

ção de uma substância, normalmente encontrado em tabelas.

REFERÊNCIAS

- HANSON, C.L. & RIECK, C.E. The affect of iron and aluminum on glyphosate toxicity. *Proc. Se. Weed Sci. Soc.*, 29, p. 49, 1976.
- JORDAN, T. Curso "Research Methods in Weed Science". Purdue, Purdue University, 1981.
- KLINGMAN, G.C. & ASHTON, F.M. *Weed Science: principles and practices*. New York, John Wiley & Sons, 1975. 429 p.
- WARREN, G.F.; WILLIAM, R.D.; FISHER, H.H.; SAGGERS, J.R.; MAR, R.V. & ALLEN, S.E. *Herbicide application: intensive de cont. nhas*. Viçosa, UFV, 1975. 333 p.
- WEBER, J.B.; MONACO, T.J. & WORSHAM, A.D. What happens to herbicides in the environment. *Industrial Vegetation Management*, 5 (2) 1973.

STL, J.
1982

Equipamentos e métodos de aplicação de herbicidas

João Baptista da Silva
Pesquisador/EMBRAPA-CNPMS

INTRODUÇÃO

De acordo com o II Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, o consumo de defensivos agrícolas no Brasil, no período de 1964-1974, passou de 16.200 para 101.000 t, com uma média anual de crescimento da ordem de 29%. No mesmo período a média anual de crescimento de consumo de herbicidas foi de 45%. Essa alta taxa de crescimento permitiu uma previsão de consumo de herbicidas em 1980 de cerca de dez vezes o consumo real de 1972. Esse crescimento acentuado no consumo de herbicidas é fruto da crescente escassez de mão-de-obra nas áreas de produção agrícola e também da progressiva técnica dos sistemas de produção agrícola.

O conhecimento dos equipamentos e métodos usados na aplicação 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 deles tem causado erros e inúmeros problemas de natureza técnica e econômica. Nos Estados Unidos da América, onde os aplicadores de herbicidas são treinados e licenciados, a aplicação imprópria de herbicidas representa anualmente aos produtores um prejuízo financeiro da ordem de US\$ 30 milhões. O presente trabalho dá aos produtores rurais uma síntese de tudo que é indispensável conhecer sobre os equipamentos e métodos usados na aplicação de herbicidas. Procura-se com isso melhorar as aplicações dos herbicidas nas diversas circunstâncias e dessa maneira diminuir os prejuízos verificados, devido às aplicações impróprias.

COMPONENTES E ACESSÓRIOS DE UM PULVERIZADOR DE HERBICIDAS

Excetuando-se os produtos granulados, os herbicidas são geralmente aplicados na superfície do solo ou das plantas daninhas, através do uso de equipamentos denominados pulverizadores e que são capazes de espalhar uma solução ou suspensão aquosa em gotículas de tamanho variável. O conhecimento dos componentes e acessórios de um pulverizador de herbicidas possibilita normalmente o seu uso adequado. Erros verificados na calibragem ou mesmo no reparo de um pulverizador de herbicidas podem ser facilmente evitados, se o aplicador conhece de fato o seu pulverizador.

TANQUE DO PULVERIZADOR

O tanque do pulverizador é o recipiente onde o herbicida, em solução ou suspensão aquosa, é depositado e transportado. Devido à ação corrosiva de alguns herbicidas, os tanques de pulverização são fabricados em polietileno ou fibra de vidro. Apesar da resistência à corrosão, os tanques de pulverizadores requerem um cuidado permanente para sua conservação. Devem ser limpos imediatamente após a pulverização e estar sempre livres de sujeiras, ferrugem, terra e restos vegetais.

Dependendo do pulverizador de que fazem parte, eles são construídos em tamanhos e formatos os mais diversos, desde os costais de pequena capacidade, até os de grande porte, montados em carreta e tracionados por um trator. Dependendo também do tipo do pulverizador, os tanques podem ser montados na frente, lados e traseira de

um trator, ou mesmo numa carreta para tração. Para que a bomba do pulverizador não trabalhe em seco, o tanque deve ser sempre posicionado ligeiramente acima da bomba.

BOMBA DO PULVERIZADOR

Ligada diretamente ou através de um cardan à tomada de força do trator, a bomba é talvez o elemento mais importante do pulverizador. É ela que determina uma pulverização eficiente, desenvolvendo a pressão necessária para aplicar o herbicida na vazão desejada. É também responsável pela agitação da solução ou suspensão aquosa existente no tanque. Deve ser ainda capaz de retirar o líquido do tanque, manter um volume uniforme e constante na saída e devolver o excesso ao tanque, fazendo recircular o líquido ali existente.

A ação corrosiva e/ou abrasiva do líquido a ser pulverizado deve ser considerada, quando se escolhe uma bomba de pulverizador. Devido à sua resistência à corrosão, durabilidade, capacidade de desenvolver altas pressões e adaptação a muitos tipos de uso, a bomba de pulverizador mais comumente encontrada no Brasil é a de pistões. Exemplo desse tipo de bomba são os encontrados nos pulverizadores de herbicida da JACTO e da HATSUTA. A capacidade de recalque da bomba de pistões da JACTO é de 38 l/min a 540 RPM. A bomba da HATSUTA tem capacidade para 40 l/min e desenvolve até 500 p.s.i. de pressão.

Um outro tipo de bomba, usado em pulverizador de herbicidas, é a chamada bomba centrífuga, capaz de liberar altos volumes de líquido à

baixa pressão e de operar mesmo com suspensões muito abrasivas. Exemplo desse tipo de bomba é o desenvolvido pela FMC do Brasil e que está sendo experimentalmente usado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, da EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG. Ligada diretamente à tomada de força de um trator, essa bomba tem sido usada com sucesso para a pulverização de herbicida no sulco de plantio do milho. Trabalha associada a uma plantadeira acoplada nos três pontos do trator e sua alta capacidade faz com que haja uma recirculação vigorosa no tanque de 600 l colocado na frente do trator.

Embora pouco usada nos pulverizadores encontrados no mercado brasileiro, a bomba de roletes é também um tipo muito eficiente, de boa capacidade de recalque e durabilidade. Para a pulverização de herbicidas, são usados roletes de náilon, devido à resistência desse material à corrosão. Quando se trabalha com suspensões aquosas muito abrasivas, recomenda-se o uso de roletes de borracha.

SISTEMA DE AGITAÇÃO

A agitação no tanque do pulverizador é necessária para manter a suspensão herbicida-água uniformemente misturada, evitando a decantação do produto e, conseqüentemente, o entupimento de bicos, erros na concentração do herbicida etc. Concentrados emulsionáveis são mantidos facilmente em emulsão uniforme, mas formulações tais como os pós molháveis necessitam uma agitação vigorosa para permanecerem suspensos no meio aquoso.

A agitação pode ser feita através de um jato hidráulico proveniente de um ponto entre a bomba e a válvula de fechamento ou, mecanicamente, através de hélices colocadas no fundo do tanque. No caso do jato hidráulico, os bicos de esguicho são colocados no fundo do tanque de tal maneira que os jatos fazem o líquido, ali existente, recircular. Para uma boa homogeneização, a quantidade de líquido por minuto, que recircula através dos bicos de esguichos, deve ser aproximadamente de 10% da capacidade do tanque. O processo mecânico é o melhor, eliminando os pontos sem recirculação dentro do tanque. Um motor auxiliar é geralmente usado para acionar as hélices.

