

I Curso de Uso e Manejo da Irrigação

SIL, J.B. da
1986

CNPMS, 10 anos
pesquisando para o produtor
1976-86



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS
Sete Lagoas - MG

0490

Curso Uso e Manejo da Irrigação

MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS IRRIGADAS

III - TÉCNICAS DE APLICAÇÃO
TERRESTRE DE HERBICIDAS



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS
Sete Lagoas - MG

TÉCNICAS DE APLICAÇÃO TERRESTRE DE HERBICIDAS

João Baptista da Silva 1/

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos equipamentos e métodos usados na aplicação terrestre de herbicidas permite ao usuário a escolha do melhor equipamento e do método mais viável para a aplicação do produto escolhido. O desconhecimento de algumas noções básicas de aplicação terrestre de herbicidas tem ocasionado erros e inúmeros problemas de natureza técnica, econômica e ambiental. Nos Estados Unidos, onde os aplicadores de

herbicidas são treinados e licenciados, a aplicação imprópria de herbicidas representa para os produtores um prejuízo financeiro anual da ordem de US\$30 milhões. O presente trabalho dá aos produtores rurais uma síntese de tudo que é indispensável conhecer sobre os métodos de aplicação terrestre de herbicidas, e o funcionamento e calibragem dos aspersores (pulverizadores). Procura-se com isso melhorar a eficiência das aplicações de herbicidas nas diversas circunstâncias em que elas são feitas, e, dessa maneira, diminuir os prejuízos verificados.

1/ Engº Agrº, Ph.D, Pesquisador/EMBRAPA/CNPMS
Caixa Postal 151 - 37.500 - Sete Lagoas-MG

MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Com exceção dos produtos granulados, os herbicidas são aplicados na forma de aspersão ou pulverização que é basicamente o fracionamento de um líquido em gotículas e a sua distribuição de uma forma homogênea sobre o alvo que se quer atingir. Com relação ao alvo, as aplicações terrestres de herbicidas podem ser separadas em dois grupos:

PRÉ-EMERGENTES

A pulverização é realizada sobre o solo nu, antes da emergência das plantas daninhas, e, geralmente, antes da emergência da própria cultura.

PÓS-EMERGENTES

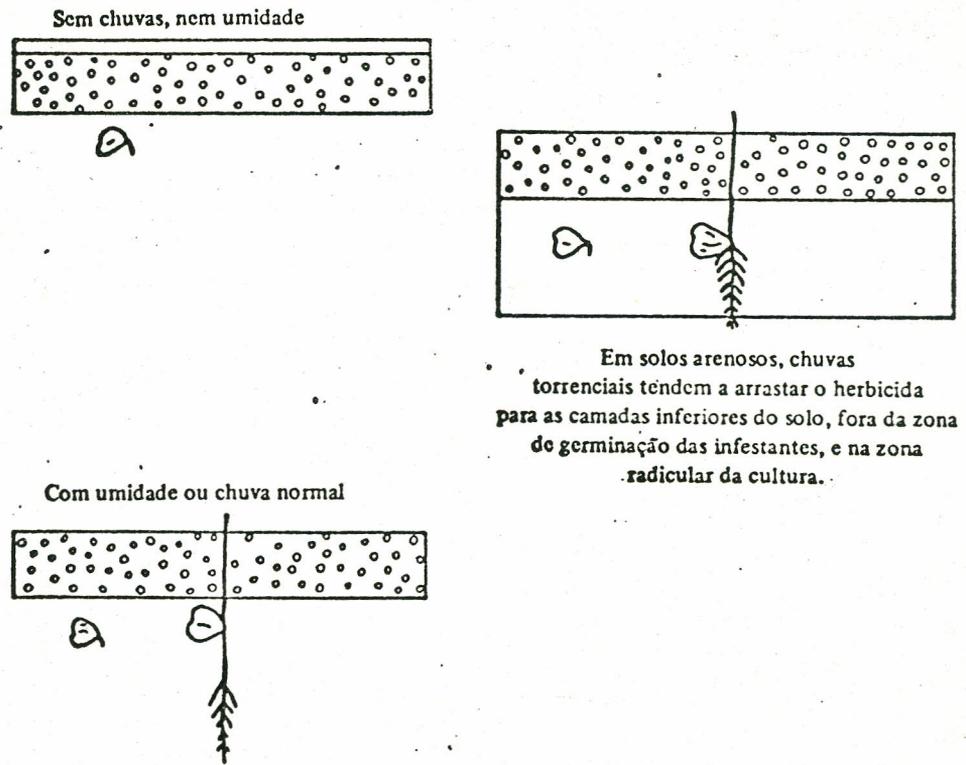
A pulverização é feita sobre as folhas das plantas daninhas. Como alvo biológico são plantas daninhas emergidas, os produtos aqui usados podem até mesmo não apresentar ação residual, ficando desativados ao contato com o solo.

As aplicações pré-emergentes de herbicidas podem ainda ser subdivididas em dois tipos: pré-plantio incorporado e pré-emergência propriamente dita.

