLO® COLOR-CODING).

DESCRIPTION

XR TEEJET® EXTENDED RANGE
FLAT SPRAY TIP DROP SIZE DATA
IN MICRONS VERSUS PRESSURE

CAPACITIES XR11001 THRU XR11008
SPRAYING WATER AT 21° C.

Data is based on spraying water under
laboratory conditions using Aerometrics
Phase Doppler Particle Analyser (PDPA).



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

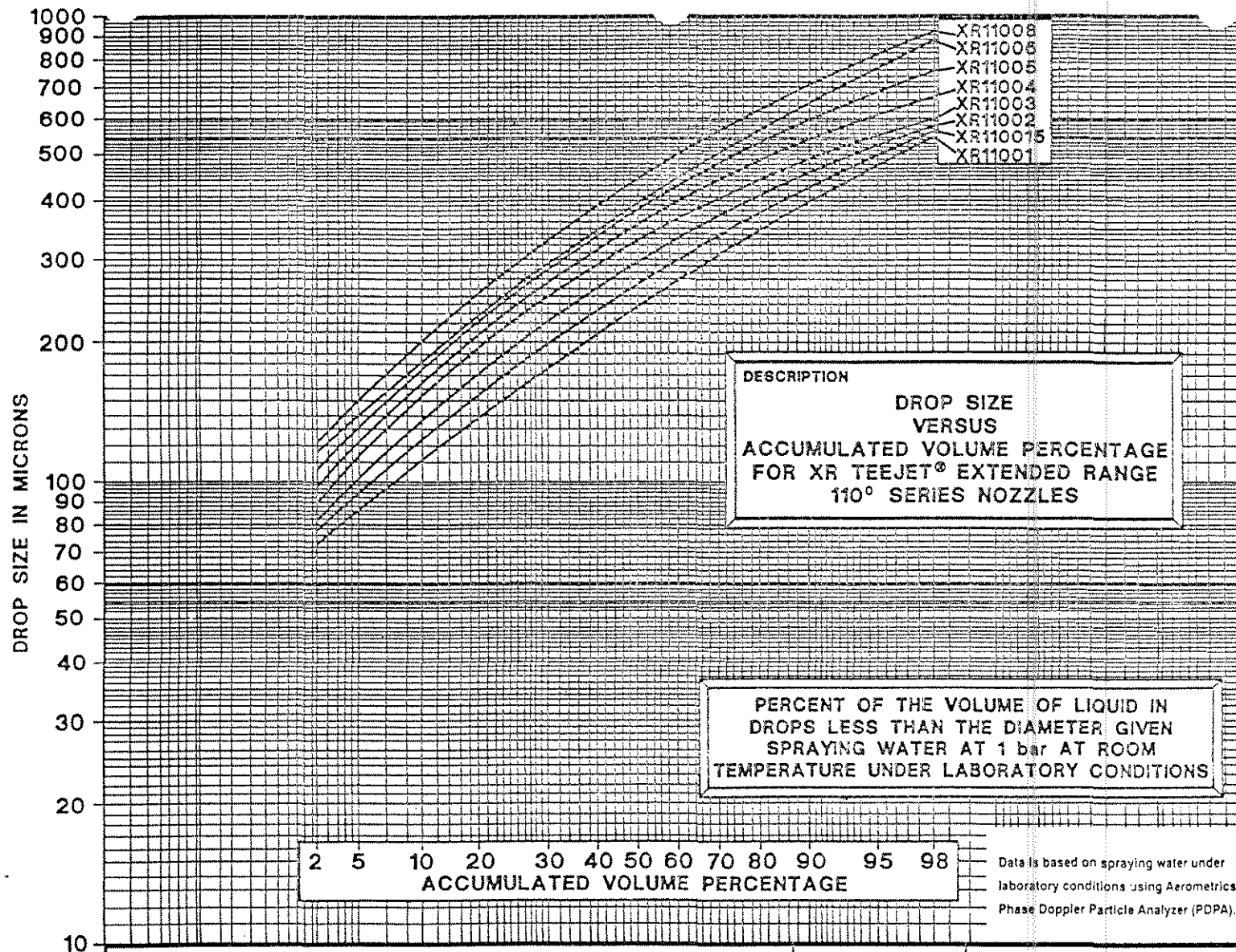
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheaton, IL 60189-7900

Ref:

Data Sheet No.

Revision No. 2

37043-1M



Spraying Systems Co.

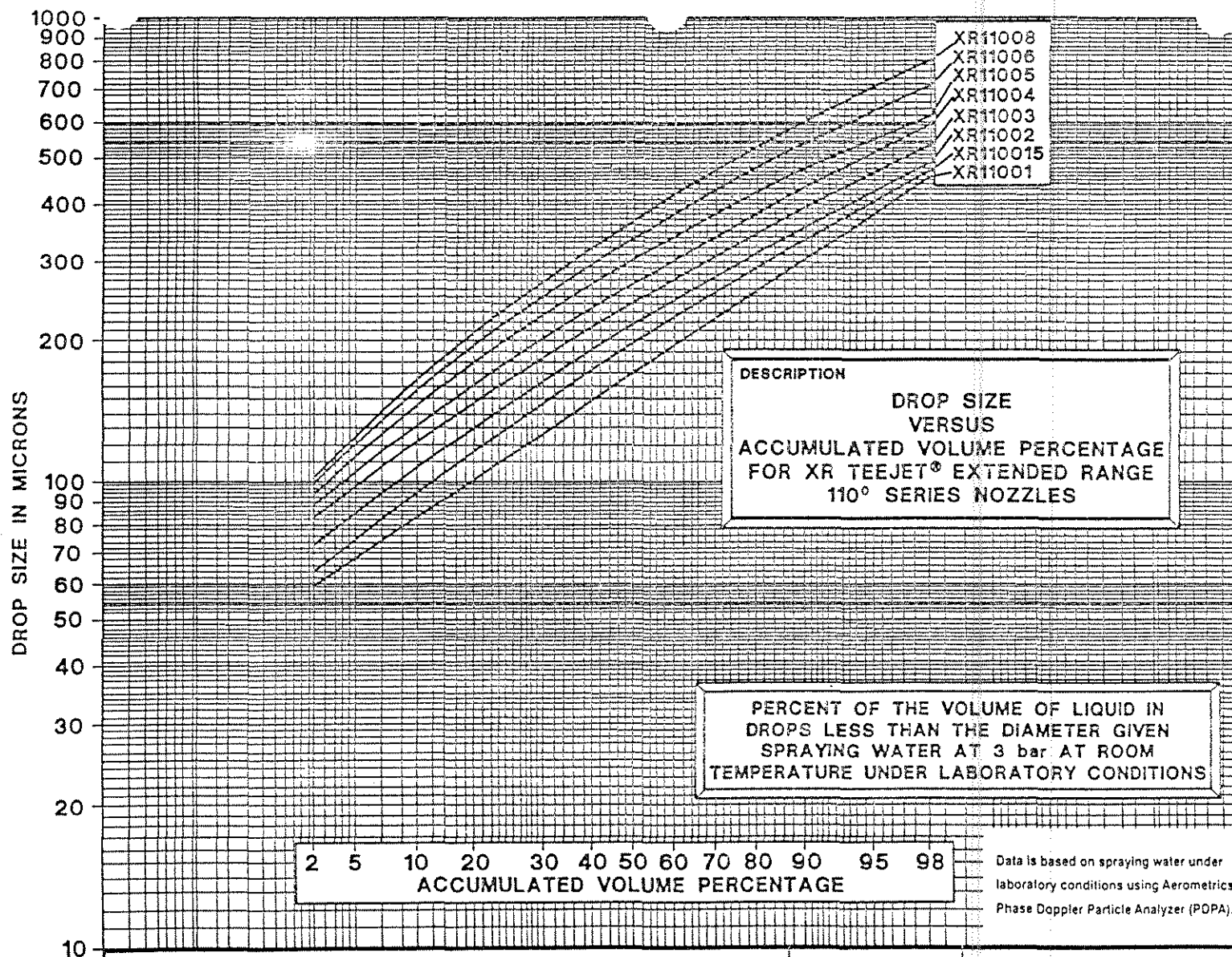
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

Date

July 10, 1992

Data Sheet No.

12135-69M



Spraying Systems Co.