Dependendo da capacidade da bomba, parte do líquido succionado

do tanque e que não passa pelo regulador de pressão, volta ao tanque por uma mangueira de retorno. Esse excesso de carga, que retorna ao tanque, é quase sempre suficiente para manter uniformemente misturado um concentrado emulsionável e geralmente funciona como um processo auxiliar nos pulverizadores com agitação mecânica.

O agitador deve permanecer em funcionamento todo o tempo. Se houver qualquer problema e ele ficar parado por algum tempo, pode ser necessário promover uma recirculação manual para suspender de novo um herbicida do tipo pó-molhável.

REGULADOR DE PRESSÃO

A pressão necessária para a pulverização de herbicidas é geralmente baixa, variando de 0,70 a 4,2 kg/cm². Na maioria das vezes, o trabalho é feito com o manômetro marcando 2,8 kg/cm² (40 p.s.i.). Pulverizadores usados para herbicidas devem ser equipados com manômetros de baixa pressão, com a escala de leitura na faixa de 0 a 7 kg/cm² ou de 0 a 100 p.s.i., no sistema americano de medidas.

A pressão do pulverizador é gerada pela bomba e controlada por uma válvula reguladora de pressão, colocada na saída do líquido, entre a bomba e a válvula de fechamento da barra de pulverização. A pressão do pulverizador determina a força com a qual o líquido sai dos bicos. Ela garante também a homogeneidade da mistura herbicida-água no tanque, quer seja através da agitação pelo jato hidráulico, ou através do líquido excedente que volta pela mangueira de retorno.

A vazão do pulverizador pode ser alterada por uma variação na pressão. Quando esta é aumentada, a vazão dos bicos também o é. Os bicos não devem ser operados sob pressões muito baixas ou muito altas, mas dentro dos limites estipulados pelo fabricante. Por outro lado, o aumento da pressão não incrementa linearmente a vazão dos bicos e ocasiona problemas tais como a redução do tamanho das gotículas e a distorção do padrão de pulverização. A pressão não deve ser usada como recursos para aumentar a vazão do pulverizador. Para dobrar a vazão de um bico é necessário quadruplicar a pressão.

BICOS HIDRÁULICOS PARA PULVERIZAÇÃO DOS HERBICIDAS

Em qualquer categoria de equipamento usado para pulverizar herbicidas, o bico constituiu-se em uma das mais importantes peças do sistema. O bico é responsável por três funções fundamentais na pulverização: quebrar o líquido em gotículas de tamanhos diversos; espalhar as gotículas dentro de uma área delimitada; e controlar a saída do líquido na quantidade desejada por unidade de área. Em relação à primeira dessas funções, os bicos são classificados de acordo com a energia neles empregada para formar as gotículas. Nos bicos hidráulicos, o líquido é forçado através de um pequeno orifício, sob pressão, adquirindo velocidade suficiente para se desintegrar, quando entra em contato com o ar.

A desintegração em gotículas ocorre de uma maneira desordenada, mas sempre dentro de um certo limite de variação. O tamanho médio das gotículas (VMD) é inversamente proporcional à pressão do líquido e diretamente proporcional ao tamanho do orifício do bico. A simples troca de um bico de orifício menor por um orifício maior pode sanar um problema grave em pulverização, a deriva.

Alguns bicos requerem uma pressão baixa, de 1,1 a 1,4 kg/cm² (15 a 20 p.s.i.), para alcançar o desenvolvimento integral de seu espectro. Outros requerem uma pressão de 2,1 a 4,2 kg/cm² (30 a 60 p.s.i.) para atingir seu ponto máximo de ação. Ao contrário dos bicos usados na pulverização de inseticidas, aqueles usados na pulverização de herbicidas são sempre operados sob baixa pressão.

Os bicos hidráulicos são constituídos de um corpo, capa, filtro de malha ou ranhurado e ponta (Figura 1). São fabricados de materiais diversos desde o aço inoxidável até o plástico, passando pelo metal amarelo e náilon. As pontas são confeccionadas com material mais resistente, devido ao desgaste constante que sofrem. Podem ser encontradas atualmente pontas de cerâmica prensada, de alta resistência à corrosão. Com exceção de alguns bicos de alta vazão como, por exemplo, os bicos Teejet 8008 e TK 5, todos os bicos hidráulicos usados na pulverização de herbicidas requerem um filtro de malha para evitar entupimento do orifício. As pontas de orifício menor (8001, 11001, 80015 etc.) requerem um

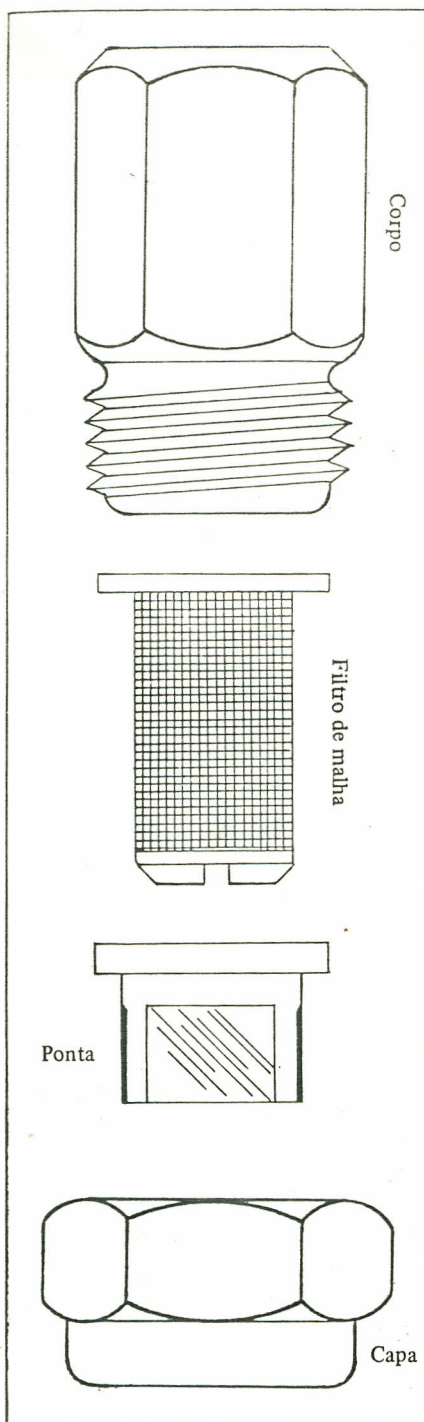


Fig. 1 - Partes de um bico hidráulico.

filtro de malha 100 e as demais trabalham com filtro de malha 50. Deve-se usar um filtro ranhurado (strainer), quando se trabalha com herbicidas formulados como pós-molháveis.

De acordo com o padrão de pulverização dos bicos usados na pulverização de herbicidas, três tipos podem ser separados: bicos de jato em leque (flat fan), de jato em leque contínuo (even flat fan) e de impacto ou tipo defletor (floodjet) que podem ser vistos na Figura 2.

