

## Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas



## **República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

## **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Luis Carlos Guedes Pinto*

Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

### **Conselho de Administração**

*Luiz Gomes de Souza*

Presidente

*Silvio Crestana*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Ernesto Paterniani*

*Hélio Tollini*

*Cláudia Assunção dos Santos Viegas*

Membros

### **Diretoria Executiva da Embrapa**

*Silvio Crestana*

Diretor-Presidente

*José Geraldo Eugênio de França*

*Kepler Euclides Filho*

*Tatiana Deane de Abreu Sá*

Diretores-Executivos

## **Embrapa Agroindústria Tropical**

*Lucas Antonio de Sousa Leite*

Chefe-Geral

*Caetano Silva Filho*

Chefe-Adjunto de Administração

*Ricardo Elesbão Alves*

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Vitor Hugo de Oliveira*

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios

ISSN 1677-1915

Dezembro, 2006

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 102***

# **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**

*Francisco Roberto de Azevedo  
Francisco das Chagas Oliveira Freire*

Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza, CE  
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria Tropical**

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici  
CEP 60511-110 Fortaleza, CE  
Caixa Postal 3761  
Fone: (85) 3299-1800  
Fax: (85) 3299-1803  
Home page: [www.cnpat.embrapa.br](http://www.cnpat.embrapa.br)  
E-mail: [negocios@cnpat.embrapa.br](mailto:negocios@cnpat.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical**

Presidente: *Francisco Marto Pinto Viana*  
Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*  
Membros: *Janice Ribeiro Lima, Andréa Hansen Oster, Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior, José Jaime Vasconcelos Cavalcanti, Afrânio Arley Teles Montenegro, Ebenézer de Oliveira Silva.*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*  
Revisor de texto: *Maria Emília de Possídio Marques*  
Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*  
Foto: *Cláudio de Norões Rocha*  
Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

**1ª edição**

1ª impressão (2006): 50 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP - Brasil. Catalogação-na-publicação

Embrapa Agroindústria Tropical

---

Azevedo, Francisco Roberto de

Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas/ Francisco Roberto de Azevedo, Francisco das Chagas Oliveira Freire - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

47 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 102).

ISSN 1677-1915

1. Defensivo agrícola. 2. Controle fitossanitário. I. Freire, Francisco das Chagas Oliveira. II. Título. III. Série.

CDD 632.95

---

© Embrapa 2006

# **Autores**

## **Francisco Roberto de Azevedo**

Eng. Agrônomo, D.Sc., Universidade Federal do Ceará,  
Campus do Cariri, Rua Coronel Antônio Luis, 1161  
Pimenta, CEP 63.105-000, Crato-CE  
E-mail: razevedo@ufc.br

## **Francisco das Chagas Oliveira Freire**

Eng. Agrônomo, Ph.D., Embrapa Agroindústria Tropical,  
Rua Dra. Sara Mesquita 2.270, Pici, CEP 60511-110,  
Fortaleza, CE  
tel.: (85) 3299-1800  
E-mail: freire@cnpat.embrapa.br

# Apresentação

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas tem por objetivo o controle de pragas, fitopatógenos e plantas invasoras que prejudicam a produção, dentre outros, de grãos, frutas, flores, plantas ornamentais e hortaliças. O domínio dessa tecnologia é fundamental para assegurar a correta aplicação, com segurança ambiental, social e humana, bem como a obtenção de resultados econômicos positivos.

Para que isso ocorra, torna-se necessário que os administradores agrícolas, engenheiros agrônomos e técnicos agrícolas envolvidos com a cadeia produtiva das culturas agrícolas conheçam bem os parâmetros relacionados com as pulverizações. Como se sabe os defensivos agrícolas se apresentam de diferentes formas: gotas, pó ou grânulos. Portanto é fundamental se saber quais os bicos adequados para cada aplicação e os métodos de calibração e aplicação dos diversos tipos de pulverizadores utilizados no campo.

Com o intuito de fornecer esses subsídios, a Embrapa Agroindústria Tropical elaborou o presente Documento Técnico que contém orientações de como aplicar corretamente os defensivos agrícolas para proteção de suas plantações.

Com essas informações, os produtores e técnicos terão condições de obter produtos agrícolas de qualidade, minimizar os teores de resíduos químicos, atendendo aos padrões exigidos para o consumo interno e a exportação.

*Lucas Antonio de Sousa Leite*

Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

# Sumário

Introdução .....	9
Defensivos Agrícolas .....	10
Alvo Biológico e Químico .....	10
Formulação dos Defensivos Agrícolas .....	12
Vias de Intoxicação .....	17
Métodos de Aplicação de Defensivos Agrícolas .....	18
Fatores Fundamentais em uma Aplicação de Defensivos .....	21
Equipamentos de Proteção Individual (E.P.I.) .....	22
Preparo e Aplicação da Calda .....	23
Fatores que Influenciam nas Pulverizações .....	25

Regulagem e Calibração de um Pulverizador de Barras .....	33
Perdas por Deriva .....	34
Perdas por Evaporação .....	37
Manutenção de Pulverizadores .....	38
Primeiros Socorros .....	38
Avanços no Desenvolvimento de Novos Equipamentos .....	39
Considerações Finais .....	44
Referências Bibliográficas .....	45



# Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas

---

*Francisco Roberto de Azevedo*

*Francisco das Chagas Oliveira Freire*

## Introdução

A produção agrícola no Brasil vem demonstrando contínuos aumentos durante os últimos anos e essa constatação é evidenciada pelo uso crescente dos defensivos agrícolas, por meio da prática do controle fitossanitário (Souza, 2001b). No entanto, o aumento nos custos desses produtos, da mão-de-obra e da energia elétrica, e a preocupação cada vez maior em relação à poluição ambiental têm realçado a necessidade de uma tecnologia mais acurada para aplicação de produtos químicos, bem como nos procedimentos e equipamentos adequados à maior proteção ao trabalhador (Azevedo, 2001).

Os defensivos agrícolas são essenciais para qualquer sistema de produção agrícola e, por serem substâncias de alto risco, devem ser empregadas de forma criteriosa. Trabalhar com esses produtos implica obediência a um conjunto de leis, de normas e de técnicas que garantam a segurança do trabalhador, a saúde do consumidor e o equilíbrio do meio ambiente (Gonçalves, 1999).