Nas aplicações de pré-plantio incorporado, o alvo é o solo, mas os herbicidas são misturados com a terra, através de uma operação mecânica junto com a

pulverização, visando proteger o produto contra perdas por volatilidade e ou fotodecomposição ou colocá-lo em um melhor posição no solo para sua ação. O melhor exemplo de incorporação de herbicida ao solo, visando a proteção contra perdas por volatilidade, é a aplicação de herbicidas do grupo dos tio-carbamatos e tiadiazinas (vermolate, butylate, EPTC etc), que são muito voláteis e se perdem na atmosfera se pulverizados e deixados na superfície do solo. Neste caso, a pulverização deve ser feita em solo seco e a incorporação deve ser feita concomitantemente ou imediatamente após. Alguns herbicidas do grupo das dinitroanilinas e derivados do dinitrobenzeno (trifluralin, orizalin, pendimethalin etc), têm muita dificuldade para movimentar-se no solo. Como a ação deles depende de uma colocação abaixo da superfície do solo, onde as sementes das plantas daninhas emitem a radícula do embrião, a incorporação é um processo mecânico complementar de colocação do produto. A incorporação no caso de dinitroanilinas, principalmente o herbicida trifluralin, protege também o produto contra perdas por fotodecomposição, já que esses herbicidas são passíveis de decomposição pelos raios ultravioletas da luz solar.

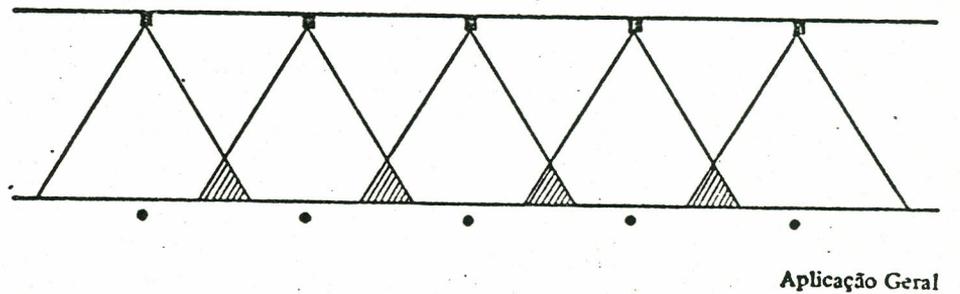
Fig. 1 — Capacidade de lixiviação do herbicida de acordõ com a umidade do solo.



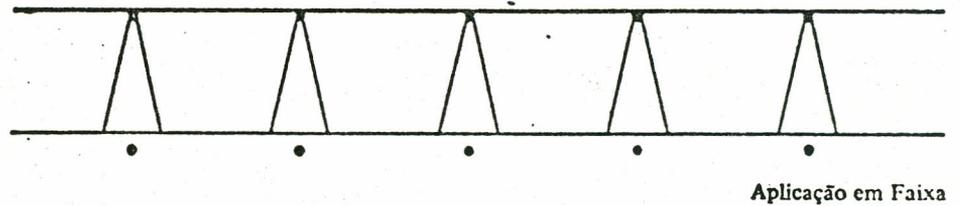
A aplicação de pré-emergência propriamente dita é aquela onde o herbicida é espalhado uniformemente sobre a superfície do solo e, por seus próprios meios, desce no perfil do solo e se coloca na zona de ação. Esses produtos têm uma maior ou menor capacidade de lixiviação e dependem da umidade do solo para seu movimento e ativação (Fig. 1).

Podem-se incluir neste tipo de aplicações de pós-emergência precoce onde as plantas daninhas recém-emergidas são pulverizadas com produtos que têm ação sobre elas mas também sobre as que ainda não emergiram. A aplicação pré-emergente de herbicida pode ser feita na área total ou em faixas, acompanhando a linha de plantio (Fig. 2).

Fig. 2 – Pré-emergência - métodos de aplicação para plantio.



Aplicação Geral

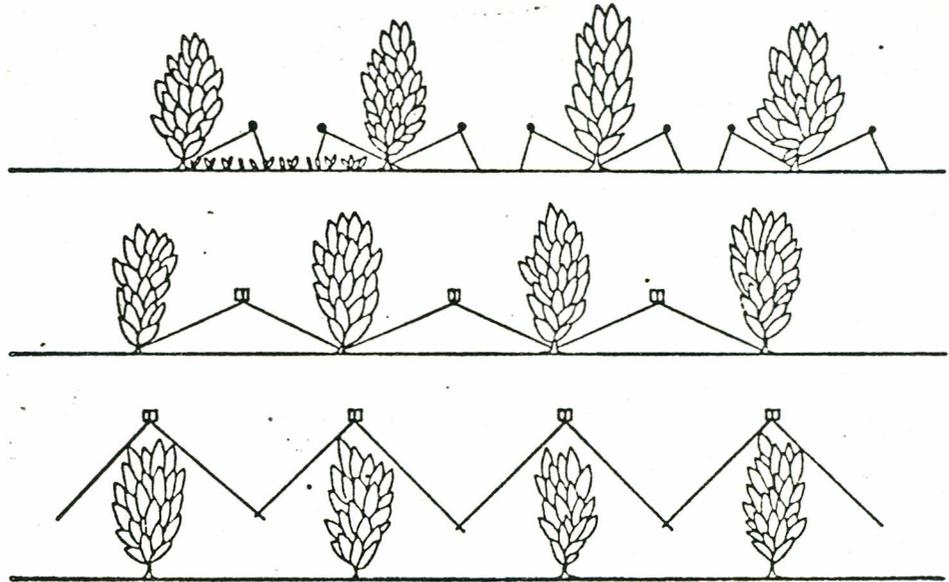


Aplicação em Faixa

As aplicações pós-emergentes de herbicidas podem ser também subdividida em dois tipos: pulverizações antes do plantio e pulverizações pós-emergentes propriamente ditas. No primeiro tipo, os casos mais freqüentes estão relacionados com o sistema de plantio direto onde as pulverizações de pré-plantio de superfície (PPS) têm a finalidade de

substituir o preparo do solo. As aplicações pós-emergentes propriamente ditas são aquelas em que o herbicida é aplicado sobre as folhas das plantas daninhas atingindo ou não a cultura presente. São muito freqüentes aqui os casos de pulverizações pós-emergência dirigidas nas entrelinhas de culturas como o milho e outras (Fig. 3).