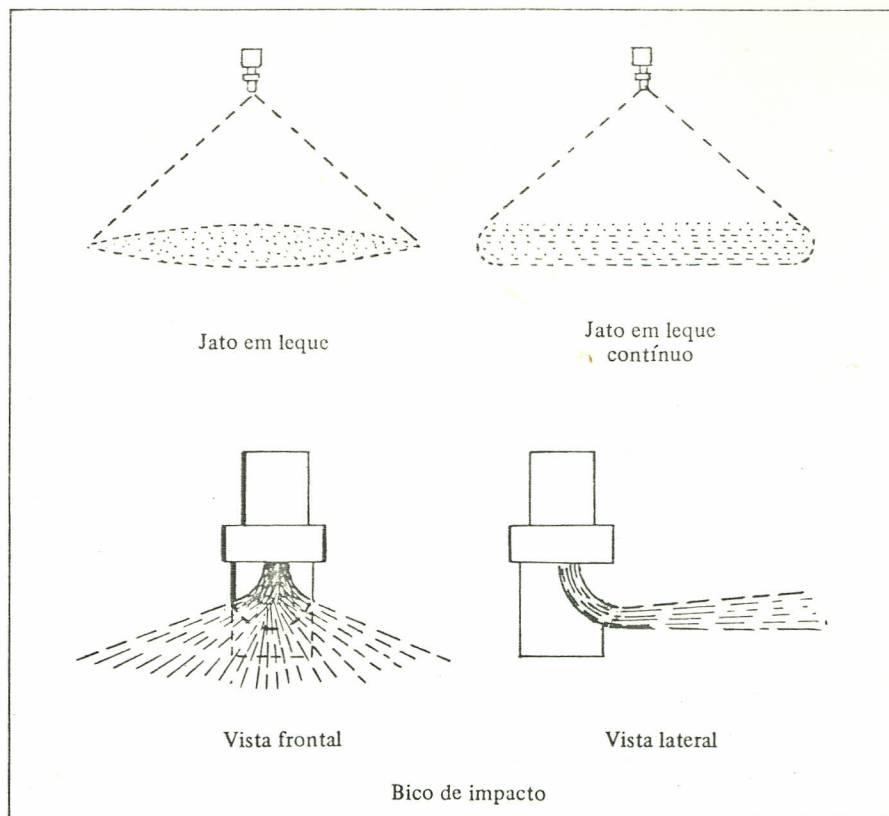


Fig. 2 - Bicos hidráulicos usados para pulverização de herbicidas.

Bicos de Jato em Leque

Há disponível no mercado inúmeros bicos de jato em leque, com diferentes vazões e diferentes padrões de pulverização, variando de acordo com os diversos ângulos do leque. O leque é conseguido através do fluxo de duas correntes de líquido que se chocam, simultaneamente, em um orifício de forma lenticular (bico de jato em leque propriamente dito) ou retangular (bico de jato em leque contínuo). No mercado brasileiro os ângulos disponíveis são os de 80° e 110° nos bicos Teejet e 95° e 110° nos bicos Albus Jacto. Nos bicos Teejet, a referência é um sistema de numeração onde aparece o ângulo do leque e a vazão do bico em galões americanos por minuto. Por exemplo, no bico Teejet 8004, o ângulo do leque é de 80° e a vazão é de 0,4 galões/min ou 1,514 l/min, ambos parâmetros obtidos, quando o bico é operado a 40 p.s.i. (2,8 kg/cm²). A Tabela 1 mostra os bicos Teejet disponíveis no mercado brasileiro com suas respectivas vazões.

Nos bicos Albus Jacto, série APG (Tabela 2), a referência de ângulo é dada pelo número do bico e a de vazão, pela inicial da cor (em francês) do bico. A vazão varia com a cor do bico e com o ângulo do leque. A pressão de referência é a de 45 p.s.i. (3,2

kg/cm²).

Bicos em leque são dispostos na barra de pulverização, espaçados de 50 cm, alinhados de tal forma que eles possam cobrir uniformemente uma área plana com a superfície do solo ou a superfície foliar das plantas daninhas de porte pequeno. Os bicos de jato em leque contínuo são usados em pulverizadores de barra, espaçados de 1 m, para a pulverização em faixa. O exemplo mais simples deste tipo de pulverização é a pulverização no sulco de plantio, logo após a semeadura (pré-emergência) ou logo após a emergência da cultura (pós-emergência precoce). Nos bicos de jato em leque contínuo, a referência de ângulo e da vazão é a mesma dos bicos Teejet de jato em leque. A única diferença é uma letra "E" colocada no final do número do bico. Ex.: Teejet 8003E.

Bicos de Impacto ou Defletores

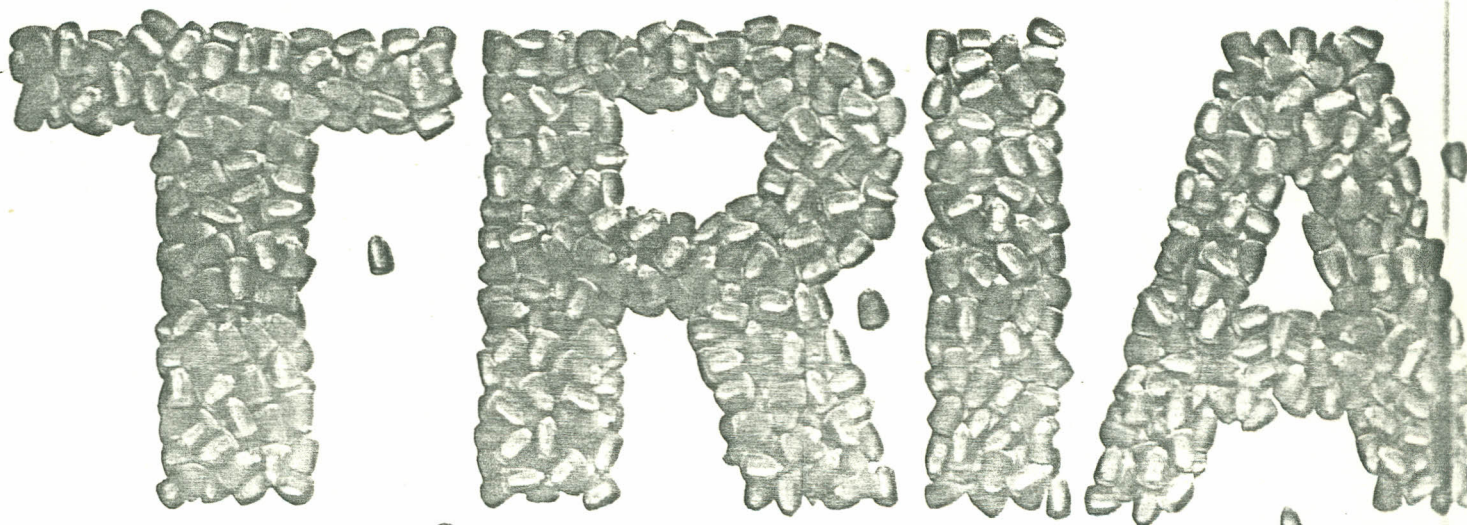
Nestes bicos, o jato de líquido, ao atravessar um orifício de grande tamanho, bate em uma superfície lisa em um ângulo relativamente acentuado, formando, desta maneira, um jato estreito que se abre em seguida (Figura 2). Os bicos defletores Teejet da série TK e os da série Polijet são operados à baixa pressão (de 1,1 a

TABELA 1 – Bicos Hidráulicos Tipo Leque Teejet (50 cm de espaçamento na barra).