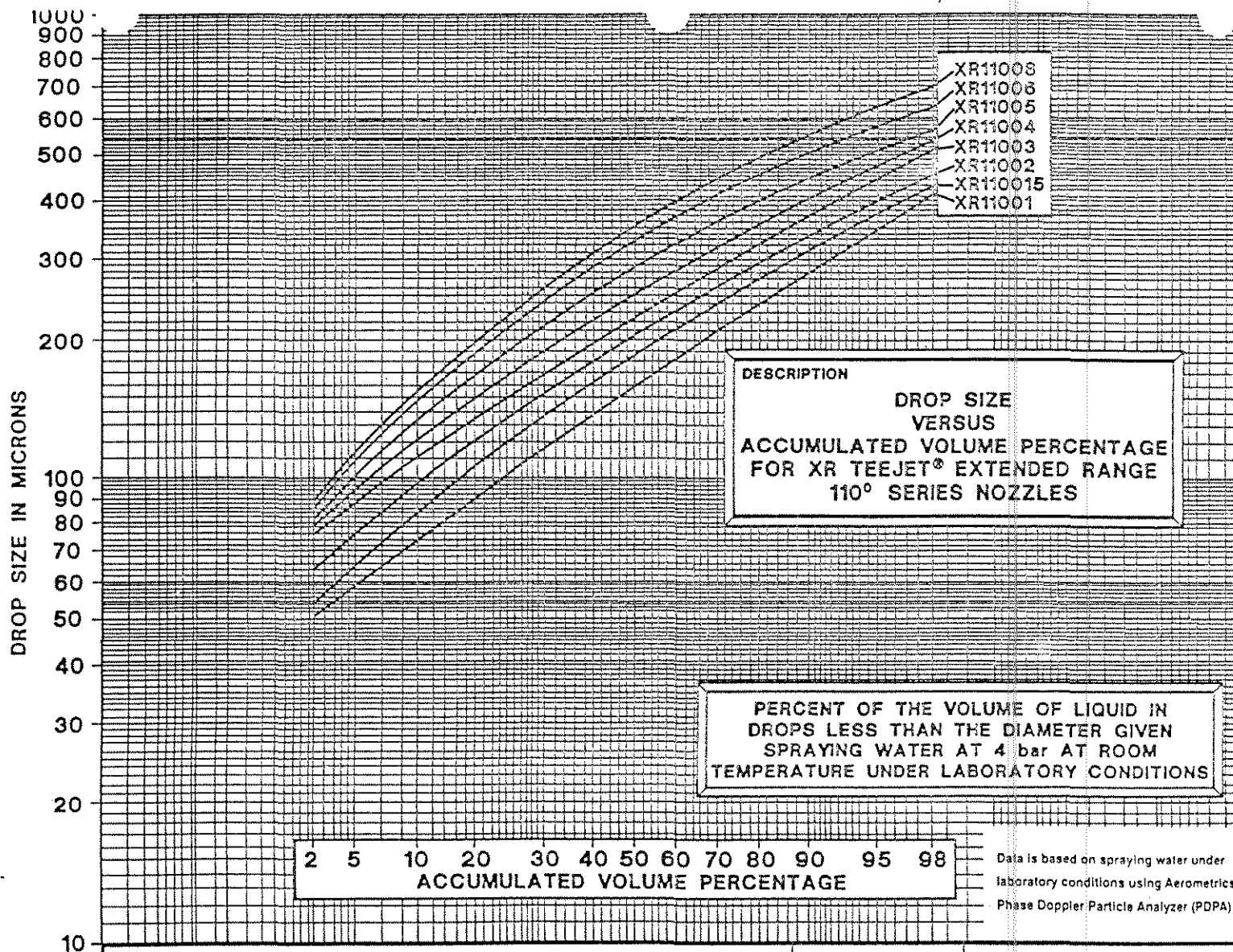
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

Date

July 10, 1992

Data Sheet No.

12135-113M



Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

Date

July 10, 1992

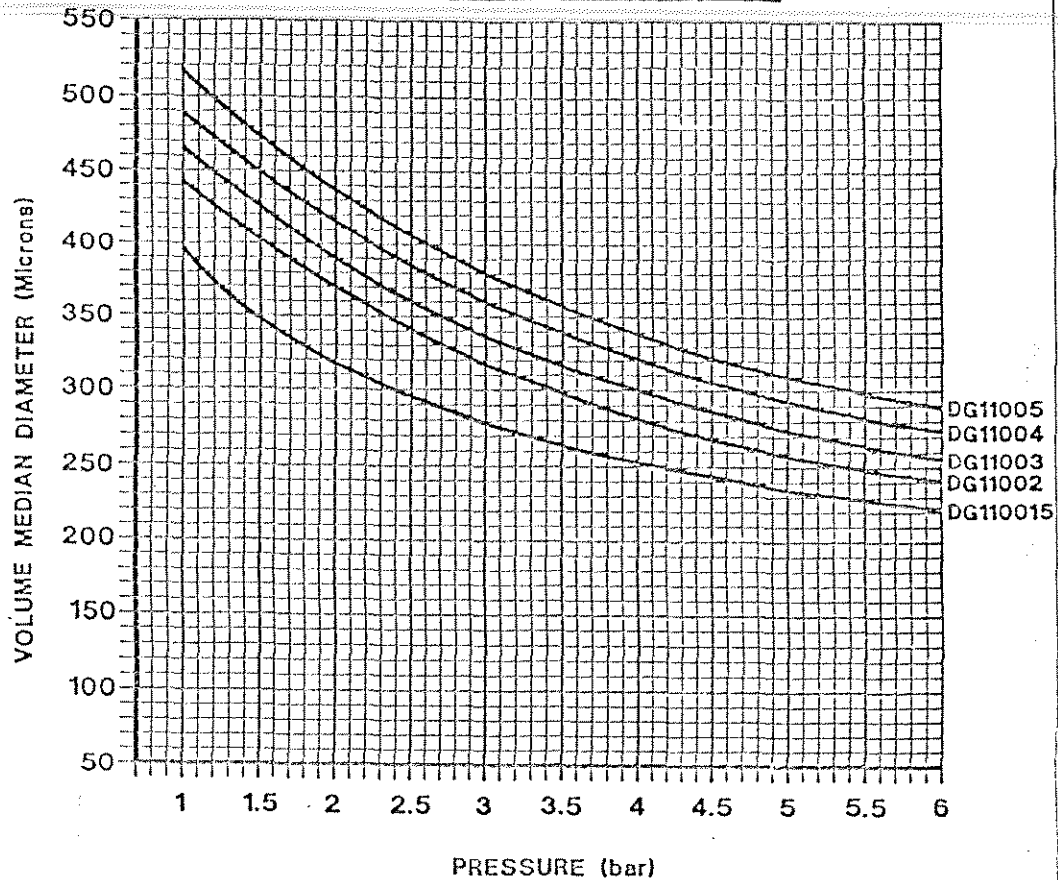
Data Sheet No.

12135-115M

DESCRIPTION

DG TEEJET® DRIFT GUARD FLAT
 SPRAY TIPS VOLUME MEDIAN
 DIAMETER VERSUS PRESSURE CURVES

CAPACITIES DG110015 THRU DG11005
 SPRAYING WATER AT 21° C



Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
 Wheaton, IL 60189-7900

Date

June 25, 1992

Data Sheet No.

11825-47M

DG110015 TEEJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
1	250	397	627	
1.5	172	348	535	
2	145	317	482	
2.5	131	295	447	
3	124	278	422	
3.5	119	265	404	
4	116	254	390	
4.5	114	244	380	
5	113	236	372	
5.5	112	229	365	
6	111	222	361	

DG11002 TEEJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
1	272	444	650	
1.5	214	404	617	
2	184	370	584	
2.5	166	342	551	
3	153	318	520	
3.5	144	298	492	
4	137	282	467	
4.5	131	268	444	
5	127	257	423	
5.5	123	248	404	
6	119	242	387	

DG11003 TEEJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
1	280	455	660	
1.5	225	425	632	
2	194	390	601	
2.5	174	360	571	
3	159	336	542	
3.5	149	317	515	
4	141	301	491	
4.5	136	287	469	
5	131	275	448	
5.5	128	264	430	
6	126	255	413	

DG11004 TEEJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
1	298	490	676	
1.5	248	450	650	
2	216	415	625	
2.5	193	386	601	
3	176	361	578	
3.5	163	339	556	
4	154	321	534	
4.5	147	306	514	
5	142	293	494	
5.5	138	283	475	
6	135	274	457	

DG11005 TEEJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
1	314	516	697	
1.5	262	473	670	
2	227	437	644	
2.5	203	406	620	
3	185	380	596	
3.5	172	357	573	
4	162	338	551	
4.5	155	322	530	
5	149	309	509	
5.5	145	298	490	
6	142	289	471	

DESCRIPTION

DG TEEJET® DRIFT GUARD FLAT
SPRAY TIP DATA IN
MICRONS VERSUS PRESSURE

CAPACITIES DG110015 THRU DG11005
SPRAYING WATER AT 21° C.



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

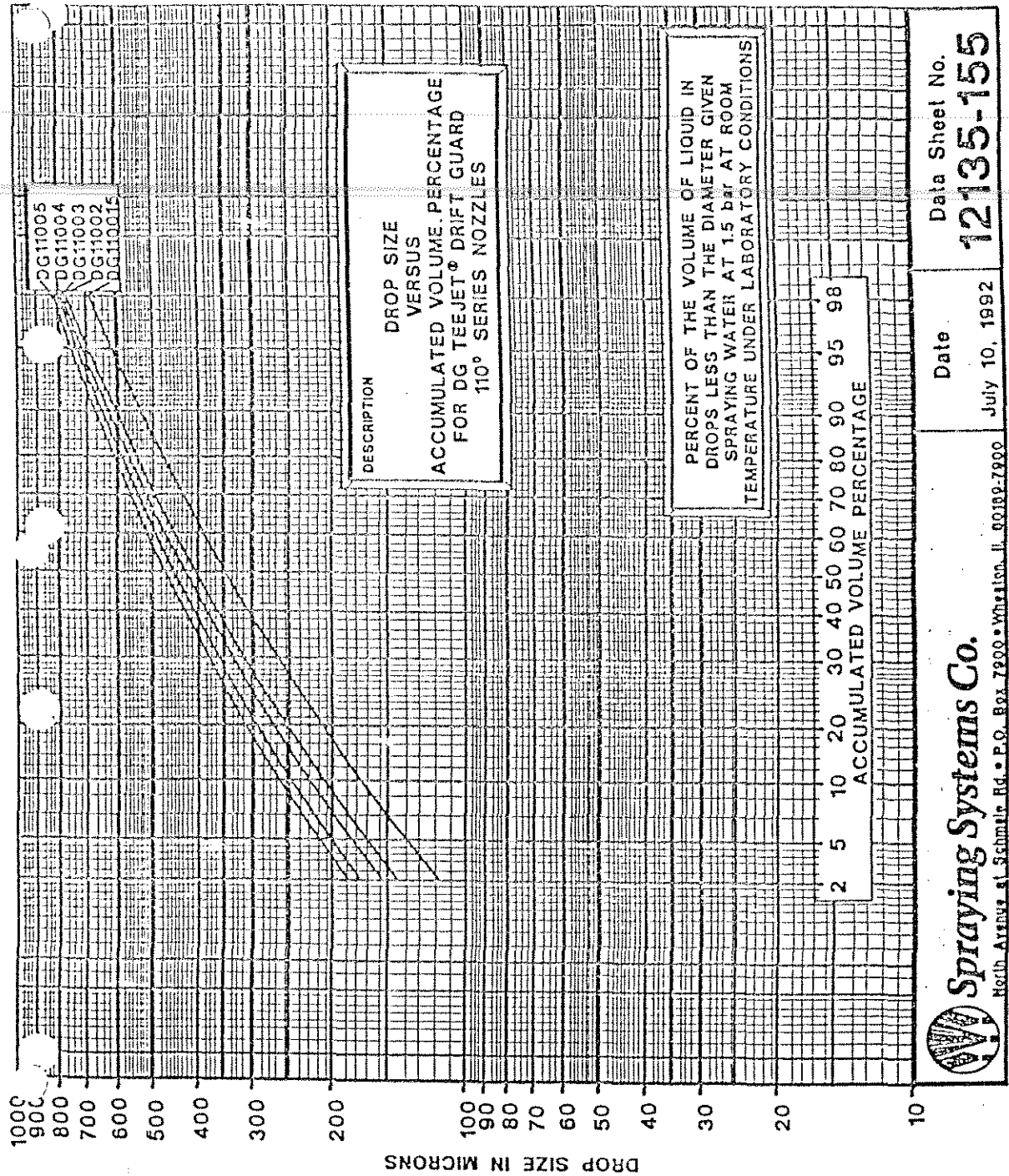
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7000
Wheaton, IL 60109-7000