Fig. 3 — Pós-emergência — métodos de aplicação



FUNCIONAMENTO DOS PULVERIZADORES

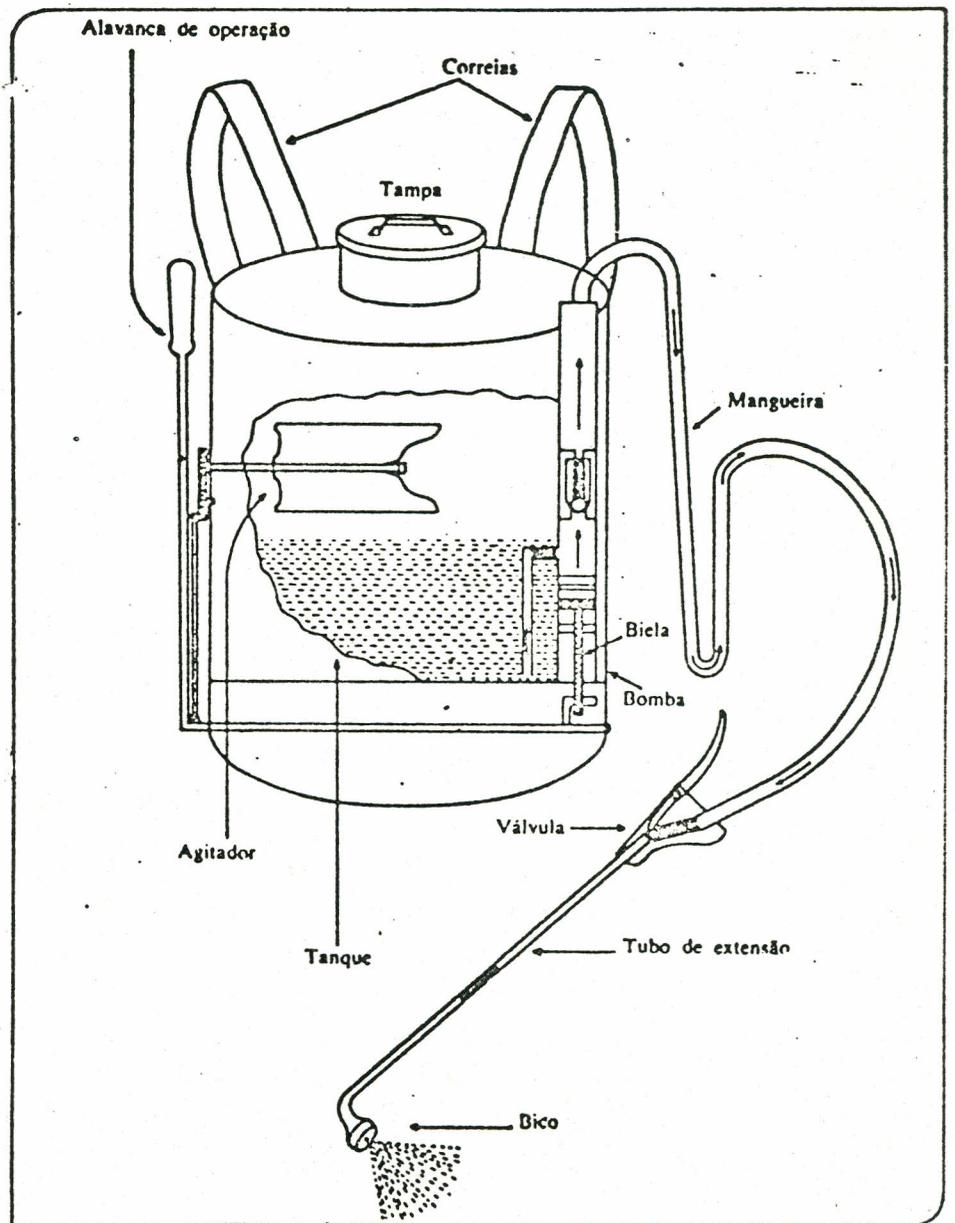
A pulverização ou, mais propriamente, aspersão de herbicidas é feita com equipamentos de muitos tipos e modelos, denominados pulverizadores (aspersores). O tipo de pulverizador, a capacidade e a fonte de potência são fatores que dependem muito das dimensões da área a ser pulverizada, do tempo disponível para as pulverizações, do tipo de aplicação, da topografia e solo, da disponibilidade ou não de tratores, da organização da propriedade e do próprio po-

der aquisitivo do agricultor. Os pulverizadores de herbicida mais comuns, entretanto, são o pulverizador costal e os tratorizados, mais conhecidos como pulverizadores de barra. São também usados outros pulverizadores menos comuns, entre eles, os pulverizadores de tração animal.