Bico Série 80 ^o	Bico Série 110 ^o	Pressão do Líquido		Vazão do Bico m ³ /min	Velocidade do Trator (km/h)			
		kg/cm ²	p.s.i.		3	4	5	6
					Vazão do Pulverizador (ℓ/ha)			
8001	11001	1,4	20	265	106	80	64	53
		2,1	30	341	136	102	82	68
		2,8	40	379	152	114	91	76
80015	110015	1,4	20	416	166	125	100	83
		2,1	30	492	197	148	118	98
		2,8	40	568	227	170	136	114
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	1136	454	341	273	227
8004	11004	1,4	20	1060	424	318	254	212
		2,1	30	1325	530	398	318	265
		2,8	40	1514	606	454	363	303
8006	11006	1,4	20	1590	636	477	382	318
		2,1	30	1968	787	590	472	394
		2,8	40	2271	908	681	545	454
8008	11008	1,4	20	2157	863	647	518	431
		2,1	30	2612	1045	784	627	522
		2,8	40	3028	1211	908	727	606
8010	11010	1,4	20	2687	1075	806	645	537
		2,1	30	3293	1317	988	790	659
		2,8	40	3785	1514	1136	908	757

TABELA 2 – Bicos Hidráulicos Tipo Leque Albus Jacto – Série APG (50 cm de espaçamento na barra).

Bico	Referência Cor	Pressão do Líquido		Vazão do Bico m ³ /min	Velocidade do Trator (km/h)			
		kg/cm ²	p.s.i.		3	4	5	6
					Vazão do Pulverizador (ℓ/ha)			
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	170	140
		3,2	45	855	340	260	205	170
		4,2	60	990	395	295	240	200
APG 110 R	vermelho (rouge)	2,1	30	990	395	295	240	200
		3,2	45	1210	485	365	290	240
		4,2	60	1400	560	420	335	280
APG 110 V	verde (vert)	2,1	30	1400	560	420	335	280
		3,2	45	1710	685	515	410	340
		4,2	60	1980	790	595	475	395
APG 95 J	amarelo (jaune)	2,1	30	570	230	170	135	115
		3,2	45	690	275	205	165	140
		4,2	60	800	320	240	190	160
APG 95 O	laranja (orange)	2,1	30	850	340	255	205	170
		3,2	45	1040	415	310	250	210
		4,2	60	1200	480	360	290	240
APG 95 R	vermelho (rouge)	2,1	30	1140	455	340	275	230
		3,2	45	1400	560	420	335	280
		4,2	60	1620	650	485	390	325
APG 95 V	verde (vert)	2,1	30	1430	570	430	345	285
		3,2	45	1750	700	525	420	350
		4,2	60	2020	810	605	485	405



Contra a inflação e outras

Estamos lançando Triamex. Triamex é o resultado da potencialização dos dois princípios ativos mais testados e aprovados no combate às ervas daninhas do milho: Atrazina e Simazina. Triamex evita a concorrência das

ervas no período crítico da cultura, atua sobre gramíneas e folhas largas, e seu período de proteção é de 90 dias.

Triamex já vem pronto para uso: dispensa mistura, economiza no tempo de preparo da calda, evita erros na dosagem. E devido à tecnologia CNDA

utilizada em sua formulação, Triamex propicia melhor cobertura e rendimento dos princípios ativos.

Tudo isso sem entupimento de bicos, sem desgaste dos pulverizadores.

Mas a economia não é só essa. Triamex tem o menor custo por hectare

2,8 kg/cm²). Os bicos de impacto são usados principalmente em pulverizações dirigidas de herbicidas em canaviais e cafezais, devido ao ângulo do leque (de 108° a 130°, dependendo do bico) e à distribuição do líquido em gotículas maiores (VMD acima de 300 micra nas bordas do leque) (Tabela 3).

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS USADOS PARA A PULVERIZAÇÃO DE HERBICIDAS

Culturas Anuais

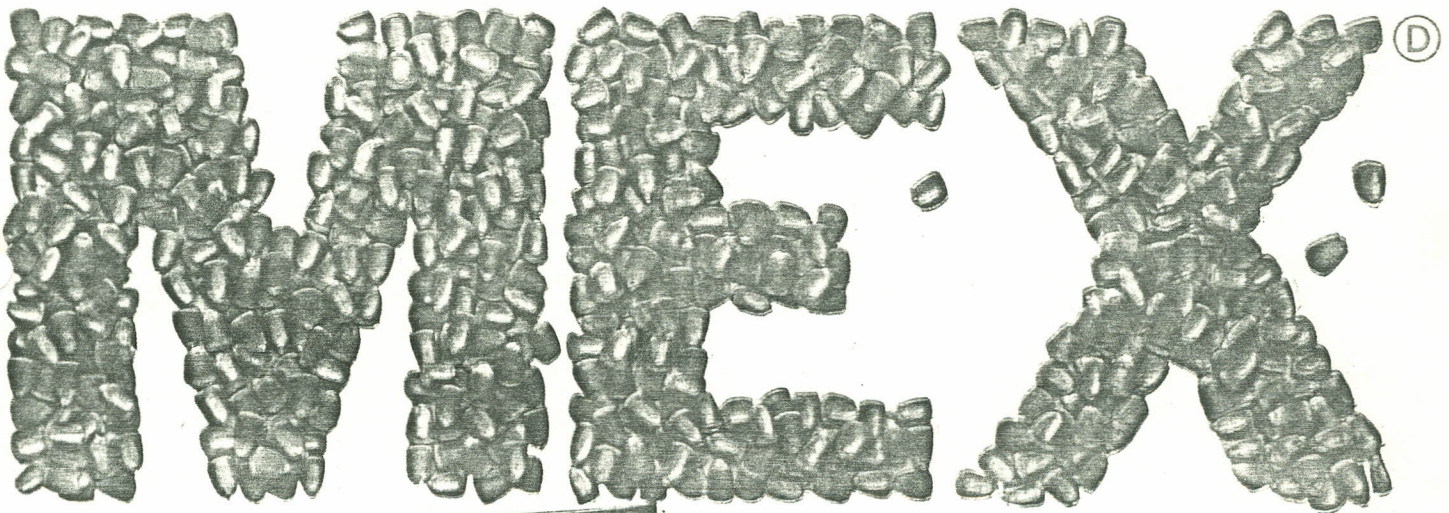
Inclui-se aqui a maioria dos pulverizadores de aplicação terrestre, desde aqueles que são utilizados para a pulverização de herbicidas em pré-plantio da cultura, até aqueles que são adaptados para a aplicação de herbicidas em pós-emergência da cultura. A característica principal desses pulverizadores é que eles são equipados com bicos em leque capazes de cobrir uniformemente uma superfície plana, como a do solo ou a foliar das plantas daninhas.

Alguns herbicidas são aplicados em pré-plantio, antes da instalação da cultura, e, devido à sua volatilidade,

TABELA 3 – Bicos de Impacto ou Tipo Deflector (floodjet).

Bico	Referência*	Pressão Recomendada		Vazão do Bico mℓ/min	Indicação do Uso
		kg/cm ²	p.s.i.		
POLIJET	amarelo	1,1	15	680	Herbicida
	verde	1,1	15	900	
	azul	1,1	15	1630	
	vermelho	1,1	15	2475	
TEEJET Série TK	TK.50	2,1	39	303	Fertilizante líquido Herbicida Desfolhante
		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.



pragas.

tratado.
Como se vê, com Triamex você vai conseguir o ideal: máxima produtividade pelo menor custo.