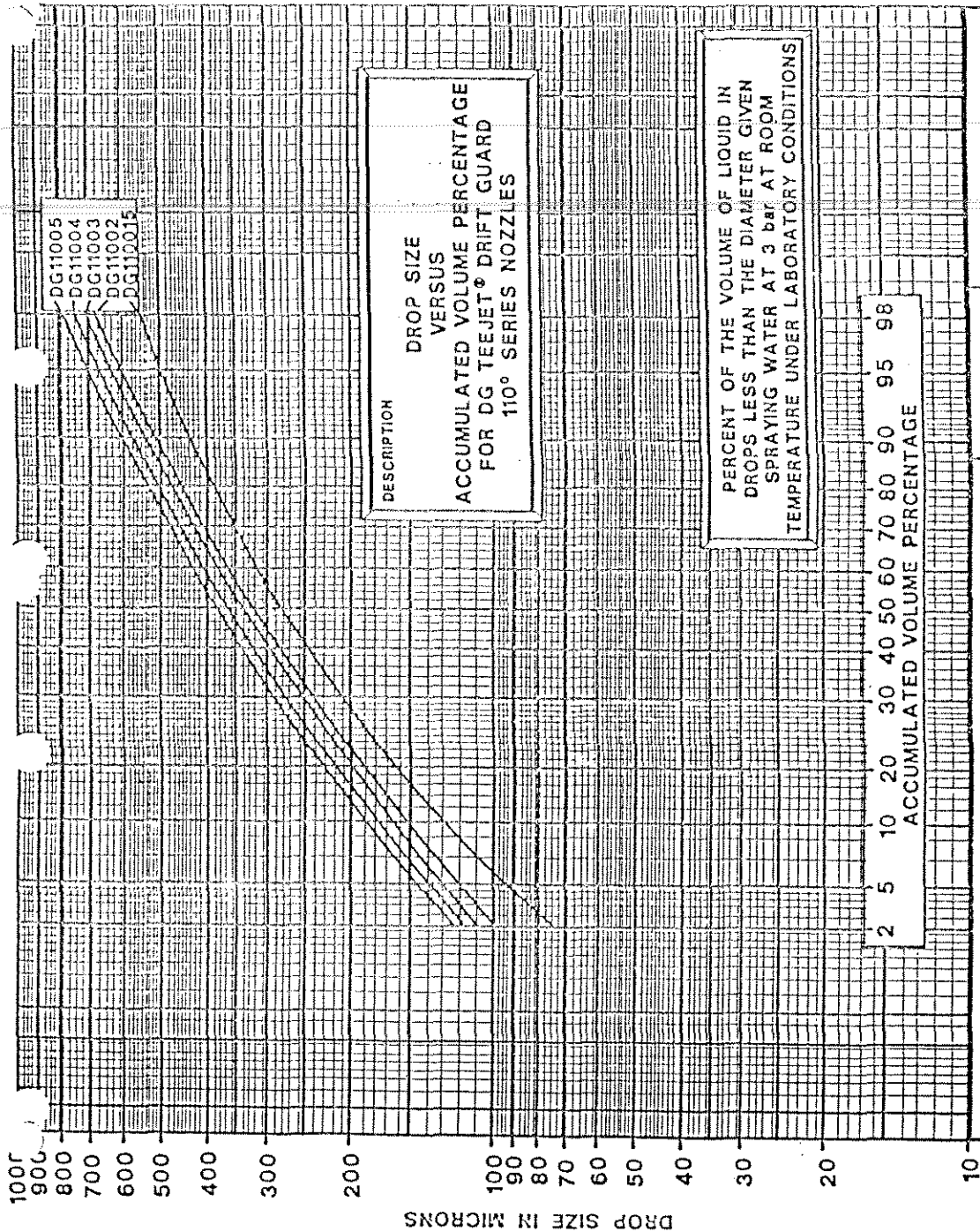
Ref:

Data Sheet No.

Revision No.

37043-2M

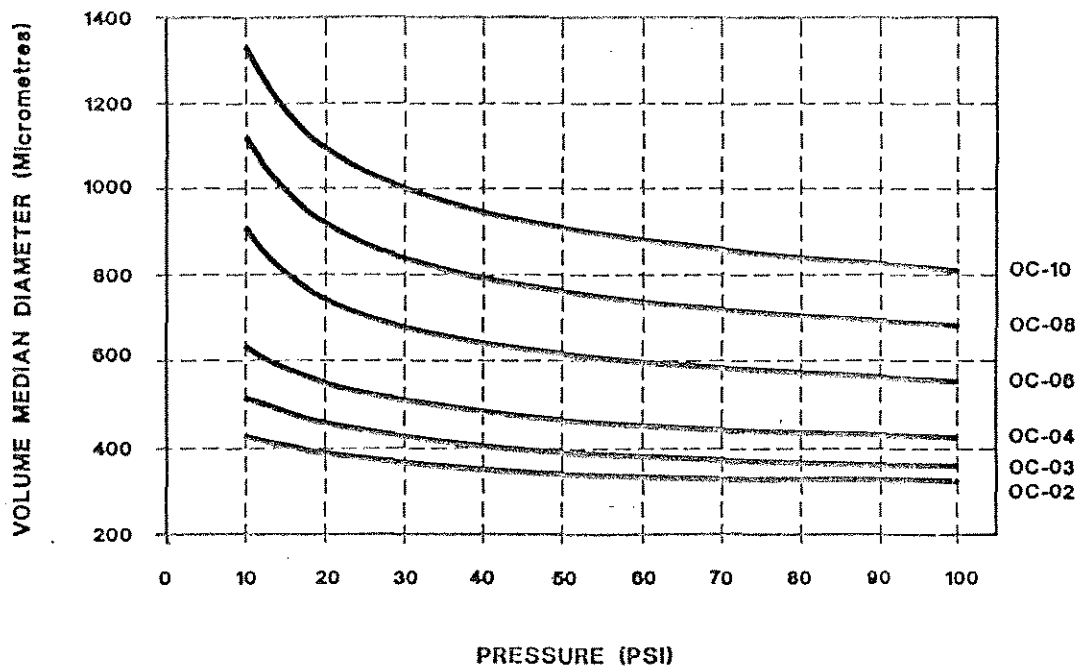





Spraying Systems Co.
 North Avenue at Schmale Rd • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

Data Sheet No. **12135-141M**
 Date **July 10, 1992**

OC-- OFF CENTER FLAT SPRAY TIPS
CAPACITIES OC-02 THRU OC-10



DESCRIPTION

VOLUME MEDIAN DIAMETER (VMD)
VERSUS PRESSURE
SPRAYING WATER AT 70° F.

Data is based on spraying water under laboratory conditions using the Particle Measuring Systems Analyzer (PMS). All values are computed utilizing the procedures for determining spray characteristics as outlined by ASTM (Standard E799)