PULVERIZADOR COSTAL

O pulverizador costal manual tem tido sua utilidade para a pulverização de herbicida em áreas pequenas, em faixa e pulverização dirigida nas entrelinhas. O tipo de tanque mais comum é o de polietileno, com capacidade para 20 l. O

Fig. 4 – Pulverizador costal (bomba de pistão).
Fonte: Saad (s.d.).



mecanismo de pressão é composto de cilindro, pistão, válvula e câmara de compensação. Geralmente os pulverizadores costais manuais possuem formato anatômico e o mecanismo de pressão garante uma pressão constante com menor bombeamento (Fig. 4).

Dependendo da pulverização que se vai fazer, os pulverizadores costais manuais podem ser equipados com diferentes tipos de bico e acessórios. Para a pulverização de herbicidas podem ser usados bicos de jato em leque (Quadro 1) ou bicos de impacto ou defletores (Quadro 2). Pode ser usada uma barra equipada com dois bicos distanciados de 50 cm, para a pulverização em área total; pode ser usado um bico de jato em leque uniforme (Teejet 80.03 E, por exemplo) para pulverização em faixa sobre a linha de plantio; ou ainda, um protetor tipo chapéu para a pulverização dirigida nas entrelinhas de culturas anuais, cafezais e pomares.

O rendimento de um pulverizador costal manual depende muito do trabalhador que o opera, da distância da fonte de água e da topografia do terreno. Pode-se, entretanto, considerar que, em média, um trabalhador pode pulverizar um ha/dia, se equipado com a barra de dois bicos. Com um bico, a média cai para 0,5 ha (área total) ou permanece em torno de 1 ha plantada (pulverização em faixa). A vazão varia com o passo do operador mas, em média, os pulverizadores costais manuais apresentam uma vazão em torno de 400 l/ha. Para cobrir um hectare, o trabalhador desloca o pulverizador numa passada de aproximadamente 3600 m/horas, caminha 20 km (um bico) ou 10 km (2 bicos) e esgota de 17 a 22 pulverizadores de 20 litros.

Deve-se dar preferência por bicos de menor vazão (Teejet 80.03 ou Albuz jacto APG 110 R), para que o trabalhador não tenha que transportar tanta água (Fig. 5).

PULVERIZADORES TRATORIZADOS DE BARRA

Pulverizadores de barra são aspersores sem ventilação, onde as gotículas formadas nos bicos hidráulicos dependem do seu próprio impulso para deslocarem-se até o alvo. A capacidade do tanque define se o pulverizador de barra é montado nos "três-pontos" do trator ou se são montados em carreta tracionada pela "barra-de-tração" do trator. Como o peso superior a 900 kg, acoplado na traseira de um trator, diminui consideravelmente sua dirigibilidade, os pulverizadores de barra montados nos "três-pontos" são limitados a 600 l de capacidade. As barras variam de 9 m a 11,5 m, contendo de 19 a 24 bicos hidráulicos de jato em leque (Fig. 6).

Os pulverizadores de barra montados em carreta são maiores, variando de 2000 a 3000 l, equipados com barras de 17 m ou mais, dotadas de dispositivos pendulares para mantê-las paralelas ao solo. Neste tipo de pulverizador de barra, o peso do trator é o limite de peso para o pulverizador.

Nos pulverizadores tratorizados de barra, a regulagem da vazão aplicada pelos bicos é feita por um sistema de va-

QUADRO 1 - Bicos Hidráulicos Tipo Leque (50 cm de Espaçamento na Barra).								
Teejet	Série 110	Pressão do Líquido		Vazão do Bico mℓ/min.	Velocidade do Trator (km/h)			
		kg/cm ²	p.s.i.		3	4	5	6
Série 80	Série 110	kg/cm ²	p.s.i.	mℓ/min.	Vazão do Pulverizador (ℓ/ha)			
8002	11002	1,4	20	530	212	159	127	106
		2,1	30	643	257	193	154	129
		2,8	40	757	303	227	182	151
8003	11003	1,4	20	795	318	239	191	159
		2,1	30	984	394	295	236	197
		2,8	40	1.136	454	341	273	227
8004	11004	1,4	20	1.060	424	318	254	212
		2,1	30	1.325	530	398	318	265
		2,8	40	1.514	606	454	363	303
8006	11006	1,4	20	1.590	636	477	372	318
		2,1	30	1.968	787	590	472	394
		2,8	40	2.271	908	681	545	454
Albuz Jacto		Pressão do Líquido		Vazão do Bico mℓ/min.	Velocidade do Trator (km/h)			
Bico	Referência Cor	kg/cm ²	p.s.i.		3	4	5	6
APG 110 J	Amarelo (jaune)	2,1	30	495	200	150	120	100
		3,2	45	605	240	180	145	120
		4,2	60	700	280	210	170	140
APG 110 O	Laranja (orange)	2,1	30	700	280	210	110	140
		3,2	45	855	340	260	205	170
		4,2	60	990	395	295	240	200
APG 100 R	Vermelho (rouge)	2,1	30	990	395	295	240	200
		3,2	45	1.210	485	365	290	240
		4,2	60	1.400	560	420	335	280
APG 110 V	Verde (vert)	2,1	30	1.400	560	420	335	280
		3,2	45	1.710	685	515	410	340
		4,2	60	1.980	790	595	475	395

ção constante, matendo-se constantes à pressão e, conseqüentemente, a vazão dos bicos. Se a velocidade de caminhada do trator é constante (Fig. 7), a quantidade de herbicida aplicada por hectare permanece constante, resultando daí uma distribuição uniforme ao longo da área tratada. Modificações na velocidade do trator trazem mudanças acentuadas na vazão e podem comprometer a aplicação do herbicida.