Agora peça pelo nome: Triamex.



O novo pacote econômico.



ESCRITÓRIOS REGIONAIS DE VENDAS
 PORTO ALEGRE - RS - Rua Tobias de Silva, 267 - Tele: 0512-305 CEP: 90000 Fone: 22-8759
 CURITIBA - PR - Rua Comendador Araújo, 143 - 10º andar - CI 103 - Tele: 041-5993 CEP: 80000 Fone: 234-6457
 CAMPINAS - SP - Av. Princesa D'Este, 1045 - Bloco B, CI. 94 - Tele: 0191-505 CEP: 13100 Fone: 52-2867
 RECIFE - PE - BR 101, km 13,5, n.º 5001 - Tele: 081-1307 CEP: 50000 Fone: 425-3888
 GOIÂNIA - GO - Rua 28, n.º 86 - sala 07 - Setor Oeste - Fone: 224-4522

Nome: _____ Carga: _____
 Onde trabalhar: _____ Estado: _____
 Endereço: _____ Técnicas de Triamex
 Cidade: _____ Av. Maria Coelho Aguiar - 215
 CEP 03804 - São Paulo - SP

ou à sua degradação pelos raios ultravioletas da luz solar, ou ainda à sua pouca mobilidade no solo, necessitam ser misturados ao solo. Esse processo é conhecido como incorporação. A profundidade da camada do solo, ao qual o herbicida será incorporado, depende muito do herbicida em si e da finalidade pela qual ele está sendo incorporado: Os pulverizadores utilizados nessa operação são montados de tal maneira que os três pontos do hidráulico do trator ficam livres, para que um implemento que incorpora o herbicida seja acoplado.

O exemplo mais conhecido desse tipo de pulverizador é o PHI da firma Máquinas Agrícolas JACTO S.A., com dois tanques de 200 l cada, montados nas laterais do trator, e, equipado com uma barra de oito bicos APG 110R, fixada na frente do trator. Com o uso simultâneo de uma enxada rotativa ou de um vibronivelador, ou mesmo de uma grade de discos leve, o herbicida é pulverizado e imediatamente misturado com o solo. Como os oito bicos cobrem uma faixa de 4 m, o implemento acoplado ao trator para a incorporação deve ter pelo menos essa largura. A regulagem de profundidade deve ser feita de acordo com a recomendação do fabricante do herbicida. Esse tipo de pulverizador é usado extensivamente nas culturas do algodão, soja e, em alguns casos, na cultura do milho.

Devido à pequena produção agrícola horária do PHI (1,2 ha/h) e à extensão muito grande das culturas a serem pulverizadas, mormente a soja, a pulverização de herbicidas em pré-plantio é feita, muitas vezes, com outros pulverizadores terrestres e mesmo com aviões. Os pulverizadores terrestres, nesse caso, têm tanques de capacidade variável (de 400 l a 2000 l), acoplados no trator ou tracionados numa carreta. Ao usá-los, todo cuidado deve ser tomado para ajustar a faixa de pulverização à de incorporação. Assim, para um pulverizador PJ-2000BS (JACTO), equipado com uma barra de 24 bicos APJ 110R, espaçados de 50 cm, seriam necessárias pelo menos seis enxadas rotativas, quatro grades ou três vibroniveladores. Para um avião Ipanema equipado com barra, pulverizando uma faixa de 15 m a 160 km/ha, seriam necessários pelo menos 12 tratores no serviço de incorporação do produto.

A grande maioria dos herbicidas usados nas lavouras anuais é aplicada

na superfície do solo arado logo após o plantio (pré-emergência) ou na superfície foliar das plantas daninhas recém-emergidas (pós-emergência). Estes pulverizadores têm uma maior produção horária, devido à maior capacidade do tanque e ao maior número de bicos em leque arranjados na barra. O comprimento normal da barra de pulverização é de 9 m, correspondendo a 19 bicos espaçados de 50 cm, havendo também outras de tamanho maior e menor disponíveis no mercado. Dependendo da capacidade do tanque e da vazão por área tratada, podem ser obtidas produções por hora que variam desde 0,20 ha até 3,40 ha. A menor produção por hora é obtida com um pulverizador costal de 20 l equipado com barra de 2 bicos e a maior com um pulverizador PJ-2000BS (JACTO), com um tanque de 2000 l montado em carreta, equipado com uma barra de 19 bicos e levantador mecânico.

Em alguns casos a recomendação de aplicação do herbicida em pré-emergência não pode ser cumprida à risca, porque o produtor não dispõe de um trator para a plantadeira e outro para acionar o pulverizador. Outro problema comumente encontrado é o elevado preço dos herbicidas para a aplicação na área total plantada, principalmente em lavouras de espaçamento largo entre linhas como é o caso da cultura do milho. Tendo em vista a resolução desses problemas, foi desenvolvido no Centro Nacional de Pes-

quisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, um conjunto plantadeira-pulverizador (Figura 3) que é capaz de realizar, concomitantemente, as operações de semeadura do milho e pulverização em pré-emergência de herbicida no sulco de plantio. O conjunto consta de um tanque de 400 ou 600 l fixado na frente do trator, de uma bomba centrífuga ligada na tomada de força do trator e de quatro bicos Teejet 8003E (jato em leque contínuo), colocados atrás das unidades de plantio de uma plantadeira Jumil 2 de quatro linhas. Com essa montagem, é possível pulverizar o herbicida somente no sulco de plantio, economizando-se o tempo de trator gasto para a pulverização e a quantidade de herbicida a qual é aplicada nesse caso em apenas 30-50% de área plantada. A montagem do conjunto é feita com peças e acessórios encontrados no mercado brasileiro, e a única restrição é o tipo de plantadeira por causa da bomba do pulverizador que requer a tomada de força do trator. Como alternativa adicional, podem também ser acopladas ao conjunto quatro granuladeiras para a aplicação de inseticidas granulados no sulco de plantio.

A idéia da aplicação de herbicidas em faixa pode ser adaptada para pequenos produtores que plantam suas lavouras em sulco que pode ser pulverizado com um pulverizador costal munido de um bico Teejet 8003 E. A limpeza posterior da entrelinha