A tecnologia de aplicação consiste da aplicação de um produto químico por um equipamento adequado, de maneira que o controle do alvo biológico (praga, fitopatógeno ou planta daninha) seja efetuado com eficiência, economia e segurança. Misturas de formulações, visando a economia da aplicação terão que ser mais cuidadosas, principalmente, nas características finais resultantes desta prática, cada vez mais difundida e usada atualmente. Sabe-se que uma aplicação deverá levar em consideração a eficiência do produto, seu comportamento em

relação à cultura, ao homem e ao meio ambiente, mesmo que isto implique maiores custos no equipamento de aplicação e treinamento do aplicador (Santos, 2002).

Por isso, o sucesso do controle de pragas, fitopatógenos e plantas daninhas depende muito da qualidade da aplicação do produto químico. O produto deve exercer a sua ação sobre o organismo que se deseja controlar e qualquer quantidade do produto químico que não atinja esse alvo não terá nenhuma eficácia e se constituirá em perda (Conceição & Santiago, 2003).

No presente trabalho, os autores discutem as tecnologias adequadas de aplicação dos defensivos agrícolas. Com essas orientações, os produtores, extensionistas e demais profissionais envolvidos na produção agrícola terão condições de aplicar os produtos químicos na sua lavoura, reduzindo os prejuízos econômicos bem como os danos ao meio ambiente.

## Defensivos Agrícolas

A partir da promulgação da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, e do Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, que a regulamenta, os defensivos agrícolas passaram a ser definidos como “produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas de ecossistemas e também urbanas, hídricas e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da fauna e da flora, e de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimulantes e inibidores de crescimento” (Andrei, 2005).

## Alvo Biológico e Químico

O alvo biológico é uma entidade eleita para ser atingida, direta ou indiretamente, pelo processo de aplicação. No primeiro caso, quando se coloca o produto em contato com o alvo no momento da aplicação e, no segundo, quando se atinge o alvo posteriormente, pelo processo de redistribuição. Essa redistribuição poderá se dar por meio da translocação sistêmica, movimentação translaminar ou pelo

deslocamento superficial do depósito inicial do produto. Qualquer quantidade do produto químico que não atinja o alvo não terá eficácia, ocasionando, assim, uma perda. Assim sendo, é fundamental que se fixe com exatidão o alvo quando se aplica um defensivo agrícola (Ramos & Pio, 2003). A fixação inadequada do alvo leva invariavelmente à perda de grandes proporções, pois o produto é também aplicado sobre partes que não têm relação direta com o controle.

O alvo químico é o local onde se deve colocar o produto químico para que este exerça adequadamente sua função de controle do alvo biológico, ou seja, é a interação entre o alvo biológico e a capacidade de redistribuição desse produto na planta (Ramos, 2002).

Se considerarmos, por exemplo, o controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) na cultura do melão (*Cucumis melo*), dados da biologia dessa praga mostram que ela se localiza na página inferior das folhas da cultura. Para o controle da praga com produtos de baixa redistribuição, ou seja, que exerçam sua ação apenas no local em que forem aplicados, o alvo químico a ser considerado deverá ser, necessariamente, a página inferior das folhas, pois é lá que se encontra o alvo biológico. Todo produto atingindo a página superior das folhas, ou mesmo a haste e os ramos é considerado perda.

## Cobertura do alvo

Corresponde ao número de gotas por unidade de área, obtido na pulverização e varia de acordo com o agente a ser controlado e modo de ação do produto (Ramos & Pio, 2003):

- **Agente a ser controlado** - A cobertura para o controle de um inseto deverá ser menor do que aquela para o controle de um fungo, visto que a maioria dos insetos, por se locomoverem, terão maior chance de entrar em contato com o produto.
- **Modo de ação do produto aplicado** - A cobertura necessária para um controle eficiente utilizando-se um produto sistêmico deve ser inferior à necessária no caso de um produto de contato, já que o sistêmico se transloca dentro da planta.

## Formulação dos Defensivos Agrícolas

É a maneira de transformar um produto técnico em uma forma apropriada de uso, misturando o ingrediente ativo (i.a.) com ingredientes inertes sólidos ou líquidos a fim de que o produto final possa ser dispersado e cumprir eficientemente sua finalidade biológica, mantendo essas condições durante seu transporte e armazenamento (Matuo, 1999; Gallo et al., 2002). O ingrediente ativo pode se apresentar na forma de um líquido viscoso ou na forma de cristais, e na elaboração ou desenvolvimento de uma formulação adequada, torna-se necessário se conhecer com segurança suas principais características físico-químicas (Santos, 2002):

- **Solubilidade em água e solventes orgânicos** - Em alguns casos, o i.a. pode apresentar solubilidade nula ou ser altamente solúvel em água e, em outros casos, é preciso ser diluído em solventes orgânicos biologicamente compatíveis.
- **Ponto de fusão** - Quando o ingrediente ativo precisa ser moído para formulações pó molhável, pó seco ou suspensões concentradas, é essencial conhecer o seu ponto de fusão.
- **Estabilidade química** - O conhecimento da estabilidade química é importante e útil para definirmos qual o tipo de formulação que poderá ser desenvolvido. É o caso, por exemplo, quando o ingrediente ativo tem facilidade de se hidrolisar. Neste caso, não é seguro uma formulação caracterizada como suspensão aquosa.

Os inertes são substâncias de baixo custo, neutras e que servem para diluir o defensivo puro, para que possa ser empregado na forma de pó, funcionando, portanto, como veículo do produto. Podem ser empregados o amianto, a apatita, a areia, a argila calcinada, a atapulgita, a bentonita, a calcita, o caolim, a diatomita, os diluentes vegetais, a dolomita, o enxofre, o talco, a montmorilonita, etc. Um inerte pode ser bom para um tipo de formulação e ruim para outra. Se for higroscópico, será bom para pó molhável e ruim para o seco. Quando não é neutro, pode degradar o defensivo, podendo ocorrer fracasso no controle do alvo biológico (Gallo et al., 2002).

## Agentes auxiliares de uma formulação (inertes)

As formulações, de acordo com Santos (2002), podem receber alguns agentes auxiliares que aumentam a sua eficiência, tais como:

- **Surfactantes** - Facilita a mistura com a água e permite uma boa adesividade e absorção do ingrediente ativo pelos tecidos vegetais.
- **Agentes dispersantes** - Facilitam a dispersão dos pós nas misturas e os mantêm em suspensão, para que não ocorram formações de grumos e a compactação, causadoras de obstruções nos bicos e equipamentos de pulverização.
- **Antiespumantes** - Reduz a formação de espuma nas misturas com água, durante o processo de agitação nos equipamentos de pulverização.
- **Estabilizantes** - Evita que o ingrediente ativo se decomponha, mantendo as características de uma formulação por um longo período de armazenamento sob a ação do calor, luz e umidade.
- **Emulsionantes** - Compatibilizam o ingrediente ativo e os solventes da formulação com água. Diminuem a tensão superficial entre a gota de pulverização e a superfície aplicada, aumentando o contato entre o ingrediente ativo e o alvo desejado.