O rendimento de um pulverizador de barra é dado pela sua produção horária, medida em hectares pulverizador por hora de serviço. A produção depende da velocidade do trator (m/hora), da faixa de pulverização (m) e de um fator de campo (F) cujo valor é estimado em 0,75 para pulverização de herbicidas. A produção horária do pulverizador pode ser calculada pela fórmula:

$$P_{ha/h} = \frac{V (m/h) \times L (m) \times F}{10.000 m^2}$$

onde:

V - representa a velocidade;

L - representa a largura da faixa de pulverização;

F - representa o fator de campo.

Para um pulverizador equipado com barra de 35 bicos espaçados de 50 cm, movendo-se a 5000 m/hora, a produção horária é:

$$P_{ha/ha} = \frac{500 m/h \times 17,5 m \times 0,75}{10.000 m^2} = 6,56 ha/hora$$

No exemplo acima, o pulverizador estaria cobrindo um hectare em cada 9 minutos, o que seria uma performance

excelente do ponto de vista prático e econômico. Na realidade, entretanto, tais performances são dificilmente atingidas. Os pulverizadores tratorizados de barra, montados nos "três-pontos" do trator, equipados com barras menores (de 9 m a 12 m) e deslocando-se a uma velocidade variável de 4 a 5 km/ha, cobrem um hectare em 15-20 min.

REGULAGEM DA BARRA DE PULVERIZAÇÃO

Considerando-se uma barra de pulverização equipada com bicos da série 80° (Teejet 80.03, por exemplo) ou da série 110° (Albuz Jacto APJ 110.R, por exemplo), a regulagem da altura é um fator importante para a obtenção de um padrão eficiente de pulverização. Para cobrir uma faixa de 50 cm, correspondente ao espaçamento dos bicos na barra, um bico da série 80° (ângulo do leque quando a pressão é igual a 40 p.s.i. ou 2,75 kg/cm²), necessita estar a 60 cm de altura do alvo; nas mesmas condições, um bico da série 110° (ângulo do leque a 45 p.s.i.), necessita estar a 50 cm do alvo. A barra de pulverização tem de ser ajustada no sentido de que os bicos estejam na altura requerida. Como pode ser visto nas Figuras 8, 9 e 10, a variação na altura do bico pode trazer mudanças drásticas no padrão de pulverização:

A regulagem da barra deve ser feita em lugar plano, usando-se uma fita métrica e ajustando-se a altura com a ajuda do hidráulico do trator.

As oscilações verticais da barra, causadas por irregularidades no terreno, alteram a distância de cada bico ao alvo e distorcem a distribuição das gotas (Fig. 11). As oscilações ocorrem em terrenos mal preparados, muito torroados, e aumentam em função da velocidade de deslocamento do trator. Quando em excesso, as oscilações verticais da barra até mesmo causam danos à barra e aos bicos, quando estes tocam o solo.

CALIBRAGEM DO PULVERIZADOR

A calibragem do pulverizador e o cálculo da quantidade de herbicida a ser colocada nos diferentes tipos de tanques são operações simples mas importantes. Antes de mais nada, o aplicador deve verificar se:

- todos os bicos têm a mesma numeração. Ex. 8004;
- bicos e peneiras estão limpos, desimpedidos de qualquer obstrução. É sempre aconselhável a remoção das pontas e peneiras para este exame e, se necessário, lavá-las;
- os bicos estão dispostos na barra de pulverização de maneira que se justaponham. Evite o choque de leques;
- não há vazamentos;
- todos os bicos apresentam a mesma vazão. Ex.: Para uma pressão de 2,8 kg/cm² ou 40 p.s.i., todos os bicos 8004 devem apresentar uma vazão aproximada de 1.514 ml/min, independente

da posição na barra. Caso haja diferença, verifique o defeito que pode ser da barra (perda de carga) ou do bico (entupido, dilatado etc.).

QUADRO 2 - Bicos de Impacto ou Tipo Deflector (floodjett).

Bico	Referência *	Pressão Recomendada		Vazão do Bico ml/min.
		kg/cm ²	p.s.i.	
POLIJET	amarelo	1,1	15	680
	verde	1,1	15	900
	azul	1,1	15	1630
	vermelho	1,1	15	2475
TEEJET Série TK	TK .50	2,1	39	303
		2,8	40	379
	TK 1	2,1	30	643
		2,8	40	757
	TK 1.5	2,1	30	984
		2,8	40	1136
	TK 2	2,1	30	1325
2,8		40	1514	
TK 2.5	2,1	30	1628	
	2,8	40	1893	
TK 3	2,1	30	1968	
	2,8	40	2271	
TK 5	2,1	30	3285	
	2,8	40	3785	

* Os bicos TK.50 e TK 1 requerem filtro de malha 100; o bico TK 5 não requer filtro e os demais são usados com filtro de malha 50.

Fig. 5 — Tipos de bicos para aplicação de herbicidas.