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

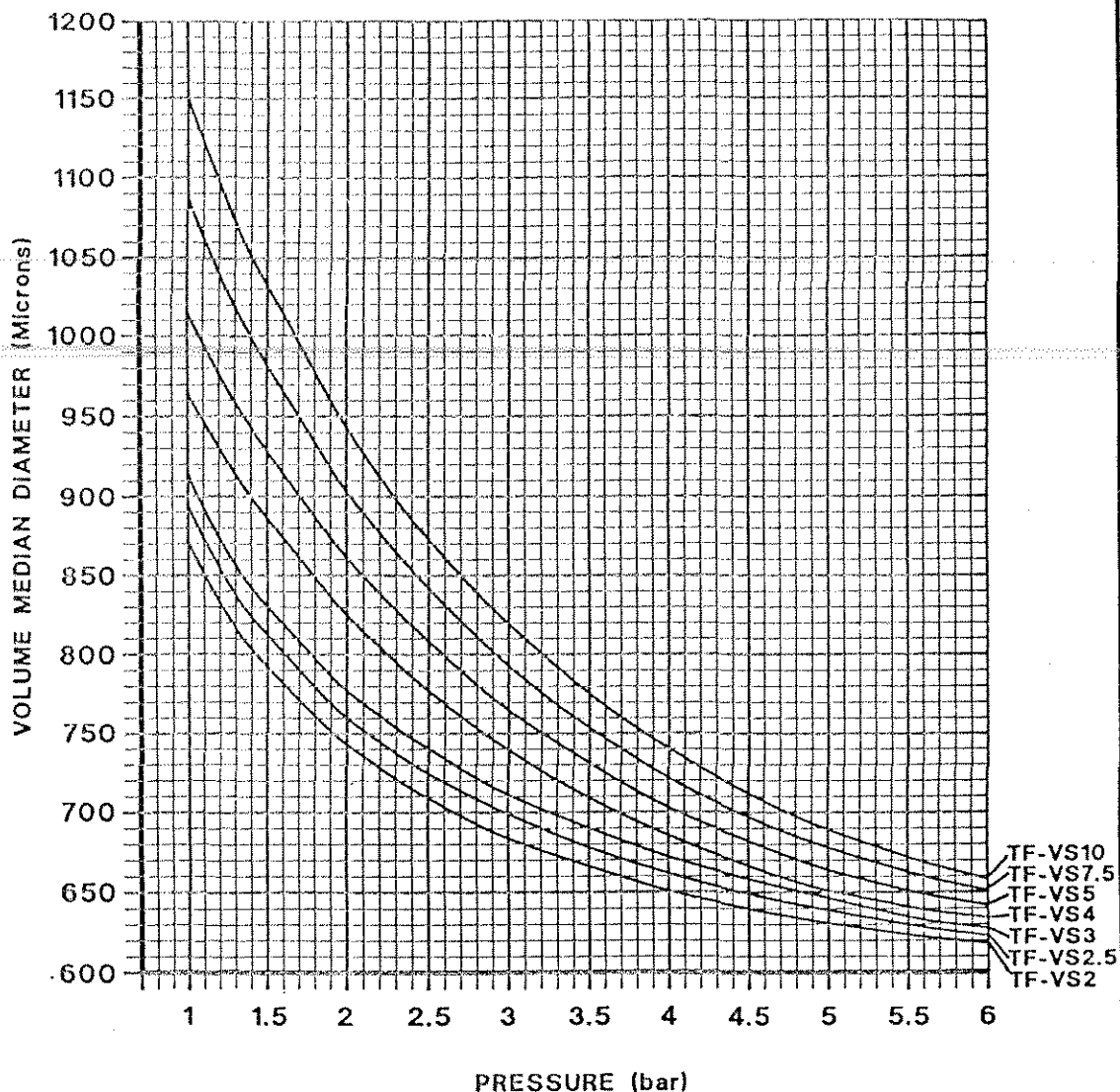
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheaton, IL 60189-7900

Ref:

Revision No.

Data Sheet No.

11825-72



NOTE: THIS DATA APPLIES ONLY TO THE TURBO FLOODJET® WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIPS WITH THE MATERIAL CODES "VS" (STAINLESS STEEL WITH VISIFLO® COLOR CODING) AND "VP" (POLYMER WITH VISIFLO® COLOR-CODING)

DESCRIPTION

VOLUME MEDIAN DIAMETER VERSUS PRESSURE CURVES FOR TURBO FLOODJET® WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIPS
- CAPACITIES TF-VS2 THRU TF-VS10 -
- SPRAYING WATER AT 21° C.

Data is based on spraying water under laboratory conditions using Particle Measuring Systems Analyzer (PMS). All values are computed utilizing the procedures for determining spray characteristics as outlined by ASTM (Standard E799)



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheaton, IL 60189-7900

Ref:

Revision No. 1

Data Sheet No.

11825-48M

**TF-VS2 TURBO FLOODJET®
WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIP**

PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	471	871	1432
1.5	420	792	1305
2	393	743	1222
2.5	376	709	1162
3	364	684	1115
3.5	355	666	1076
4	348	651	1044
4.5	343	640	1016
5	339	631	992
5.5	335	624	971
6	332	618	952

**TF-VS2.5 TURBO FLOODJET®
WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIP**

PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	477	894	1454
1.5	434	812	1323
2	407	760	1237
2.5	388	725	1174
3	374	699	1126
3.5	363	678	1086
4	354	662	1053
4.5	347	649	1024
5	341	639	999
5.5	336	630	977
6	333	623	958

**TF-VS3 TURBO FLOODJET®
WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIP**

PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	488	914	1479
1.5	443	830	1342
2	415	777	1253
2.5	395	740	1188
3	381	711	1137
3.5	369	690	1096
4	360	672	1061
4.5	352	658	1032
5	346	646	1006
5.5	341	635	983
6	336	627	963

**TF-VS4 TURBO FLOODJET®
WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIP**

PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	514	964	1518
1.5	473	886	1392
2	440	825	1303
2.5	415	777	1234
3	395	739	1178
3.5	378	709	1130
4	366	685	1089
4.5	356	666	1052
5	348	651	1020
5.5	343	641	990
6	338	634	967

**TF-VS5 TURBO FLOODJET®
WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIP**

PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	534	1015	1568
1.5	491	928	1433
2	456	861	1338
2.5	429	808	1264
3	407	765	1203
3.5	389	731	1152
4	375	703	1107
4.5	364	682	1068
5	354	664	1033
5.5	347	651	1002
6	342	642	973

**TF-VS7.5 TURBO FLOODJET®
WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIP**

PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	572	1086	1642
1.5	519	982	1484
2	478	903	1372
2.5	446	842	1287
3	421	793	1219
3.5	401	754	1164
4	384	722	1117
4.5	371	697	1077
5	361	678	1042
5.5	353	663	1012
6	348	651	984

**TF-VS10 TURBO FLOODJET®
WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIP**

PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	614	1150	1715
1.5	552	1032	1543
2	505	943	1419
2.5	468	873	1324
3	439	819	1249
3.5	415	775	1188
4	396	740	1137
4.5	381	712	1093
5	369	689	1054
5.5	359	672	1021
6	351	658	991

NOTE: THIS DATA APPLIES ONLY TO THE TURBO FLOODJET® WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIPS WITH THE MATERIAL CODES "VS" (STAINLESS STEEL WITH VISIFLO® COLOR CODING) AND "VP" (POLYMER WITH VISIFLO® COLOR-CODING)

DESCRIPTION

TURBO FLOODJET® WIDE ANGLE FLAT SPRAY TIPS WITH TAPERED EDGE PATTERN. DROP SIZE DATA IN MICRONS VERSUS PRESSURE CAPACITIES TF-VS2 THRU TF-VS10 SPRAYING WATER AT 21° C.

Data is based on spraying water under laboratory conditions using Particle Measuring Systems Analyzer (PMS). All values are computed utilizing the procedures for determining spray characteristics as outlined by ASTM (Standard E799)



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

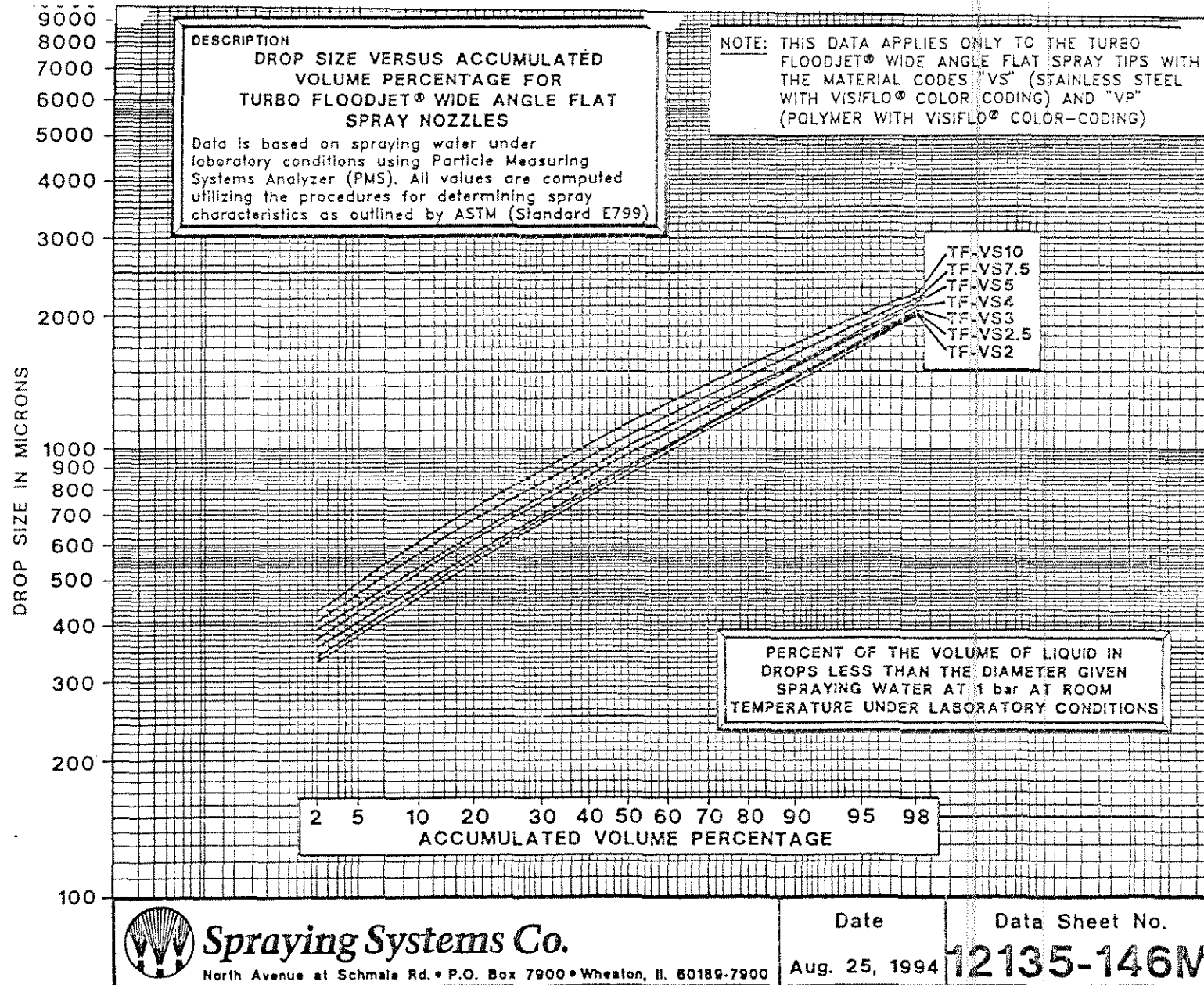
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheaton, IL 60189-7900

Ref:

Data Sheet No.