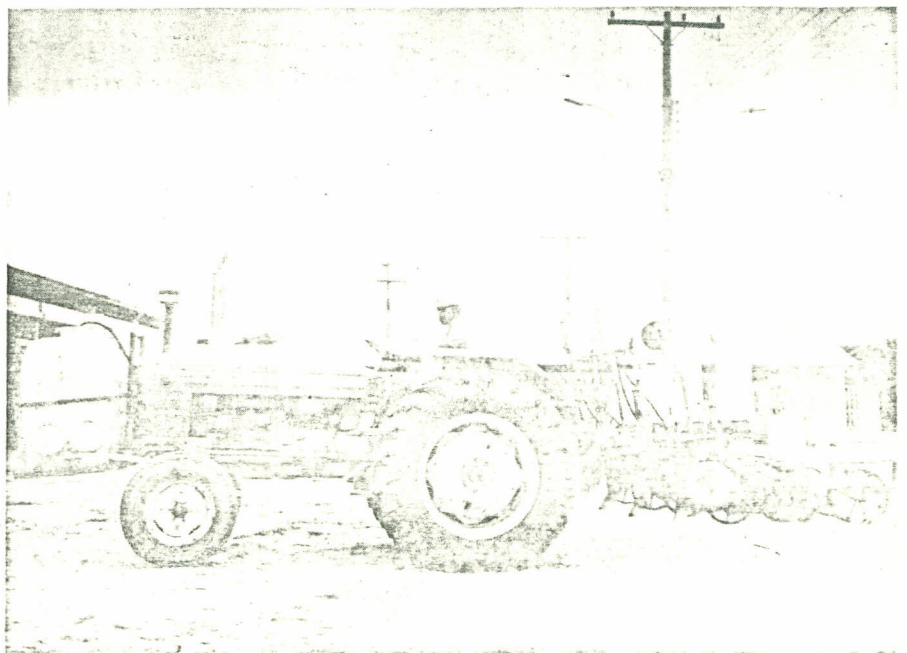


Fig. 3 - Conjunto plantadeira-pulverizador, desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

será feita com um cultivador de tração animal.

Em algumas situações especiais, o herbicida é aplicado na lavoura, mas sem atingir diretamente a cultura, devido a problemas de fitotoxicidade. Os pulverizadores usados para essa finalidade são equipados com bicos tipo defletor (Polijet ou Teejet TK), arranjados aos pares em pinguelos na barra de pulverização. Cada pinguelo ou extensor, com um par de bicos, cobre uma entrelinha da cultura, e o produto só atinge a base da planta. Esse tipo de pulverizador é exemplificado pelo pulverizador PHD da JACTO, usado para pulverizar herbicidas de contato em cana-de-açúcar e milho (pós-emergência tardia).

Cafeeiros e Pomares

A aplicação de herbicidas em cafeeiros e pomares é uma operação que depende muito do tamanho da lavoura, da topografia local e da época de aplicação do herbicida. Em lavouras pequenas ou em locais de topografia irregular e acidentada, podem ser usados pulverizadores costais equipados com um bico em leque ou barra de pulverização com dois bicos. A pulverização é sempre feita de maneira a proteger as folhas da cultura, e bicos de ângulo largo (110° ou mais) são os mais recomendáveis.

Em áreas mecanizáveis pode-se usar um pulverizador tratorizado de maior capacidade. Existem no mercado nacional pelo menos dois tipos de pulverizadores tratorizados que são indicados para cafeeiros e pomares, e pelo menos um que foi desenvolvido para laranjeiras. A firma JACTO, de Pompéia, SP, tem disponível no mercado os pulverizadores PH-200 e PH-400. O primeiro deles é montado no sistema de carreta que permite acompanhar as irregularidades do terreno, e o segundo, montado no sistema de três pontas dos tratores cafeeiros, é indicado para lavouras mais extensas e adequadas à mecanização. Nos dois pulverizadores, a pulverização é feita por quatro bicos tipo defletor (Polijet azul), distribuídos de maneira a ficar dois no centro da rua e um de cada lado, abaixo das asas de proteção. Os bicos têm registro individual, podendo ser usados todos os quatro de uma só vez, ou somente os dois laterais, ou os dois centrais etc. Dependendo da regulagem da altura dos bicos, a faixa de pulverização varia de 1,40 m (faixa cen-

tral somente) a 3,60 m (2,20 m na faixa central e 1,40 m nas laterais).

Em pomares de citrus é usado um tipo especial de pulverizador desenvolvido pela K.O. de Jaboticabal, SP, que consiste de um pulverizador convencional equipado com a barra aplicadora de herbicidas modelo AHC-10, acoplada no pára-choque do trator. A estrutura da barra e a disposição dos bicos permitem que a cobertura seja feita nas entre-plantas, eliminando os problemas dos "travesseiros". A barra é equipada com cinco bicos Teejet 11004 e tem três regulagens de altura.

Pastagens

Herbicidas podem ser usados tanto na formação quanto na conservação de pastagens, eliminando plantas daninhas de porte herbáceo e até de porte arbóreo. A pulverização pode ser feita na área total da pastagem ou sobre as plantas daninhas individualmente, sem pulverizar o capim. Em grandes áreas, a pulverização é feita com pulverizadores tratorizados convencionais ou com aviões. Em áreas menores e de difícil acesso para tratores ou avião, a pulverização é dirigida às plantas daninhas individualmente.

Usando-se pulverizadores costais, podem-se aplicar herbicidas na superfície foliar de plantas daninhas herbáceas e de porte subarbusivo. Quando as plantas daninhas encontradas nas pastagens são de porte arbustivo, de caule com diâmetro superior a 2 cm, a maneira recomendada para o controle é a pulverização do toco, aplicando-se o produto sobre a seção de corte, imediatamente após a roçada. A operação é conduzida por pelo menos dois homens, um roçando e rachando os tocos e o outro pulverizando. A fim de que os tocos pulverizados possam ser identificados, deve-se acrescentar o azul de metileno no tanque do pulverizador. A pulverização individual das plantas daninhas de uma pastagem é uma operação demorada e trabalhosa, mas é ainda o melhor meio de controlá-las, gastando-se o mínimo de produto e evitando-se a contaminação desnecessária da forragem.

Equipamentos de Precisão para a Pesquisa

A pulverização de parcelas experimentais e outras superfícies menores,

como pequenos potes e vasos nas estufas, depende de equipamentos de grande precisão, capazes de garantir uma quantidade certa de herbicida por área tratada. Vários equipamentos são usados para essa finalidade e dentre eles podem ser destacados pelos menos três.

O pulverizador logarítmico é usado com muito sucesso quando se quer estudar, em poucas parcelas, o efeito decrescente de doses do herbicida. A pressão do conjunto é dada por um cilindro de gás carbônico, controlada por um regulador de pressão equipado com dois manômetros. Um dos manômetros mede a pressão interna do cilindro e o outro marca a vazão de gás para os tanques de pulverização. O pulverizador logarítmico funciona com dois tanques de pulverização interligados, um com a calda a ser pulverizada e outro com água. O primeiro líquido a chegar nos bicos em leque é o mais concentrado e, à medida em que a água do tanque maior vai passando e diluindo a calda do tanque menor, a concentração da mistura vai decrescendo logaritmicamente. Desde que o operador caminhe a uma velocidade constante, mantendo a vazão constante, a concentração do produto pulverizado é uma função exponencial da distância percorrida. A dose maior está sempre na cabeceira da parcela e daí ela decresce logaritmicamente até o fim da parcela onde a concentração do produto é inócua.