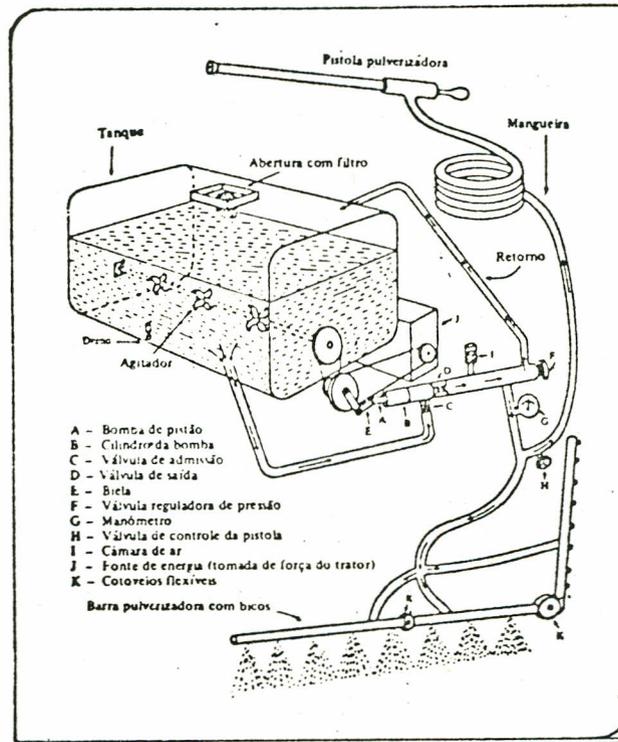
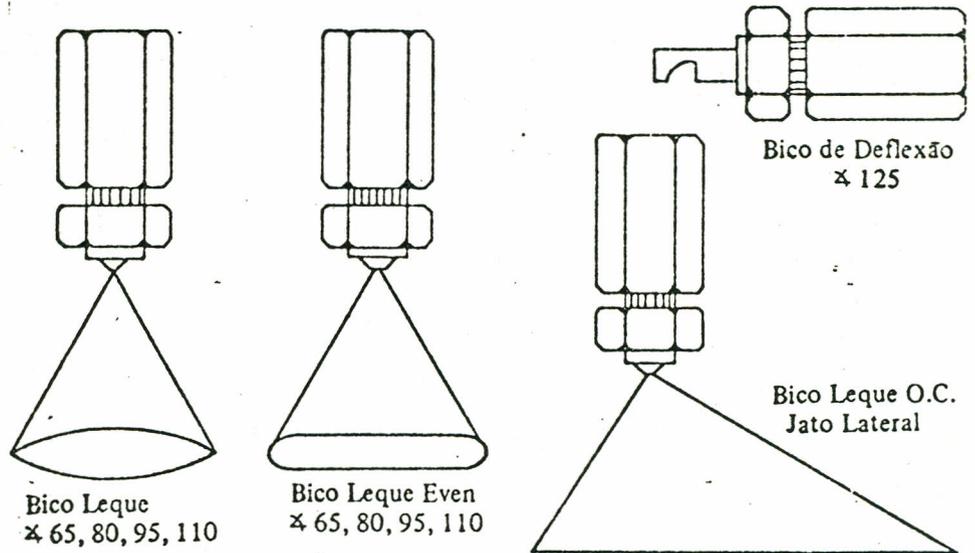


Fig. 6 — Esquema típico de um pulverizador (bomba de pistão acionada pelo eixo de tomada de força do trator).

Fonte: Saad (s.d.).

Após esses exames iniciais, determine a pressão e a velocidade do trator. A velocidade deve ser marcada usando-se um trecho conhecido de 50 m. Marcando-se o tempo necessário para o trator deslocar-se por esses 50 m, o aplicador deve achar valores tais como 45 seg (4 km/h), 36 seg (5 km/h) ou 30 seg (6 km/h). Colete a água de um dos bicos em um recipiente graduado durante o tempo gasto para percorrer os 50 m e multiplique este valor pelo número de bicos da barra para obter a vazão do pulverizador por uma unidade de área. Por uma regra de três simples, calcule a vazão do pulverizador por ha. Ex.: Para uma barra de 12 bicos, espaçados de 50 cm.

- Distância percorrida - 50 m
- Tempo gasto - 36 seg

- Vazão de cada bico em 36 seg - 0,908 l
- Vazão da barra (12 x 0,908 l) - 10,896 l
- Área pulverizada - 50 m x 6 m = 300 m²
- Vazão por ha - 10,896 x 10.000 m²/300 m² = 363 l/ha.

Uma variação desse processo de calibragem é o uso de sacolas plásticas graduadas que dão a vazão de pulverizadores com bicos espaçados de 40 cm e 50 cm na barra de pulverização. Quando se dispõe de sacolas graduadas, a calibragem é ainda mais fácil. Com o trator parado, em ponto morto, e com a mesma RPM, com a qual ele será operado, apara-se na sacola o líquido de um bico durante o tempo que o trator gastaria para percorrer os 50 m. A leitura é direta e

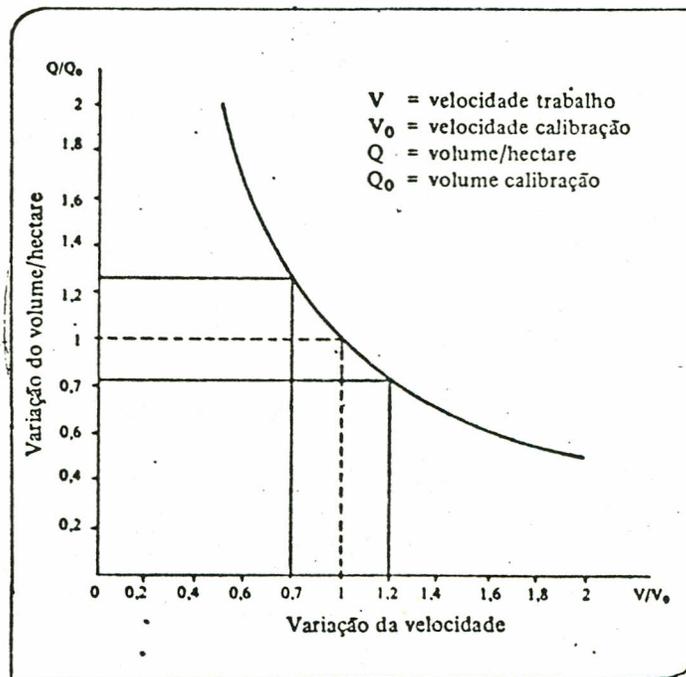


Fig. 7 - Variação do volume aplicado em função da alteração da velocidade de caminhamento, em pulverizadores à vazão constante. Fonte: Sartori (no preto).