Revision No. 1

37043-3M



Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

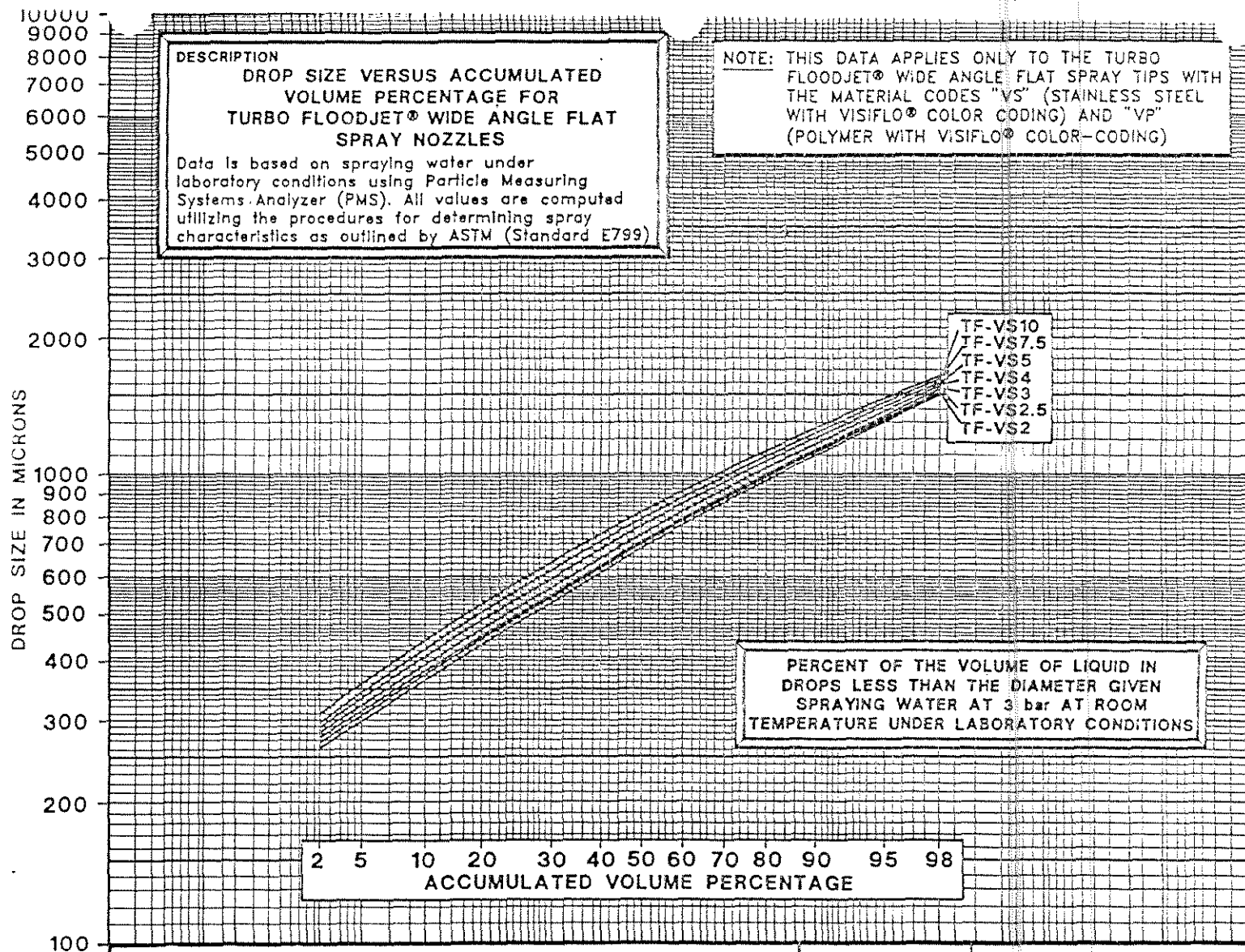
Date

Aug. 25, 1994

Data Sheet No.

12135-146M

87-135-146M



Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

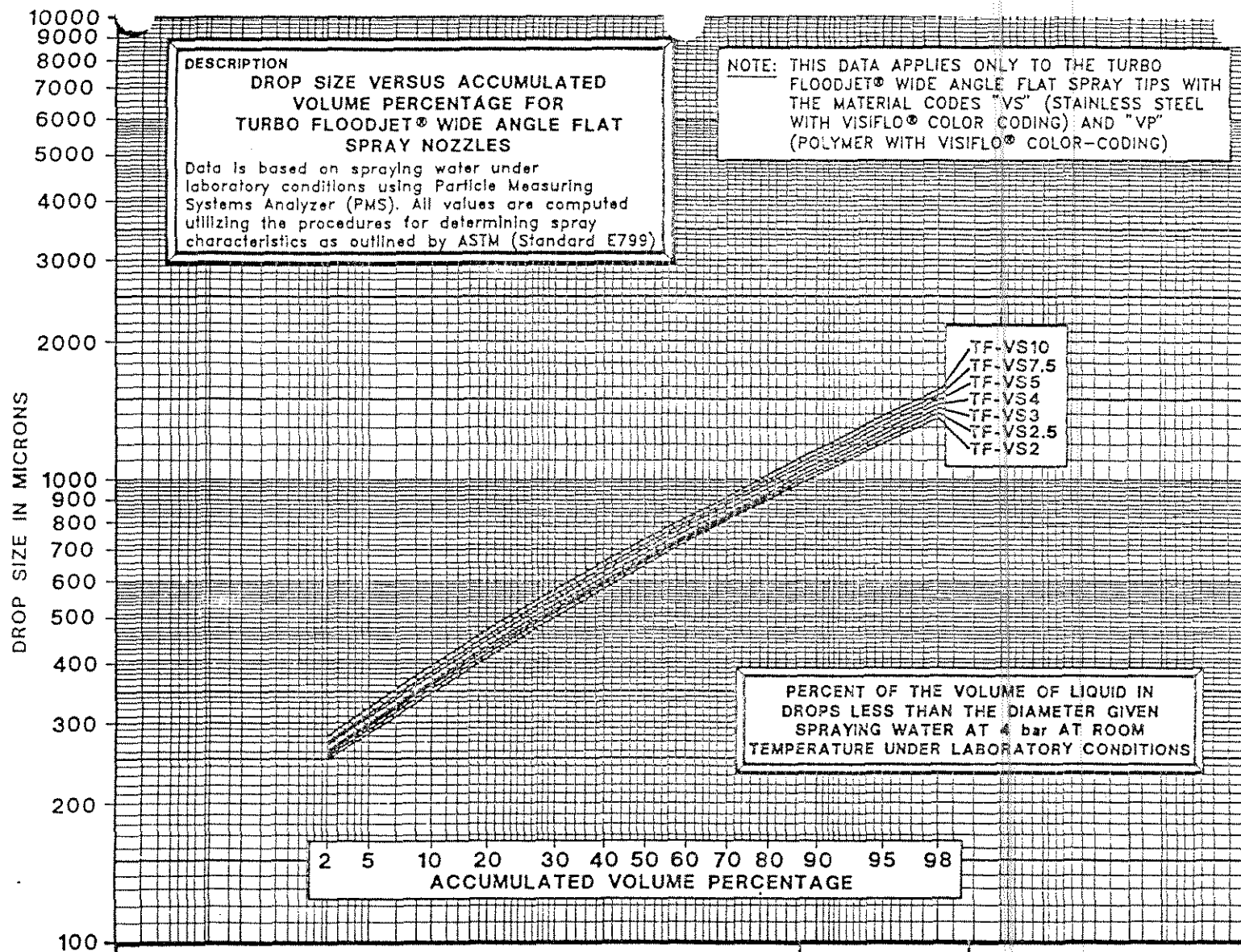
Date

Aug. 25, 1994

Data Sheet No.

12135-144M

87-111-122



Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

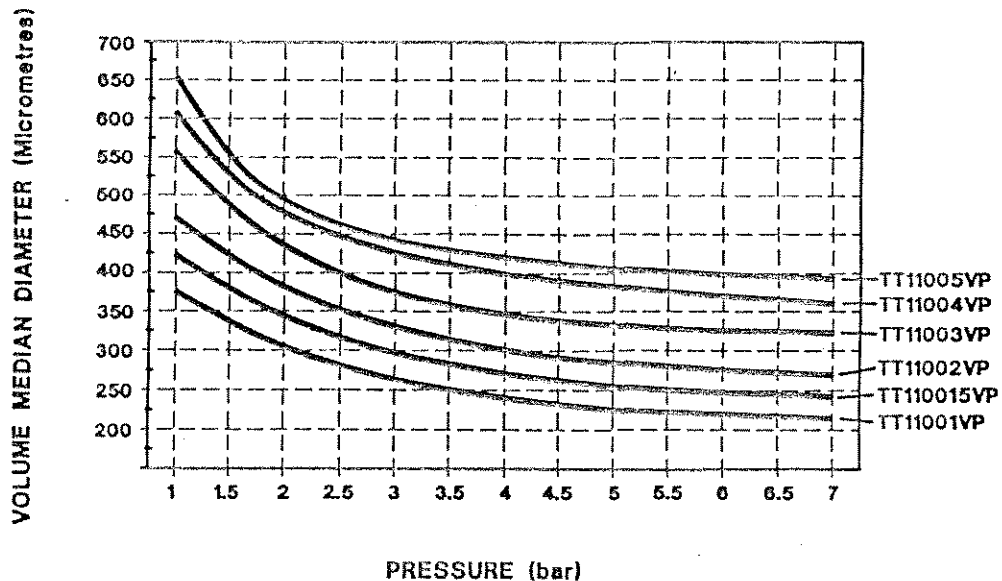
Date

Aug. 25, 1994

Data Sheet No.