A Figura 4 mostra um outro equipamento usado para a pulverização de parcelas experimentais no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. O pulverizador tipo monociclo é equipado com uma barra de oito bicos Teejet 8003, espaçados de 50 cm, capaz de cobrir de uma só vez faixas de pulverização de largura variável, dependendo do número de bicos que é posto em funcionamento. Os bicos que não irão ser operados são vedados. A pressão de pulverização é dada por um cilindro de gás carbônico que mantém sob pressão constante, através do regulador de pressão, o líquido a ser pulverizado. O pulverizador tipo monociclo é todo constituído em alumínio e operado por um homem. Ele transporta o cilindro de gás carbônico e dois tanques de pulverização, operados individualmente. Entre o tanque de pulverização e a barra, é colocada uma válvula de comando de gatilho que

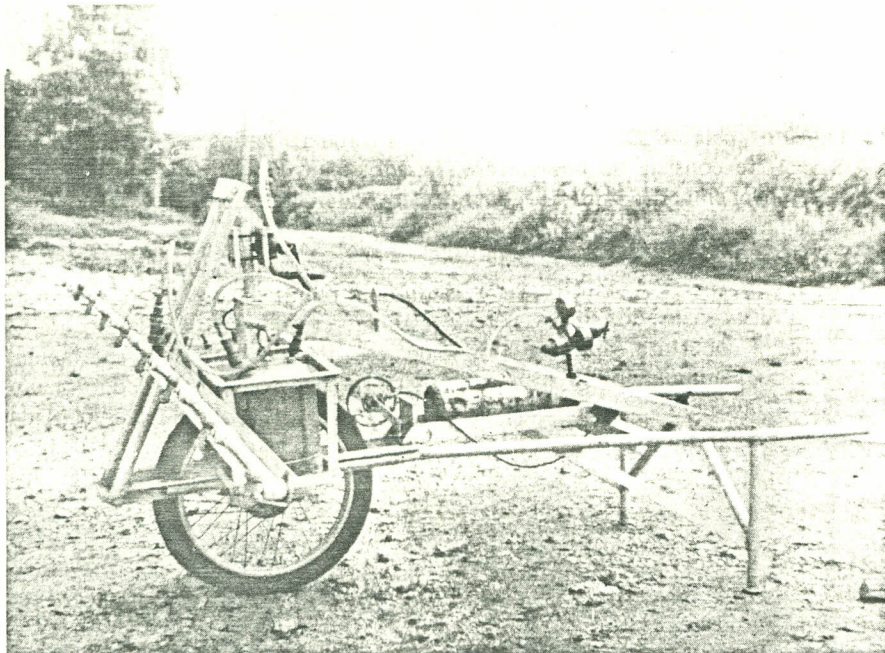


Fig. 4 – Pulverizador tipo monociclo desenvolvido para parcelas experimentais. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

permite a vedação instantânea do líquido que flui para os bicos.

Como no caso do pulverizador logarítmico, o operador do monociclo consegue dar ao pulverizador uma vazão constante, se ele andar a uma velocidade constante. O tanque de pulverização tem capacidade para 10 l e comporta material suficiente para todas as parcelas de um mesmo tratamento. A fim de que não ocorra gotejamento dos bicos no caminhar entre as parcelas, recomenda-se o uso de bicos especiais Teejet com válvula (“check valve”).

A pulverização de copos e vasos nas casas de vegetação pode ser feita com absoluta precisão, usando-se o sistema mostrado na Figura 5, que é uma adaptação de pulverizador sobre esteira rolante desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Um bico de jato em leque fixo, sob pressão constante oriunda de um cilindro de gás carbônico, pulveriza uniformemente todos os copos e vasos que passam debaixo dele, transportados a uma velocidade constante pela esteira rolante. A pulverização é controlada por uma válvula de comando de gatilho, e os copos de um mesmo tratamento são colocados em uma bandeja para maior facilidade de manejo.

Pulverização Aérea

Em áreas de topografia plana e com lavouras extensas (acima de 100

ha), o uso da pulverização aérea é recomendado devido a sua alta produção horária. Dos vários aviões e helicópteros usados, cabe salientar o avião IPANEMA EMB 201A, projetado, desenvolvido e construído por brasileiros na EMBRAER, São José dos Campos, SP. O Ipanema EMB 201A é um avião de asa baixa cantilever, com alto coeficiente de sustentação, reservatório com 680 l de capacidade, necessitando somente de 201 m de pista para decolagem com carga máxima. O avião é equi-

pado com motor Lycoming de 300 HP, com hélice de rotação constante. Sua cabine é construída dentro do princípio de “colapso progressivo”, tanques de combustível localizados nas asas, com autonomia de voo de até 3 h 30 min.

A movimentação e pressurização do herbicida é feita através de uma bomba centrífuga de alta capacidade e baixa pressão, acionada hidráulica pela própria rotação do motor do avião. Para herbicidas, o avião é equipado com barra e bicos da TRANSLAND. A pulverização é feita com altura de voo de 4 a 5 m, cobrindo uma faixa de 15 m. A velocidade usual é de 160 km/h. Bicos em leque de alta vazão, como é o caso do Teejet 8015 ou Teejet 8020, são os mais recomendados para herbicida por causa da faixa de pressão em que as aplicações aéreas são realizadas (de 1,1 a 2,1 kg/cm²) e por causa do tamanho das gotículas (acima de 300 micra).

CALIBRAGEM DO PULVERIZADOR

A aplicação imprópria de defensivos agrícolas custa mais de 4 bilhões de cruzeiros anuais aos fazendeiros americanos. Uma aplicação errônea de herbicidas pode criar problemas de dois tipos: controle insuficiente da população de plantas daninhas, quando a dose requerida não é aplicada na sua totalidade e, no caso de excesso da dosagem, aumento do cus-

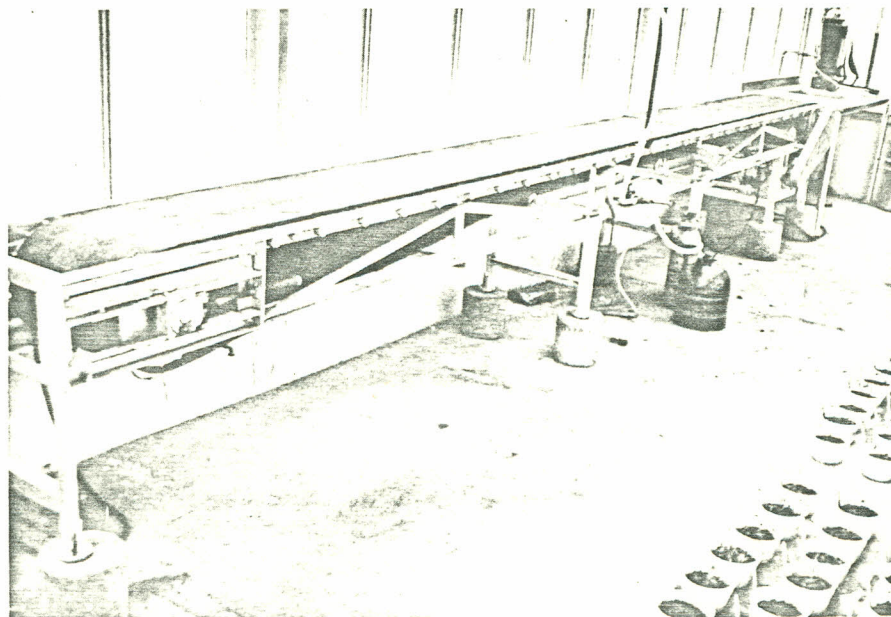


Fig. 5 – Conjunto de pulverização sobre esteira rolante para uso em casa de vegetação. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

to operacional, do risco de injúrias à cultura e dos danos ao meio ambiente. Para que tais problemas não ocorram, a calibragem do pulverizador é sempre necessária quando se aplicam herbicidas. A calibragem do pulverizador é uma operação relativamente simples e será discutida nos seguintes tópicos:

- Volume de pulverização por área;
- velocidade de pulverização;
- regulagem da barra de pulverização;
- calibragem propriamente dita;
- conservação e limpeza do pulverizador.