## Conseqüências da má utilização de uma formulação

Os defensivos agrícolas passam por diferentes etapas de armazenamento antes de serem utilizados no campo. Durante esse processo, eles podem sofrer os mais diferentes tipos de agressões, além dos riscos de envelhecimento. Segundo Santos (2002), as conseqüências são:

- **Formação de grumos** - O empilhamento excessivo de sacos causa o empedramento nas formulações sólidas (pó seco, pó molhável e pó para tratamento de sementes).
- **Dissociação da emulsão** - Pode ocorrer devido à qualidade da água no local da mistura ou dosificação e até mesmo pela baixa estabilidade da formulação.
- **Formação de cristais** - Ocorre nas soluções aquosas e concentrados emulsionáveis, devido à instabilidade da solução em baixas temperaturas.

- **Floculação** - Ocorre nas misturas de concentrados emulsionáveis com pós molháveis ou suspensões concentradas, normalmente quando são usadas altas concentrações das misturas ou diluições após sua mistura e deixadas em repouso por tempo prolongado. Dá-se por incompatibilidade química dos solventes ou até mesmo dos ingredientes ativos.

## Tipos de formulações

Os inseticidas, de acordo com Gallo et al. (2002), podem ser encontrados no comércio nas seguintes formulações:

- **Pó seco (P)** - É aplicado conforme vem das fábricas, não devendo ser concentrado, contendo geralmente de 1% a 10% do ingrediente ativo.
- **Pó Molhável (PM)** - O produto recebe um agente molhante (água), a fim de permitir que na mistura com água forme suspensões dotadas de grande estabilidade. O produto é aplicado em suspensão aquosa e o veículo é a água. Ela ajuda a adesão do produto na folha, mas o sólido precisa ter pequena dimensão. Essa formulação apresenta menor problema de decomposição catalítica em comparação ao pó seco, em virtude de apresentar concentração mais elevada.
- **Pó Solúvel (PS)** - O produto sólido é dissolvido em água, formando uma solução. É a formulação ideal, uma vez que a mistura é perfeita.
- **Granulado (G)** - Formulados em pequenos grânulos, onde o ingrediente ativo está associado ao inerte. São empregados comumente para controle de pragas de solo e pragas sugadoras da parte aérea das plantas, por meio dos sistêmicos granulados, pois eles são absorvidos pelas raízes e translocados para os brotos, folhas e frutos. São formulados para os seguintes fins:

**Isca formicida** - Para saúvas e quenquéns, possuindo uma baixa concentração do inseticida. As iscas podem ser de bagaço de laranja, farinha de mandioca, etc.

**Inseticida de solo** - Usado em concentração máxima de 10% devido a baixa  $DL_{50}$  do produto.

**Tratamento de plantas** - A cana-de-açúcar e o milho podem receber granulados para controle de certas pragas em sua parte aérea, pois os grânulos ficam retidos nas axilas das folhas.

- **Concentrado Emulsionável (CE)** - O produto é dissolvido em determinados solventes, em concentrações geralmente elevadas, adicionados a substâncias emulsificantes. Em mistura com água formam emulsões, geralmente de aspecto leitoso.
- **Soluções concentradas (SC)** - Existem dois tipos.

Para diluição em água ou óleo – diversos inseticidas sistêmicos são soluções para diluição em água. Os produtos para diluição em óleo, geralmente, são herbicidas.

Soluções em Ultra Baixo Volume – o produto é oleoso e exige aparelhamento especial para sua aplicação. A economia de mão-de-obra é grande, pois o inseticida é aplicado em alta concentração, usando-se no máximo 8 L/ha. Ex: malation, fenitrothion, clorpirifós, dimetoato, carbaril, etc.

Mais recentemente, surgiu a formulação eletrostática, conhecida por formulação ED que consiste na aplicação de produtos com pulverizadores especiais cujas formulações em óleo recebem cargas elétricas ao serem pulverizadas no alvo desejado. O volume a ser aplicado varia de 0,2 a 2,0 L/ha e o produto vem acondicionado em recipiente próprio, descartável (*bozzle*), com um bico que permite a vazão predeterminada. As gotículas pulverizadas, dotadas de carga elétrica contrária a das folhas, são atraídas por elas e fixam-se sem perda no solo. As gotículas atingem, inclusive, a página inferior das folhas.

- **Aerossóis** - Os inseticidas recebem solventes altamente voláteis que em contato com o meio ambiente, evaporam-se, deixando os inseticidas em suspensão no ar, na forma de finíssimas partículas.
- **Gasosos** - Os inseticidas são encontrados na forma líquida ou sólida, dentro de embalagens hermeticamente fechadas e quando entram em contato com o ar, transformam-se em um gás fumigante. É utilizado para controlar pragas de solo e de grãos armazenados. Ex: Fosfina.
- **Suspensão líquida (F)** - Formulação de ingrediente ativo sob a forma de uma dispersão de partículas sólidas micronizadas, em meio líquido, para uso no campo após diluição em veículo líquido, que pode ser água ou uma emulsão de óleo em água. Ex: Carbofuran 350F.

- **Pastas** - A forma de pasta para ser aplicada sobre as partes vegetais. É o caso da fosfina em pasta, utilizado para controle de coleobrocas em fruteiras. É encontrado no comércio em bisnagas. A pasta bordalesa, para a proteção de ferimentos e cortes, também se enquadra nessa categoria.
- **Microencapsulada** - O inseticida é envolvido por uma parede fina e porosa de um material do grupo dos polímeros (microcápsula) que permite a liberação mais lenta do produto com maior segurança para o aplicador. Reduz a volatilização, a fitotoxicidade e a degradação ambiental. Um exemplo é o produto "Penn-cap-M", existente no mercado americano, que contém microcápsulas de 30 a 50  $\mu\text{m}$  de metilparation. Após aplicação, o ingrediente ativo é liberado lentamente por permeação da parede da cápsula (Souza, 2001a).