12135-145M

**TURBO TEEJET® VISIFLO POLYMER
FLAT SPRAY TIPS
CAPACITIES TT11001VP THRU TT11005VP
(METRIC)**



DESCRIPTION

**VOLUME MEDIAN DIAMETER (VMD)
VERSUS PRESSURE
SPRAYING WATER AT 21° C.**

Data is based on spraying water under laboratory conditions using the Aerometrics Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA). All values are computed utilizing the procedures for determining spray characteristics as outlined by ASTM (Standard E799)



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheaton, IL 60189-7900

Ref:

Data Sheet No.

Revision No. 1

11825-68M

TT11001VP TURBO TEEJET® VISIFLO® POLYMER SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	203	375	774
1.5	179	334	653
2	162	303	582
2.5	150	280	533
3	140	262	497
3.5	132	249	469
4	126	239	446
4.5	120	232	428
5	114	226	412
5.5	110	222	398
6	105	219	386
6.5	101	217	376
7	98	215	367

TT110015VP TURBO TEEJET® VISIFLO® POLYMER SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	229	423	838
1.5	201	377	724
2	183	342	652
2.5	169	316	602
3	158	296	563
3.5	149	281	533
4	141	270	508
4.5	134	262	487
5	128	256	469
5.5	123	251	453
6	118	247	439
6.5	114	245	426
7	110	243	415

TT11002VP TURBO TEEJET® VISIFLO® POLYMER SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	254	470	891
1.5	223	419	789
2	203	380	721
2.5	187	351	671
3	175	329	632
3.5	165	313	599
4	157	300	572
4.5	149	291	548
5	143	284	527
5.5	137	279	508
6	131	275	491
6.5	126	272	476
7	122	270	461

TT11003VP TURBO TEEJET® VISIFLO® POLYMER SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	293	558	1038
1.5	247	484	908
2	220	433	826
2.5	202	397	768
3	189	373	723
3.5	178	357	687
4	169	345	658
4.5	162	337	633
5	156	332	611
5.5	151	328	592
6	147	326	576
6.5	143	324	561
7	139	323	547

TT11004VP TURBO TEEJET® VISIFLO® POLYMER SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	316	607	1120
1.5	270	520	997
2	242	474	916
2.5	224	446	856
3	210	425	809
3.5	199	410	770
4	190	399	738
4.5	183	389	710
5	177	381	685
5.5	172	375	663
6	167	369	643
6.5	163	364	626
7	160	360	609

TT11005VP TURBO TEEJET® VISIFLO® POLYMER SPRAY TIP			
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
1	349	653	1171
1.5	285	544	1049
2	253	491	969
2.5	234	460	910
3	222	441	865
3.5	212	428	827
4	206	419	796
4.5	200	412	769
5	196	406	745
5.5	193	402	724
6	190	399	706
6.5	187	396	689
7	185	394	673

Data is based on spraying water under laboratory conditions using Aerometric Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA). All values are computed utilizing the procedures for determining spray characteristics as outlined by ASTM (Standard E799)

DESCRIPTION

TT110- SERIES TURBO TEEJET®
VISIFLO® POLYMER FLAT SPRAY
TIPS DROP SIZE DATA IN
MICROMETRES VERSUS PRESSURE
(METRIC)
CAPACITIES TT11001VP
THRU TT11005VP
SPRAYING WATER AT 21° C.



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

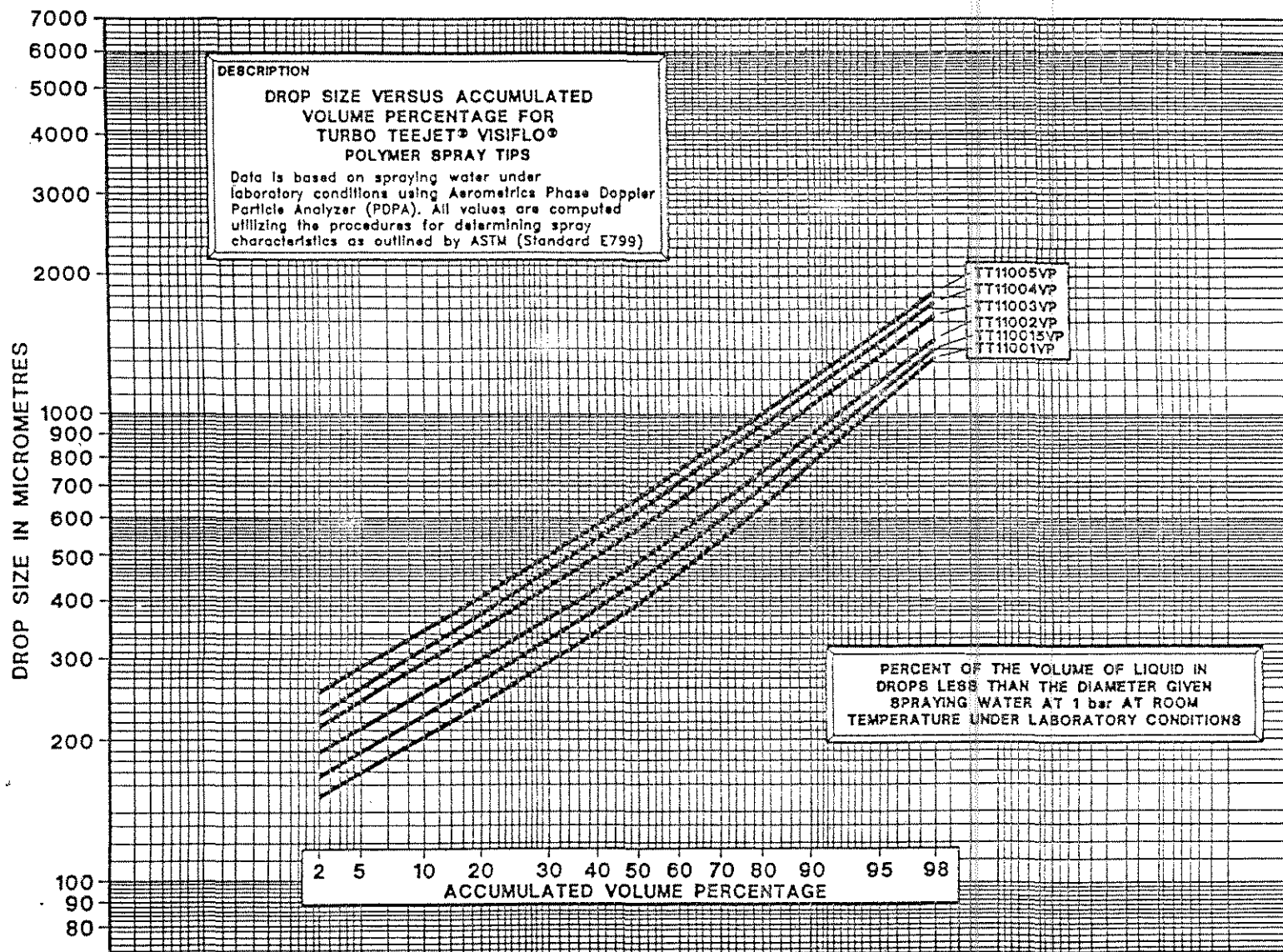
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheelon, IL 60189-7900

Ref:

Data Sheet No.

Revision No. 1

37043-14M



Spraying Systems Co.