Fig. 8 – A altura da barra pode ser uma das razões que levaram ao aparecimento de fitotoxicidade (super dosagem).

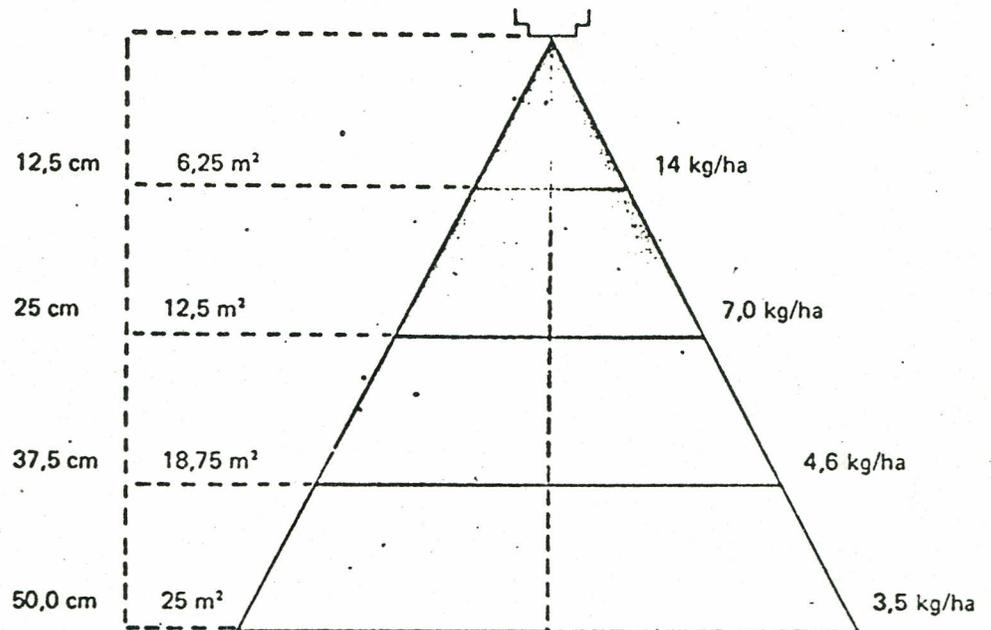


Fig. 9 – Efeito da altura do bico ao solo no volume aplicado por área (molhada). Valores para orientação calculados para bicos de 110°
Fonte: Sartori (no prelo).

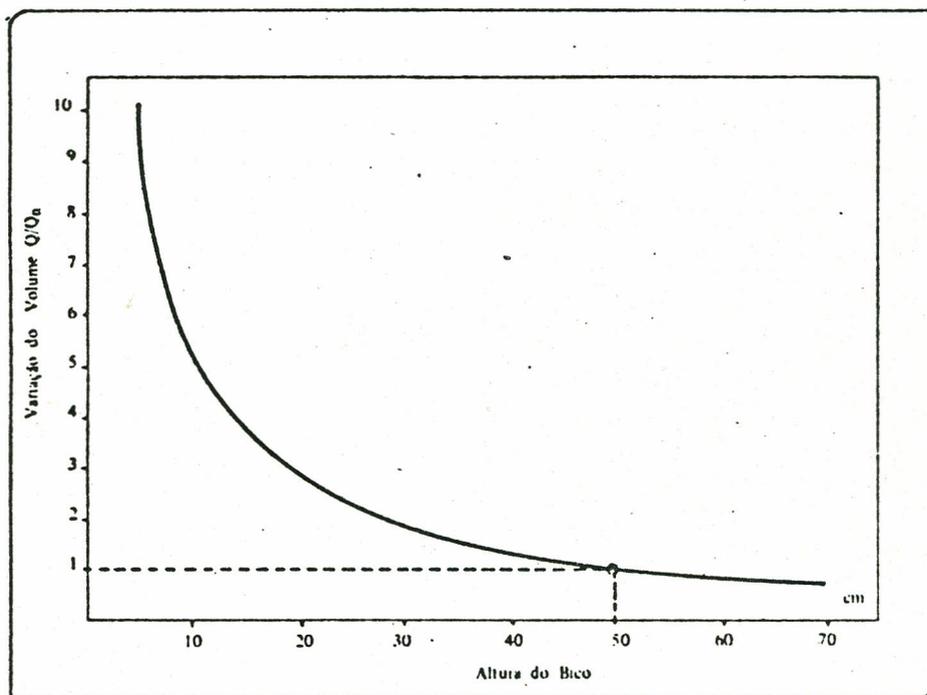
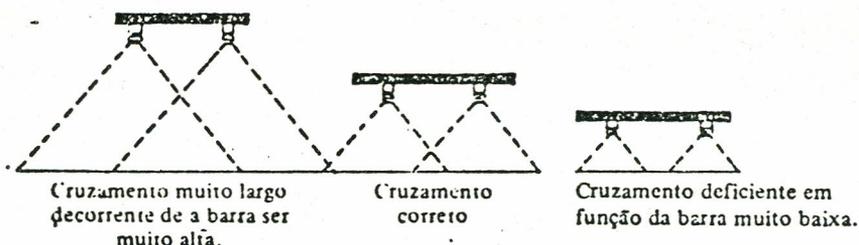


Fig. 10 — Padrões corretos e incorretos de pulverização.



deve ser repetida para vários bicos ao longo da barra. Se a diferença de vazão entre os bicos não for superior a 10%, considere a vazão média. Se a diferença for muito grande, troque as pontas dos bicos defeituosos e que fogem do padrão.