Volume de Pulverização por Área

Os rótulos dos herbicidas usualmente indicam a dose recomendada do herbicida de acordo com a cultura, época de aplicação e tipo de solo e, também, a quantidade de água ou outro diluente a ser aplicado por área. A escolha da vazão do pulverizador deve ser de acordo com a recomendação do fabricante do herbicida e uma vez escolhida, deve ser obtida através da escolha apropriada de bicos e da velocidade de operação do trator. Por exemplo, a troca de uma série de bicos 8006 por uma série de 8003 reduz a vazão pela metade nas mesmas condições de pressão e velocidade do pulverizador. O volume da solução ou suspensão diluente-herbicida a ser pulverizado por área varia geralmente de 200 a 450 l/ha em equipamentos terrestres e de 30 a 60 l em pulverização aérea.

Velocidade de Pulverização

Para uma determinada série de bicos, trabalhando a uma pressão fixa, a mudança na velocidade do veículo que transporta o pulverizador ocasiona uma mudança sensível na vazão por área. Por exemplo, se a velocidade do trator é reduzida de 5 km/h para 4 km/h, há um aumento de 25% na vazão. Se a velocidade é aumentada por exemplo, de 5 km/h para 6 km/h, há uma redução de 16,7% na vazão por área e assim por diante.

A velocidade de pulverização deve ser a mais uniforme possível para se obter uma pulverização uniforme e eficiente, sem causar danos às diversas partes do pulverizador. A marcha ideal é função das condições do terreno, topografia, volume que se quer pulverizar por área e também da capacidade de trabalho ou produção horária

do pulverizador. A produção horária de um pulverizador é medida em ha pulverizados/h de serviço e depende da velocidade do veículo (trator ou avião) em m/h da faixa de pulverização em metros. Depende também de um fator de campo cujo valor é estimado em 0,75 para pulverização de herbicidas. A produção horária do pulverizador é 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 tratorizado equipado com barra de 19 bicos espaçados de 50 cm, e movendo a 4000 m/h, a produção horária é:

$$P_{ha/h} = \frac{4000m/h \times 9,5m \times 0,75}{10.000 m^2} = 2,85 ha/h$$

O aumento na velocidade do trator de 4000 m/h para 5000 m/h, conforme exposto anteriormente, reduz a vazão em 20% e aumenta a produção horária em 25%. Isso representa

um melhor rendimento e menor custo de aplicação, mas um excesso de velocidade não é benéfico. Recomenda-se em geral que a velocidade de pulverização fique em torno de 5 km/h para pulverizadores terrestres e 160 km/h para aviões.

Regulagem da Barra de Pulverização

Considerando-se uma barra de pulverização equipada com bicos 8003 ou 11003, 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 na barra, um bico Teejet da série de 80 necessita estar a 48 cm de altura do alvo; nas mesmas condições um bico de 110° (Teejet 110 ou APC 110) necessita estar a 36 cm de altura do alvo. A barra de pulverização tem de ser ajustada no sentido de que os bicos sejam operados na altura requerida. A regulagem de altura deve ser feita com uma fita métrica e ajustando-se a altura com o auxílio do hidráulico do trator. Erros de pulverização, devido a desajuste da barra de pulverização, são muito comuns e devem ser corrigidos. A Figura 6 mostra alguns padrões corretos e incorretos de pulverização.

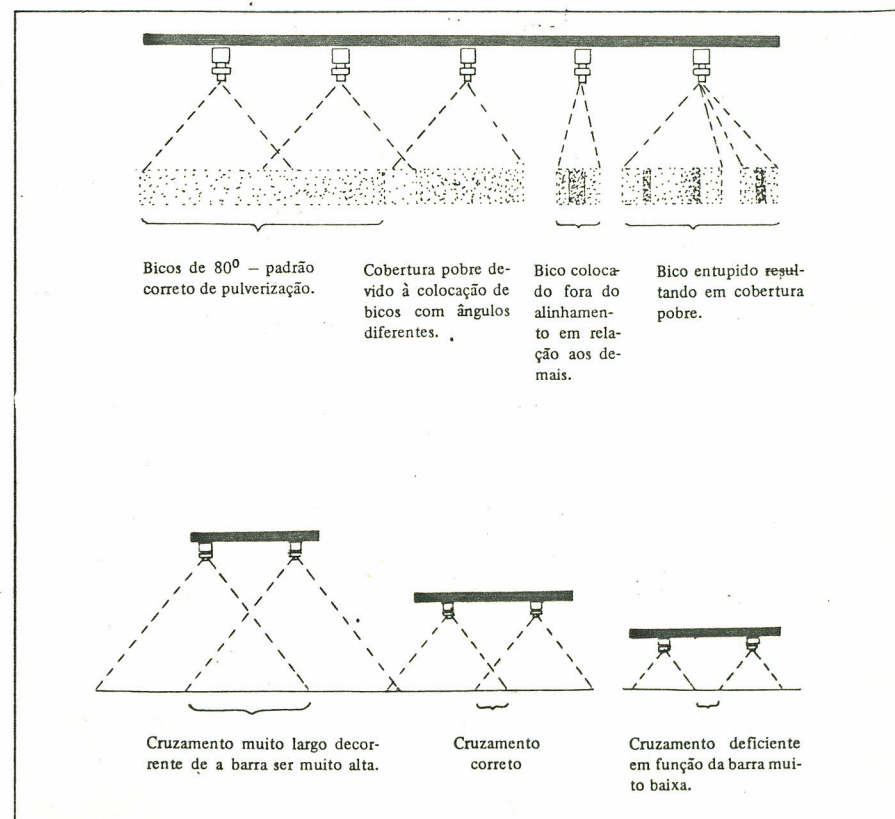


Fig. 6 — Padrões corretos e incorretos de pulverização.

Calibragem Propriamente Dita

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

a. Os bicos todos têm a mesma numeração. Ex. 8004;

b. 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;

c. os bicos estão dispostos na barra de pulverização de maneira que se justaponham. Evite o choque de leques;

d. não há vazamentos;

e. 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.).

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 mover 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 - 50m x 6m = 300m²

. Vazão por ha - 10,896 x 10.000m²/300m² = 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 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 um 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).
- BUYER'S guide. Minnesota, Hypro, s.d. 12 p. (Catalog, 20).
- EQUIPMENT and calibration: spray application guide. New York. Geigy Agricultural Chemicals, 1970. 19 p.
- HERTWIG, K. von. *Manual de herbicidas, desfolhantes, dessecantes e fitorreguladores*. São Paulo, Agrônômica Ceres, 1977. 480 p.
- MANUAL de dados. Pompéia, SP, Máquinas Agrícolas Jacto, s.d. 17 p. (Treinamento, 102).
- PULVERIZADOR de herbicidas em café. Pompéia, SP, Máquinas Agrícolas Jacto, s.d. 7 p. (Informação Técnica, 2).
- PULVERIZADORES Jacto para aplicação de herbicidas em culturas anuais. Pompéia, SP, Máquinas Agrícolas Jacto, s.d. 12 p. (Informação Técnica, 8).
- 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.
- 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*, p. 36-8, March, 1977.

Informe
Agropecuário.

Uma revista
feita com amor
à terra.