## Qualidades de uma formulação

Para que uma formulação possa ser eficiente no controle do alvo biológico é preciso apresentar algumas qualidades físico-químicas como as apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Qualidades de uma formulação a serem consideradas mais adequadas para o uso em culturas agrícolas (Santos, 2002).

Formulação	Necessidades
Pó Molhável (PM)	Boa suspensibilidade e dispersão em água Boa granulação e partículas muito pequenas O pó deve misturar-se rapidamente com a água Pequena formação de espuma
Concentrado Emulsionável (CE)	Emulsificação espontânea em água, resultando uma emulsão estável e homogênea, com aspecto leitoso
Pó Solúvel (PS)	Dissociação rápida e formação de uma solução aquosa sem resíduos

Continua...



**Tabela 1.** Continuação.

<b>Formulação</b>	<b>Necessidades</b>
Concentrado Solúvel (CS)	Formação de uma solução límpida em água Formação homogênea para a aplicação em diluição em água, sob a forma de solução verdadeira dos ingredientes ativos
Suspensão Concentrada (SC)	Dispersão espontânea em mistura com água Suspensão estável do ingrediente ativo
Pós Secos (P)	Boas propriedades para polvilhamento com boa fluidez e sem grumos
Grânulos e microgrânulos (GR)	Boa fluidez sem formação de pó Liberação rápida do ingrediente ativo em presença de água Diâmetro das partículas devem ser o mais uniforme possível
Ultra Baixo Volume (UBV)	Baixa volatilidade Baixa viscosidade Não deve conter substâncias sólidas em suspensão.

## Vias de Intoxicação

De acordo com Meirelles et al. (1991), existem três vias de entrada de defensivos agrícolas no organismo humano:

- **Via dérmica** - É a via de entrada mais importante na maioria das atividades de trabalho na agricultura, assim como, a mais freqüente e ocorre não somente pelo contato direto com os produtos, mas também pelo uso de roupas contaminadas ou pela exposição contínua à névoa do produto, formada no momento da aplicação. Nos dias quentes do ano, os cuidados devem ser dobrados, pois a transpiração do corpo aumenta a absorção pela pele. O produto também pode entrar via ferimentos no corpo do aplicador.

- **Via oral** - É a penetração do produto pela boca. Pode ocorrer durante o trabalho, quando o aplicador come, bebe ou fuma enquanto manipula os produtos ou por práticas erradas na execução do trabalho. Ocorre também a qualquer hora, quando alguém ingere bebida de algum recipiente contendo defensivo químico ou quando bebe alguma solução de defensivo confundido com algum outro tipo de líquido.
- **Via respiratória** - O produto penetra quando o aplicador respira sem a utilização de máscaras. O indivíduo pode inspirar vapores, gotas minúsculas da pulverização, partículas minúsculas do pó em suspensão no ar e gases. Apenas as partículas minúsculas atingem os pulmões, mas as partículas maiores podem penetrar pelas narinas, daí para a garganta e serem engolidas em seguida.

## Métodos de Aplicação de Defensivos Agrícolas

Os métodos de aplicação em uso atualmente podem ser agrupados em aplicações por via sólida, líquida ou gasosa, de acordo com o estado físico do material a ser aplicado. Dentre esses, o método predominante é aquele que usa a água como diluente. Entretanto, em algumas condições, as dificuldades na obtenção e no transporte de água podem conduzir à adoção de alternativas, como a aplicação por via líquida sem o uso de água ou aplicações por via sólida. A aplicação por via gasosa é bastante restrita, devido às dificuldades associadas ao processo (Ramos & Pio, 2003).

As principais vias de aplicação dos defensivos agrícolas podem ser assim descritas (Christofoletti, 1992 e Ramos & Pio, 2003):

### Aplicação via sólida

Uma das principais vantagens da aplicação por via sólida é a não utilização da água, o que dispensa diluição pelo usuário. Nessas aplicações, as formulações estão prontas para o uso em concentração adequada para o campo. Entretanto, o transporte de grandes quantidades de materiais inertes sólidos, que integram a formulação, faz aumentar substancialmente o custo da unidade do ingrediente ativo. Os métodos empregados são:

- **Polvilhamento** - São aplicados na forma de pó seco, por meio de polvilhadeiras manuais, costal motorizadas, tratorizadas ou por avião. Uma ventoinha gera

uma corrente de ar, sobre a qual é lançado o pó (40  $\mu\text{m}$ ) proveniente de um depósito, munido de um regulador de vazão, e é lançado na direção do alvo. Os polvilhamentos devem ser realizados na ausência de ventos fortes e de movimento de convecção de ar, preferencialmente nas primeiras horas da manhã ou ao entardecer. A umidade foliar, o orvalho ou a neblina fina favorecem a adesividade dos pós. Em geral, os dias nublados e sem ventos são apropriados para os polvilhamentos.

- **Aplicação de grânulos** - Os produtos são aplicados por meio de granuladeiras manuais (garrafa, matraca, costal), tração animal, trator ou por avião. O escoamento dos grânulos se dá por gravidade, sendo que o controle da vazão é feito por um dispositivo que aumente ou diminua a passagem em um tipo de funil. Os produtos granulados se apresentam na forma de partículas relativamente grandes, entre 250 e 500  $\mu\text{m}$ , ou maiores. São formados por grânulos de inerte impregnados com o ingrediente ativo. Eles podem ser aplicados na parte aérea da planta (cartucho ou bainha foliar) ou no solo (semeadura ou pós-emergência).

## **Aplicação via líquida**

### ***Pulverizadores***

Existe uma grande diversidade de máquinas pulverizadoras que podem ser agrupadas de acordo com o sistema de pulverização do líquido, ou seja, pelo sistema que se utiliza para que uma massa líquida seja transformada em pequenas gotas, dependendo do tipo de bicos. São classificados de acordo com a forma de energia utilizada:

- **Hidráulicos (Pulverizador)** - São máquinas nas quais o líquido é bombeado sob pressão para o bico e parte-se ao ser lançado ao ar, por descompressão. Pode ser manual costal, tratorizado (barra, pistola, jato dirigido ou auxiliado por ar) ou avião.
- **Pneumáticos (Atomizador)** - Consiste em injetar uma pequena quantidade de calda com inseticida em uma corrente de ar. O fluxo de ar é gerado por um ventilador de rotor radial (centrífugo) e normalmente no final do tubo condutor (bico) há uma diminuição do diâmetro à semelhança de um “venturi” que, além de aumentar a velocidade do ar, causa uma pressão negativa, que succiona o líquido do tanque para esse ponto onde é injetado e quebrado em gotas. O fluxo de ar serve também para carregar e orientar as gotas formadas em direção

ao alvo. As gotas formadas têm um diâmetro de 90 a 100  $\mu\text{m}$ . A vazão situa-se entre 10 e 15 L/ha, quando diluído em água, e de 2 a 10 L/ha, quando o inseticida é formulado em óleo para UBV. São usados em culturas arbustivas nas quais o efeito da corrente de ar serve para aumentar a penetração e coberturas nas folhas internas da copa. Pode ser motorizado, costal, ou tratorizado canhão.