CONSERVAÇÃO E LIMPEZA DO PULVERIZADOR

Pulverizadores são equipamentos caros e de precisão, que necessitam de cuidado permanente para a sua conservação em condições de uso por um período longo. Tanto o trator quanto o pulverizador devem ser guardados limpos em local seco, abrigados do tempo.

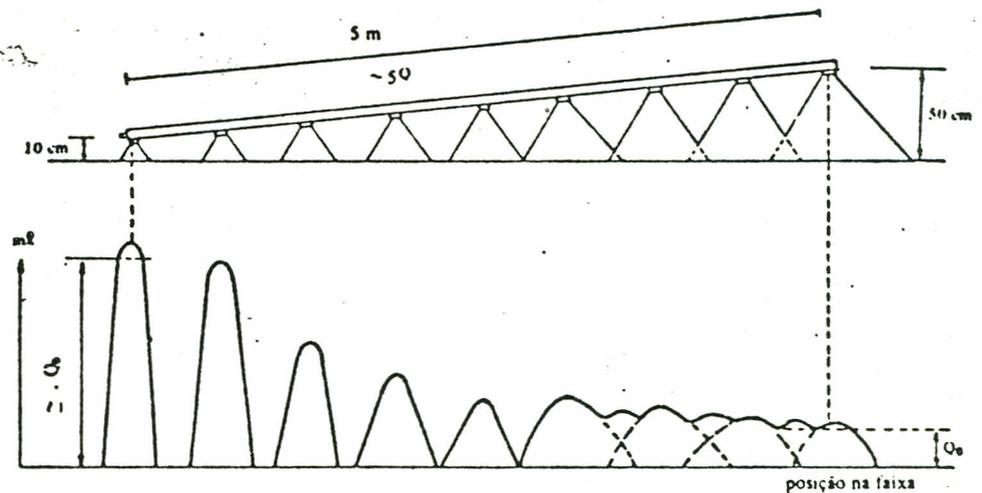
Antes de usar um novo pulverizador, limpe-o de materiais estranhos, passando água no tanque, bomba, barra e bicos. Tire as pontas dos bicos para lavar o conjunto. Diariamente, após a pulverização, esvazie o tanque, coloque água nele para limpeza da bomba, barra e bicos. As peneiras e pontas dos bicos devem ser inspecionadas diariamente após o uso. Se necessário, limpe-as com escova e água com detergente.

Alguns herbicidas, como aqueles à base de 2,4-D, são removidos do pulverizador com muita dificuldade. Nesses casos, use água, detergente e amoníaco para a remoção completa dos resíduos. Essa limpeza deve ser feita sempre que se troca o herbicida a ser pulverizado, principalmente quando é mudada também a cultura. Por exemplo, resíduos de tanque de herbicida para milho são capazes de prejudicar seriamente uma cultura susceptível como o sorgo sacarino.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL spray nozzles and accessories. Illinois, Spraying Systems, 1974. 34 p. (Spray manual catalog. 36).
- ALMEIDA, F.S. de & RODRIGUES, B.N. Guia de herbicidas; contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina. IAPAR, 1985. 468 p.
- BUYER'S guide. Monnesota, Hypro, s.d. 12 p. (Catalog, 20).

Fig. 11 — Repartição da vazão com barra inclinada
(vide variação volume/área na Figura 2).
Fonte: Sartori (no prelo).



EQUIPMENT and calibration: spray application guide. New York, Geigy Agricultural Chemicals, 1970. 19 p.

MANUAL de dados. Pompéia, Máquinas Agrícolas Jacto, s.d. 17 p. (Treinamento, 102).

PULVERIZADOR de herbicidas em café. Pompéia, Máquinas Agrícolas Jacto, s.d. 7 p. (Informação técnica, 2).

PULVERIZADORES Jacto para aplicação de herbicidas em culturas anuais. Pompéia, Máquinas Agrícolas Jacto, s.d. 12 p. (Informação técnica, 8).

SAAD, O. A vez dos herbicidas. s.l., Fundação Coopercotia, s.d.

SANTOS, J.M.F. dos. Aviação Agrícola - fundamentos e tecnologia de aplicação de

defensivos. s.n.t. (Mimeograf.).

SANTOS, J.M.F. dos. Bicos adequados: fundamentais para o êxito dos defensivos. Agroquímica, São Paulo, (3): 10-6, 1976.

SARTORI, S. Técnicas de aplicação terrestre tratorizada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1, Jaboticabal, SP. 1985. Anais. (no prelo).

SILVA, J.B. da & CRUZ, J.C. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1978, 28 p.

SIX adjustments to help you put chemicals on right. Progressive Farmer, 92: 36-8, March 1977.