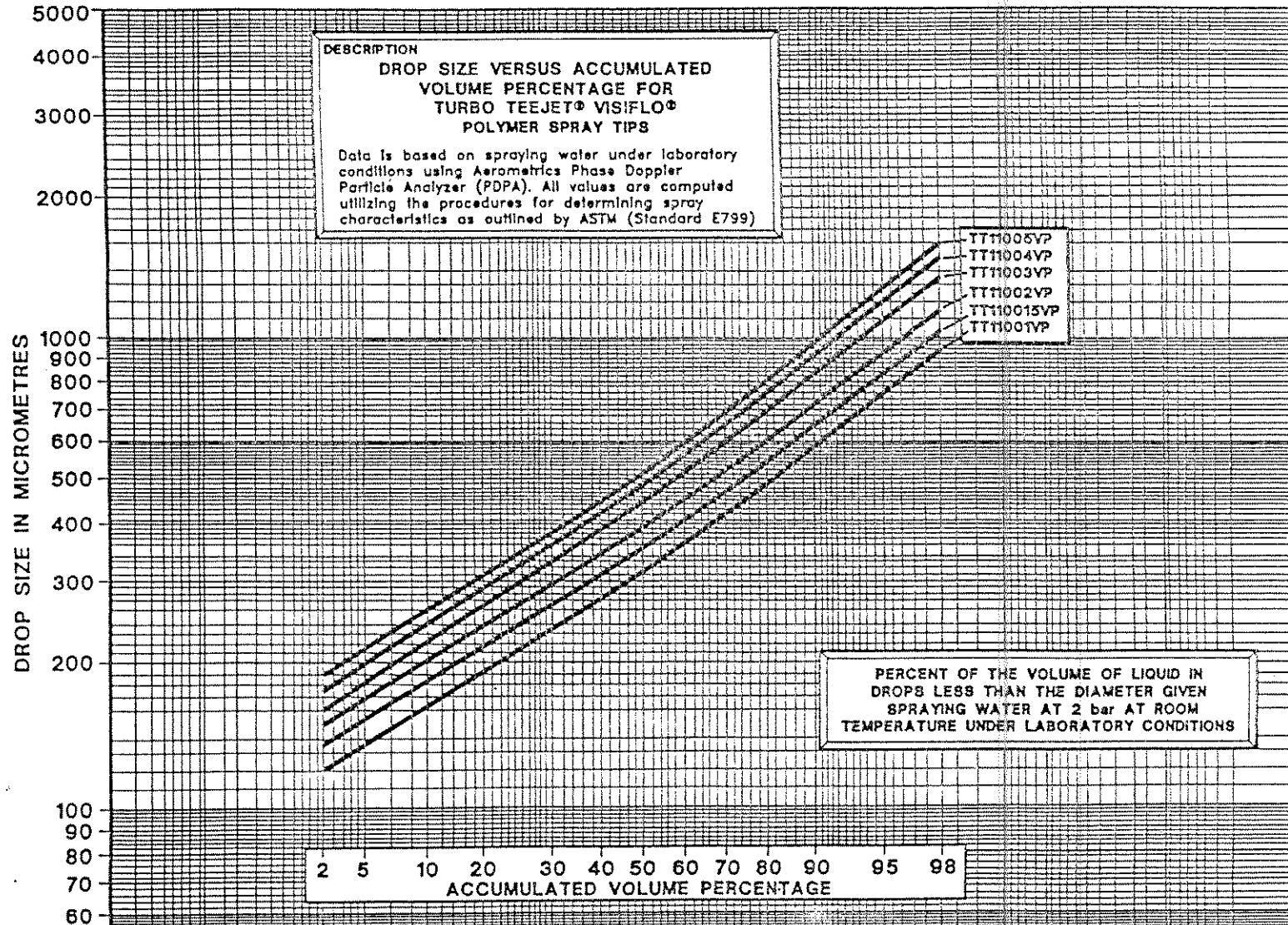
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

Date

May 4, 1995

Data Sheet No.

12135-177M



Spraying Systems Co.

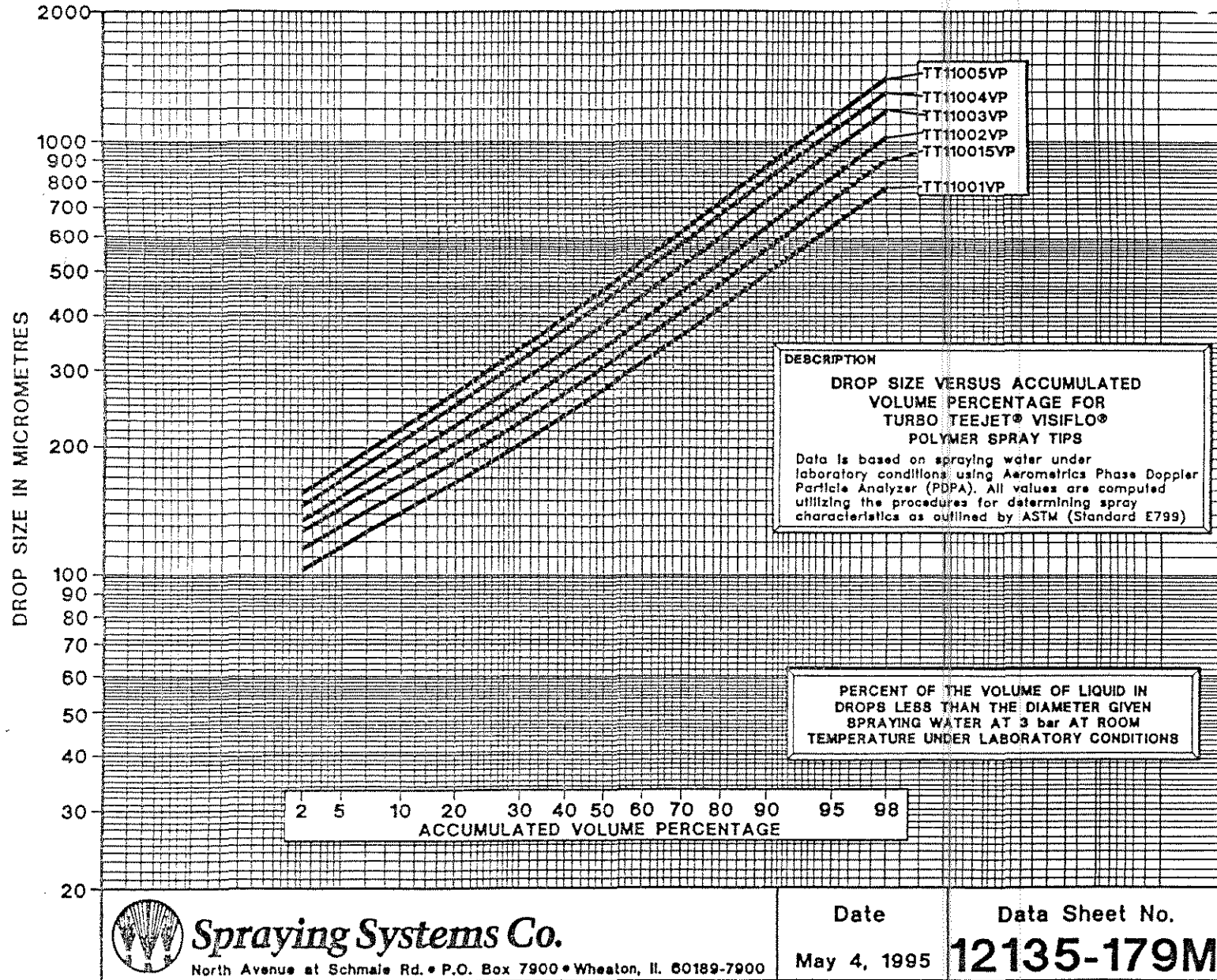
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

Date

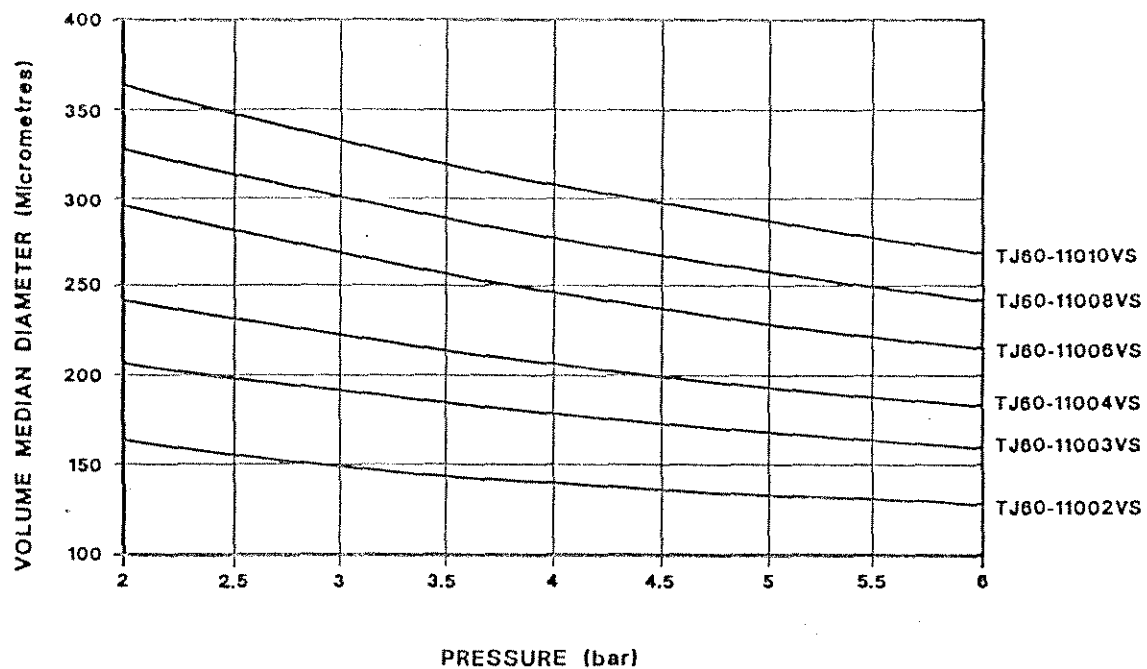
May 4, 1995

Data Sheet No.

12135-178M



TJ60-110 SERIES TWINJET® FLAT SPRAY TIPS
CAPACITIES 11002VS THRU 11010VS
METRIC



DESCRIPTION

**VOLUME MEDIAN DIAMETER (VMD)
 VERSUS PRESSURE
 SPRAYING WATER AT 21° C.**

Data is based on spraying water under laboratory conditions using the Aerometrics Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA).

All values are computed utilizing the procedures for determining spray characteristics as outlined by ASTM (Standard E799)



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
 Wheaton, IL 60189-7900

Ref:

Revision No.

Data Sheet No.