- **Centrífugos (ULVA)** - Consiste em deixar cair uma pequena quantidade de líquido sobre um disco ou gaiola (cilindro) que gira a uma grande velocidade fracionando o líquido em gotas de 60 a 70  $\mu\text{m}$ . A vazão desses aparelhos é de 0,5 a 2,0 L/ha. A obtenção de gotas com um diâmetro controlado dentro de certos limites é conseguido com o uso de discos rotativos denominados CDA (aplicação de gotas controladas). O tamanho das partículas pode ser ajustado pela rotação dos mesmos. A pulverização é feita pela sobreposição de faixas em culturas anuais e em linhas individuais em culturas perenes. Pode ser manual, motorizado costal, tratorizado ou avião.
- **Eletrostáticos (Electrodyn)** - Apresenta no local de saída do líquido um ponto de descarga elétrica de corrente de alta voltagem de aproximadamente 20 mil volts. O líquido devido à alta tensão e ao intenso campo elétrico gerado, sai sob a forma de filamentos e se rompe em pequenas gotas carregadas positivamente que são atraídas pelas plantas (negativas) ou objetos mais próximos. A vazão é de 0,2 a 2,0 L/ha, dependendo do bico e velocidade do aplicador.
- **Térmicos (Nebulizador)** - O fluido de arraste é um gás quente, proveniente da combustão do óleo diesel. Produz partículas que giram em torno de 15 a 50  $\mu\text{m}$ . É utilizado em ambientes fechados como residências, armazéns e formigueiros de saúvas. É também usado em florestas, sendo comum em seringais. Esse tamanho de gotas permite que o produto fique em suspensão no ar por algum tempo.

## Aplicação via gasosa (Fumigação)

O produto preparado na forma sólida (pastilhas ou pasta) ou líquida, ao entrar em contato com o ar volatiliza, liberando um gás fumigante. Os produtos mais utilizados são o fosfeto de alumínio ou fosfina e o brometo de metila (atualmente com a comercialização proibida).

## Fatores Fundamentais em uma Aplicação de Defensivos

O sucesso da aplicação não depende somente de um bom equipamento e do defensivo usado de forma correta. Depende também de fatores a serem considerados no campo, com orientação especializada. Quatro são os fatores a serem considerados como fundamentais para se obter pleno êxito na preservação das colheitas, mediante a neutralização do ataque de pragas e fitopatógenos e anulando a competição por parte das plantas daninhas (Lobo Júnior & Ozeki, 2002):

### Época adequada de aplicação

Consiste em escolher o momento ideal para a aplicação de um defensivo, em razão das características do produto e das condições do campo, tais como:

- Nível de infestação das pragas, patógenos ou plantas daninhas.
- Estágio de infecção das doenças.
- Estágio de desenvolvimento das plantas daninhas.
- Condições climáticas.

### Boa cobertura

Uma boa cobertura consiste em atingir o alvo biológico com uma boa uniformidade de distribuição, evitando sobreposições e faixas sem aplicação.

### Dosagem correta

Fator indispensável na aplicação de qualquer defensivo. A manutenção da dose certa em todo o processo assegura economia. A dose excessiva, além de provocar danos à cultura pela fitotoxicidade, naturalmente eleva os custos. A dose correta assegura maior eficiência no controle, inclusive com a garantia de efeito residual do produto.

### Segurança na aplicação

Durante a aplicação de um defensivo, qualquer que seja sua classe toxicológica, todas as precauções devem ser tomadas para que não haja intoxicação do aplicador, cuidando-se para que o meio ambiente seja preservado.

## Equipamentos de Proteção Individual (E.P.I.)

Os EPI's são vestimentas de trabalho que visam proteger a saúde do trabalhador rural que utiliza os defensivos agrícolas, reduzindo os riscos de intoxicações decorrentes da exposição. O risco de intoxicação é definido como a probabilidade estatística de uma substância química causar efeito tóxico. Portanto, é uma função da toxicidade do produto e da exposição. A toxicidade é a capacidade potencial de uma substância causar efeito adverso à saúde. Todas as substâncias são consideradas tóxicas, e a toxicidade depende, basicamente, da dose e da sensibilidade do organismo exposto. Quanto menor a dose de um produto capaz de causar um efeito adverso, mais tóxico é o produto. Como o usuário não pode alterar a toxicidade do produto, a única maneira concreta de reduzir o risco é diminuir a exposição, obtida pela utilização dos EPI's (Iwami et al, 2001).

### Principais EPI's

- **Luvas** - Protegem as mãos da contaminação dérmica. Existem vários tipos no mercado, mas, de modo geral, recomenda-se a aquisição das luvas nitrílica ou neoprene, as quais podem ser utilizadas com qualquer tipo de formulação.
- **Respiradores** - Evita a inalação de vapores orgânicos, névoas ou finas partículas tóxicas por meio das vias respiratórias. Existem os respiradores descartáveis e os com filtros especiais para reposição.
- **Viseira facial** - Protege os olhos e o rosto contra respingos durante o manuseio e a aplicação. Deve ser transparente e não distorcer a imagem, assim como, o suporte deve permitir que a viseira não fique em contato com o rosto do aplicador. Ela deve proporcionar conforto ao usuário e permitir o uso simultâneo do respirador, quando for necessário.
- **Jaleco e calça hidro-repelente** - São apropriados para proteger o corpo dos respingos do produto formulado e não para conter exposições extremamente acentuadas ou jatos dirigidos. O tecido de algodão com tratamento hidro-repelente ajuda a evitar o molhamento e a passagem do produto tóxico para o interior da roupa sem impedir a transpiração, tornando o equipamento confortável. Esses podem resistir a até 30 lavagens, se manuseados de forma correta. Os tecidos devem ser preferencialmente claros, para reduzir a absorção de calor, além de ser de fácil lavagem, para permitir a sua reutilização.

- **Jaleco e calça em não-tecido** - O tipo Tyvek, além da hidro-repelência, oferece impermeabilidade e maior resistência mecânica às névoas e às partículas sólidas. No entanto, apresentam durabilidade limitada e não devem ser utilizados quando danificados.
- **Boné árabe** - Confeccionado em tecido de algodão tratado para tornar-se hidro-repelente. Protege o couro cabeludo e o pescoço contra respingos.
- **Capuz ou touca** - peça integrante de jalecos ou macacões, podendo ser em tecido de algodão tratado para tornarem-se hidro-repelentes ou em tecido não-tecido. Substituem o boné árabe na proteção do couro cabeludo.
- **Avental** - Produzido com material resistente a solventes orgânicos (PVC), aumenta a proteção do aplicador contra respingos de produtos concentrados durante a preparação da calda ou de eventuais vazamentos de equipamentos de aplicação costal.
- **Botas** - Devem ser preferencialmente de cano alto e resistente aos solventes orgânicos. Sua função é a proteção dos pés.

## Preparo e Aplicação da Calda

O preparo da calda pode ser realizado pela adição direta do produto no tanque (quando são utilizados produtos na formulação líquida) ou pela pré-mistura (para produtos na formulação de pó molhável). É considerada a atividade de maior risco, pois o usuário irá manipular o produto puro, altamente concentrado (Conceição & Santiago, 2003). De acordo com os autores, os cuidados devem ser tomados antes, durante e após a aplicação dos defensivos agrícolas:

### Antes das aplicações

- No transporte, evitar a contaminação do ambiente e verificar as condições das embalagens.
- Armazenar os produtos longe das habitações, evitar colocar os produtos químicos junto a sacarias de alimentos ou adubos e impedir o acesso de crianças, animais ou pessoas estranhas, ao depósito.

## Durante as aplicações

- Ler o rótulo do produto a ser preparado e seguir corretamente as suas instruções.
- Abrir cuidadosamente a embalagem. Caso ela esteja lacrada, romper o lacre.
- Escolher um local adequado para realizar a operação, com bastante ventilação, longe de casas, crianças e animais. De preferência, utilizar uma bancada próxima do local de pulverização.
- Colocar os Equipamentos de Proteção Individual (calça, jaleco, avental, bota impermeável, respirador, viseira, boné árabe e luvas).
- No caso de formulações líquidas, utilizar um copo medidor e colocar a dose de acordo com a receita agrônômica. Quando a formulação do produto for pó molhável/solúvel, fazer uma mistura prévia no balde com água e, em seguida, despejar no pulverizador, com cuidado.
- Ao esvaziar embalagens rígidas (plásticas, metálicas e de vidro), de produtos que são diluídos em água, proceder a tríplice lavagem.
- Fechar completamente as embalagens dos produtos.
- Realizar a lavagem dos utensílios utilizados, pelo menos três vezes, colocando a calda dentro do pulverizador.
- Encher o tanque até o nível recomendado. Fechar bem a tampa do pulverizador e certificar-se de que não há vazamentos.
- Antes de deixar o local de preparo da calda, verificar se não há embalagens de produtos, restos de calda ou utensílios contaminados por produto tóxico.
- Se ocorrer contaminação, lavar imediatamente com sabão.
- Juntar o material após o preparo da calda, como copo medidor, balde, panos, balanças, água e sabão. Nunca utilizar esse material em outras atividades.
- Calibrar o equipamento de aplicação, colocando apenas água no tanque.
- Seguir rigorosamente as dosagens recomendadas pelo técnico responsável.



- Aplicar o produto levando em consideração:
  - Evitar contaminação do meio ambiente.
  - Não desentupir o bico do equipamento com a boca.
  - Estar sempre acompanhado quando aplicar defensivos muito tóxicos.
  - Não fazer aplicações contra o vento.
  - Aplicar nas horas mais frescas do dia.
  - Não beber, fumar ou comer durante as aplicações.

## **Após as aplicações**

- Caso sobre calda após as aplicações, diluir e aplicar em carreadores e bordaduras.
- Lavar o pulverizador com água.
- Realizar a tríplice lavagem e levar as embalagens vazias perfuradas até o depósito.
- Tomar banho com água fria e sabão e trocar de roupa.

## **Fatores que Influenciam nas Pulverizações**

A pulverização é um processo físico-mecânico de transformação de uma substância sólida ou líquida em partículas ou gotas as mais uniformes e homogêneas possíveis. Ela pode ser influenciada pelo tipo de bico, volume de aplicação e fatores climáticos (Santos, 2002; Ramos & Pio, 2003):

### **Tipo e característica dos bicos de pulverização**

O bico é o conjunto completo composto de corpo, capa, filtro, ponta ou ponta e difusor, fixado ou em uso em qualquer que seja o equipamento de pulverização utilizado ou referenciado. Ele representa a parte mais importante do pulverizador. As pontas dos bicos devem produzir gotas as mais homogêneas possíveis e

apresentar, quando em operação, uma distribuição uniforme e precisa do volume escolhido ou desejado. Bicos com pontas desgastadas, irregulares ou inadequadas são responsáveis por perdas de até 50% do produto ou da pulverização, ocasionando gastos com reaplicações, descrédito do produto, falsos conceitos ou conclusões de resistência das plantas ao produto, além de poluição e agressões ao meio ambiente. Inúmeros fatores podem ser responsabilizados pela grande maioria dos casos de insucesso ou da baixa eficiência dos defensivos agrícolas nos mais diferentes tipos de cultivos, regiões e de alvo visado. Dentre esses fatores podem ser relacionados: 1) a grande variedade de bicos e pontas de pulverização disponíveis no mercado em relação ao tipo e diâmetro variado de orifícios, permitindo a aplicação dos mais variados volumes de pulverização e padrões de gotas; 2) o pouco conhecimento dos fundamentos da tecnologia de aplicação moderna e eficiente e a grande influência de conceitos tradicionais e arraigados entre usuários e técnicos.