11825-67M

TJ80-11002VS TWINJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
2	96	163	256	
2.5	90	154	239	
3	87	148	227	
3.5	85	143	217	
4	84	139	209	
4.5	83	136	202	
5	83	133	196	
5.5	82	137	191	
6	82	128	186	
6.5	82	126	182	
7	82	125	179	

TJ80-11008VS TWINJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
2	166	328	577	
2.5	158	313	547	
3	151	300	520	
3.5	146	288	498	
4	141	277	480	
4.5	138	267	464	
5	134	257	450	
5.5	131	249	439	
6	129	241	429	
6.5	127	234	421	
7	124	228	414	

Data is based on spraying water under laboratory conditions using Aerometrics Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA). All values are computed utilizing the procedures for determining spray characteristics as outlined by ASTM (Standard E799)

TJ80-11003VS TWINJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
2	122	205	352	
2.5	114	198	335	
3	108	190	320	
3.5	105	184	306	
4	103	178	294	
4.5	101	172	282	
5	99	167	271	
5.5	98	163	261	
6	98	159	252	
6.5	97	155	244	
7	96	151	236	

TJ80-11010VS TWINJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
2	179	362	634	
2.5	170	347	607	
3	163	333	583	
3.5	157	319	564	
4	152	307	547	
4.5	147	296	533	
5	144	286	521	
5.5	141	277	511	
6	138	268	502	
6.5	136	260	495	
7	135	253	489	

TJ80-11004VS TWINJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
2	134	241	416	
2.5	128	230	392	
3	122	221	372	
3.5	118	213	355	
4	114	205	340	
4.5	111	199	327	
5	109	192	315	
5.5	107	187	304	
6	105	182	295	
6.5	104	177	286	
7	103	173	278	

TJ80-11006VS TWINJET® FLAT SPRAY TIP				
PRESSURE bar	Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
2	152	295	505	
2.5	144	281	474	
3	138	268	447	
3.5	132	256	424	
4	127	246	405	
4.5	123	236	388	
5	119	228	374	
5.5	116	221	362	
6	114	215	352	
6.5	111	209	343	
7	110	204	336	

DESCRIPTION

TJ80-110 SERIES TWINJET®
FLAT SPRAY TIPS DROP SIZE DATA
IN MICROMETRES VERSUS PRESSURE
(METRIC)
CAPACITIES 11001VS THRU 11010VS
SPRAYING WATER AT 21° C.



Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

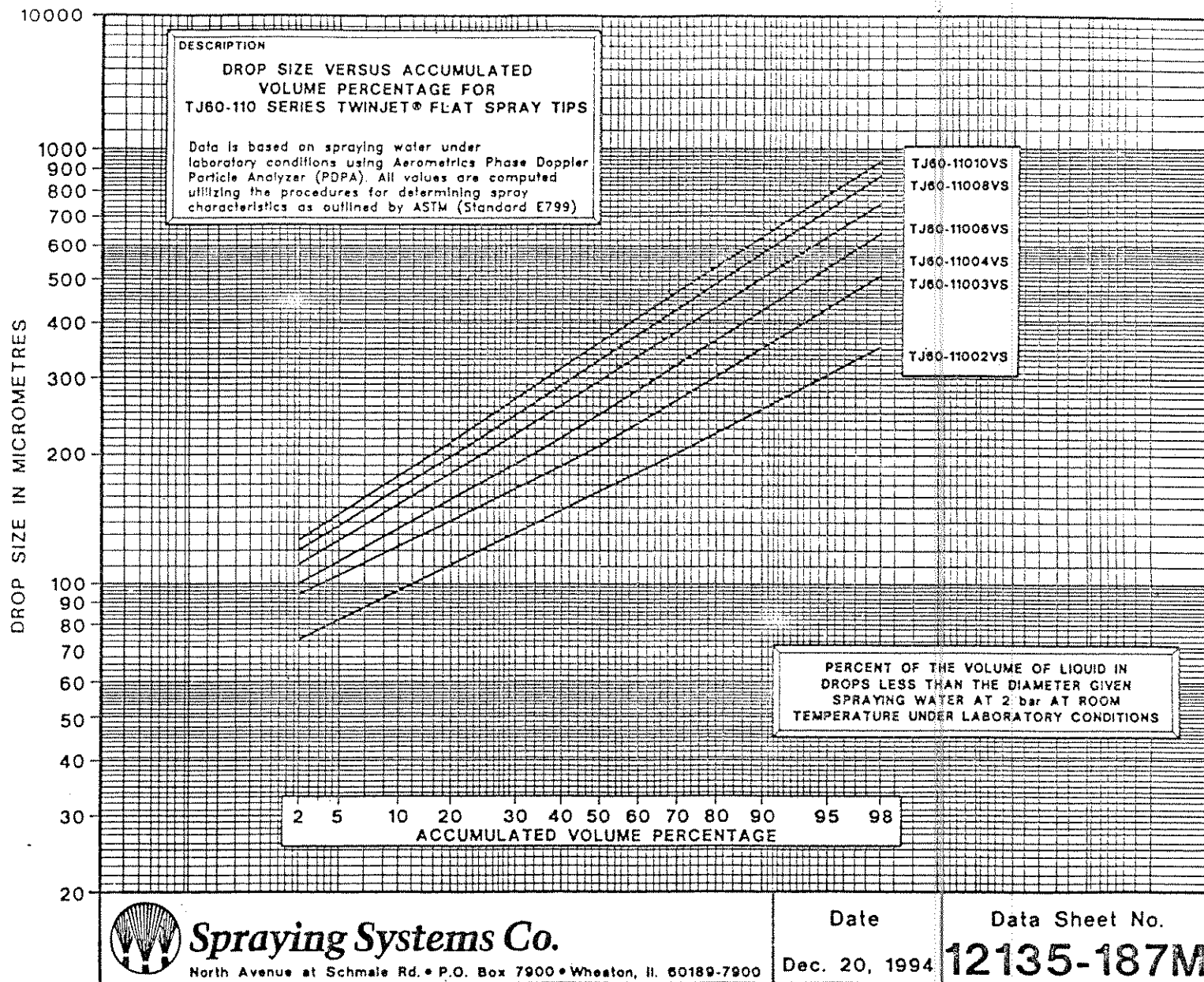
North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900
Wheaton, IL 60189-7900

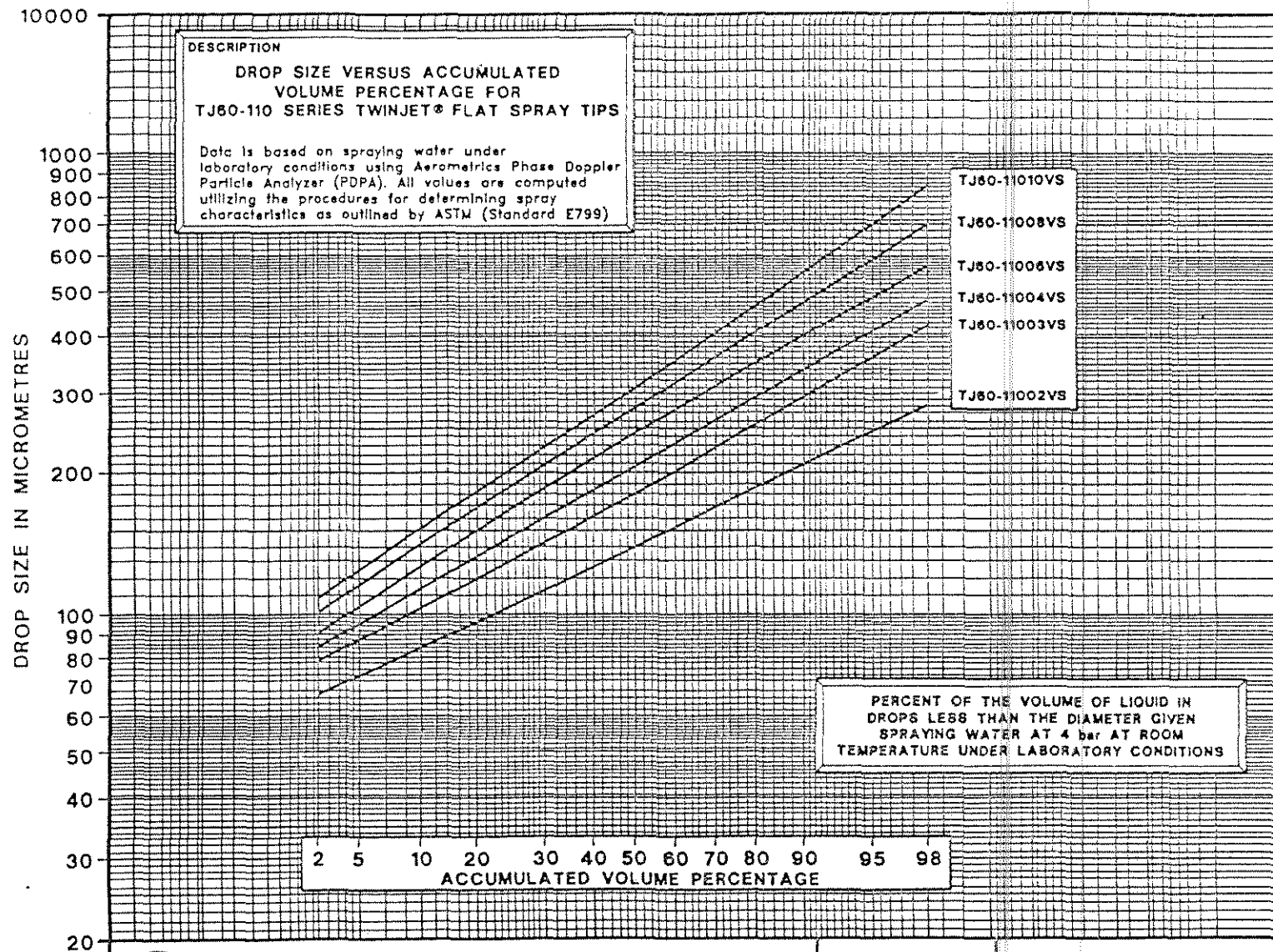
Ref:

Revision No.

Data Sheet No.

37043-12M





Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Rd. • P.O. Box 7900 • Wheaton, IL 60189-7900

Date

Dec. 20, 1994

Data Sheet No.

12135-188M