### ***Tipos de bicos***

- **Bico de jato cônico** - Os bicos de jato cônico ainda são de uso muito comum dentre os bicos hidráulicos, sendo os de cone vazio os predominantes. A deposição de gotas concentra-se somente na periferia do cone, não havendo gotas no centro. Já nos de cone cheio, as gotas atingem o centro da pulverização. Eles podem ser ainda da série X e da série D. A capa e o corpo são comuns para todos os bicos da marca. Nos bicos da série D, o filtro é de ranhuras e não de malhas, como nos demais. O difusor (também conhecido como caracol, espiral, core, etc), serve para proporcionar movimento helicoidal ao jato líquido que por ele passa. Após iniciar esse movimento, o líquido passa por um orifício circular do disco, abrindo-se em um cone. O difusor recebe numerações como 13, 23, 25, 45 etc. O primeiro algarismo indica o número de abertura e o segundo, o tamanho da abertura. O disco recebe numerações de D2, D4, D5, etc., indicando o diâmetro do orifício. Da combinação difusor-disco resulta a identificação do bico. Nos bicos jacto, o difusor é identificado por meio do número de furos: o difusor 1 possui um furo, o difusor 2 dois furos. O disco jacto pode ser 10 ou 14, sendo esses números também indicadores do diâmetro do orifício (1,0 mm e 1,4 mm, respectivamente). A identificação do bico jacto é feita assim: JD14-1 (disco 14, difusor de um furo).

Os bicos cônicos trabalham a pressões acima de 4 bar (60 lb/pol<sup>2</sup>), podendo, conforme o bico, suportar até 20 bar (300 lb/pol<sup>2</sup>). Tecnicamente, não é recomendável trabalhar com pressões maiores que 10 a 15 bar (150 a 225 psi).

Cada fabricante possui tabela de vazão do bico que fabrica.

Os bicos da série X são normalmente usados para menores vazões e gotas muito pequenas. Uma ponta X1 pode aplicar 3,785 litros em uma hora, se estiver a 40 psi.

- **Bico de jato leque de impacto** - Nesse tipo de bico, o jato líquido bate em um plano inclinado e abre-se em forma de leque. Eles operam com pressões muito baixas, a partir de 0,7 bar. Normalmente, são de alta vazão e produzem gotas grandes, porém as utilizações desses bicos de impacto de baixa vazão produzem gotas relativamente pequenas (TK 0,5). O padrão de deposição dos bicos não é muito regular e por isso, a sua utilização em barras apresenta problemas de sobreposição, tornando a deposição bastante irregular.

Os bicos de impacto de alta vazão, utilizados dentro das especificações (10 a 20 psi), produzem gotas grandes, evitando o problema de deriva. No entanto, observa-se, na prática, que os bicos estão sendo utilizados a pressões muito superiores às recomendadas e, nessas condições, o bico de impacto gera muitas gotas pequenas, sujeitas à deriva.

A Spraying Systems lançou o Turbo Floodjet TF-VS, que produz gotas maiores que as defletoras normais, abrindo um ângulo de 130° e com um perfil de deposição elíptico, largo e afinado, ideal para barras de aplicação em área total, com excelente distribuição e baixo coeficiente de variação ao longo da barra.

Os bicos da série Floodjet da Spraying Systems são designados pelas letras TK seguidas de um número. O número indica a vazão do bico a 10psi. No caso, TK-2 significa que a vazão à pressão de 10 psi é de 0,2 galão/minuto.

- **Bico de jato leque** - Produz jato em um só plano e é indicado para aplicação no solo de herbicidas de pré-emergência, inseticidas e fungicidas. Podem ser de deposição contínua, quando a distribuição do líquido na faixa de deposição é uniforme, e de deposição descontínua, quando a deposição é maior no centro da faixa, decrescendo sistematicamente para os bordos. O bico de deposição contínuo conhecido como bico "Even" é indicado para aplicações em faixa, sem haver superposição com os bicos vizinhos. O bico de deposição descontínua é recomendado para ser usado em série, montado em barra, sobrepondo-se o jato com os bicos vizinhos.

### ***Tamanho das gotas dos bicos***

As gotas de pulverização são geradas e liberadas pelos bicos de pulverização. Esse processo resulta da “explosão” rápida e violenta de um fluxo líquido sob pressão via orifício calibrado, gerando uma grande quantidade de gotas de diâmetros variados, pesos diferenciados e trajetórias e velocidades diferentes entre si, sob maior ou menor influência meteorológica ambiental, refletindo-se em uma maior ou menor coleta das gotas pelo alvo a ser atingido. A posição do alvo poderá ou não facilitar a deposição das gotas em superfícies imediatamente abaixo do ponto de geração ou serem desviadas a grandes distâncias ou desaparecerem completamente. Gotas finas ou mais leves se depositam melhor e mais facilmente nos alvos ou superfícies de deposição verticais e estreitas. Penetram melhor dentro das culturas. No entanto, são mais sujeitas a deriva mais longas e a perdas por evaporação. Gotas grossas ou mais pesadas se depositam melhor, nas áreas mais largas e posicionadas mais horizontalmente, possuem facilidade de deposição na parte externa das plantas e grande dificuldade de penetração dentro das culturas e menor perda por evaporação, porém, com grandes riscos de perdas por escorrimento.

Portanto, a escolha do bico que produza uma gota de tamanho adequado ao produto a ser utilizado e ao alvo a ser atingido é fundamental. Os catálogos dos fabricantes de bicos devem informar o tipo de pulverização gerado pelos bicos (muito fina, fina, média, grossa, muito grossa), para se poder avaliar o grau de risco de deriva e evaporação.

### ***Aspectos físicos das gotas geradas pelos bicos***

Todo processo de pulverização gera gotas de diferentes diâmetros. Com isso, fica difícil avaliar o volume do produto distribuído ou recebido por um alvo. Para atenuar esse problema, costuma-se utilizar duas referências de avaliação da efetividade da pulverização. O DMV (Diâmetro Mediano Volumétrico) é o número que define, por meio do diâmetro das gotas, que 50% do volume pulverizado está representado por gotas maiores do que o número referenciado e que os outros 50% por gotas menores. O DMN (Diâmetro Mediano Numérico) é o número que divide igualmente, sem referenciar o volume, as gotas de pulverização em 50% abaixo daquele número e os outros 50% acima. Uma excelente pulverização ocorre quando a relação DMV/DMN se aproxima de 1.

Na prática, utiliza-se a quantidade de gotas/cm<sup>2</sup> recebidas e depositadas em coletores especiais, posicionadas sobre o alvo desejado e observadas através de

lupa de 10x. Esses coletores são numerados, dispostos ao longo da faixa de deposição prevista para o pulverizador que está sendo usado. Contam-se as gotas em quatro campos, ao acaso, por posição, e calcula-se a média. Com esses dados confecciona-se um gráfico, onde o eixo vertical representa o número de gotas obtidas e o eixo horizontal as posições numeradas de cada coletor. Pode-se observar as posições com maior ou menor quantidade de gotas e se a média de gotas depositadas está dentro dos parâmetros descritos na Tabela 2, ou em que ponto está ocorrendo o problema, associando-o ao equipamento ou aos bicos de pulverização e, com isso efetuar a correção necessária.

**Tabela 2.** Relação comparativa entre diâmetro, número e velocidade de queda das gotas de pulverização. (Santos, 2002).

Tamanho da gota ( $\mu$ )	Número de gotas/cm <sup>2</sup>	Velocidade de queda m/min
60	176	6,30
80	74	11,00
100	38	16,70
110	28	16,88
150	10	23,00
200	5	32,40

### ***Classes de pulverização***

A determinação do tamanho das gotas é fundamental para se enquadrar a pulverização dentro das classes: muito fina, fina, média, grossa e muito grossa. Os bicos devem ser enquadrados nessas classes e as recomendações de seus usos são estabelecidas segundo a classificação. Um bom catálogo de bicos traz sempre a classificação deles nas diferentes condições de uso (Tabela 3).

**Tabela 3.** Classes da pulverização de acordo com o tamanho das gotas (Ramos & Pio, 2003).

Classificação	Vmd ( $\mu\text{m}$ )
Pulverização grossa	> 500
Pulverização média	200 - 500
Pulverização fina	100 -200
Pulverização muito fina	30 -100
Aerossol	< 30

### ***Desgaste e substituição dos componentes dos bicos***

A substituição dos bicos de pulverização deve ser efetuada quando eles se encontram bastante desgastados, levando-se em consideração a diversidade de materiais ou componentes fabricados, usos e cuidados operacionais, grau de conhecimento pelos operadores dos pulverizadores e qualidade das águas utilizadas nas diluições. O uso de prego, arame e outros materiais pontiagudos, utilizados para a limpeza ou desobstrução dos orifícios, causa alterações e quebras, ocasionando perdas, geração e má distribuição das gotas, resultando em custos maiores e baixa ou nenhuma eficiência do produto aplicado. A avaliação e a determinação na troca ou substituição das pontas de pulverização deverão ser regidas pela avaliação periódica da vazão de cada ponta ou bico e sua comparação com a apresentada pelas tabelas dos fabricantes. Variações dentro da faixa de 10%, em relação ao valor da tabela, são aceitáveis. Acima desses valores, justifica-se a substituição, pois, a diferença entre a dose recomendada e a aplicada implicará custos muito mais altos do que o valor unitário da própria ponta de pulverização.

### **Volume de pulverização a ser utilizado**

O volume de pulverização é o maior responsável pelos maus resultados ou desempenhos inferiores aos esperados na utilização dos defensivos agrícolas nos diferentes cultivos. O volume excessivo gera gotas grossas; baixa penetração na cultura; grande escorrimento do produto nas folhas; perda de produto e de parte

da pulverização; má distribuição do produto na planta e baixo ou mau controle do alvo desejado. O volume baixo gera gotas finas; maior risco e ocorrência de deriva prolongada; grande perda por evaporação e baixo ou nenhum controle do alvo desejado. O volume ideal é aquele que gera gotas corretas e adequadas; boa deposição sobre as plantas; excelente penetração das gotas dentro das plantas; alta eficiência, efeito mais rápido do produto, maior economia de produto, maior rendimento dos equipamentos e baixa ou nenhuma necessidade de reaplicações.

## **Fatores climáticos**

As gotas de pulverização, após serem geradas pelos bicos dos pulverizadores em processo de queda até o alvo biológico a ser atingido, são influenciadas por três fatores climáticos:

### ***Umidade relativa do ar***

A velocidade de evaporação de uma gota aquosa pode ser reduzida ou aumentada em razão da maior ou menor porcentagem de umidade do ar, influenciando diretamente no rendimento operacional do equipamento. Em baixa umidade, a gota ao ser liberada pelo processo de pulverização perde líquido e peso pela evaporação, tornando-se cada vez mais leve, podendo ser arrastada ou desviada de sua trajetória inicial e prevista, chegando a ponto de secar completamente sem atingir o alvo biológico. A umidade mínima deve estar em torno de 50-55%.

### ***Velocidade e direção dos ventos***

A influência negativa dos ventos está diretamente relacionada com a velocidade com que uma gota aquosa perde peso ou permanece mais tempo em suspensão no ar. Quando se tem uma calmaria total (vento = 0 m/s), pode ocorrer a formação e a ocorrência da inversão térmica. Essa condição causa a formação de uma camada de ar mais quente e próxima ao solo, sendo retida por uma camada superior mais fria. Isso é percebido quando se nota partículas de fumaça, poeira e mesmo da pulverização suspensa durante muito tempo no ar. Nesse caso, as partículas do produto não conseguem se depositar em quantidade e no local escolhido, reduzindo ou tornando ineficiente a ação dos produtos e contribuindo para riscos de danos ao ambiente ou em alvos não desejados. Portanto, aplicações sem vento, são tão prejudiciais como aquelas, efetuadas com velocidades de ventos acima de 10 km/h. A condição mais segura para se pulverizar é com um vento constante de 3,2 a 6,5 km/h, que corresponde a uma brisa leve caracterizada pelo vento perceptível na face, mas capaz de movimentar apenas levemente as folhas. Na prática, pode-se utilizar a Tabela 4 como referência de pulverização.

**Tabela 4.** Determinação prática da velocidade do vento para pulverizações.

Velocidade do ar aproximadamente na altura do bico	Escala Beaufort (à altura de 10 m)	Descrição	Sinais visíveis	Pulverização
Menos que 2km/h	Força 0	Calmo	Fumaça sobe verticalmente	Pulverização não recomendável
2,0 - 3,2 km/h	Força 1	Quase calmo	A fumaça é inclinada	Pulverização não é recomendada
3,2 - 6,5 km/h	Força 2	Brisa leve	As folhas oscilam. Sente-se o vento na face	Ideal para pulverização
6,5 - 9,6 km/h	Força 3	Vento leve	Folhas e ramos finos em constante movimento	Evitar pulverização de herbicidas
9,6 - 14,5 km/h	Força 4	Vento moderado	Movimento de galhos. Poeira e pedaços de papel são levantados	Impróprio para pulverização

Fonte: Adaptado de Zeneca (1998).

## Temperatura

Temperaturas muito altas promovem a evaporação rápida da umidade das plantas e do solo, causando a formação de correntes térmicas ascendentes, prejudicando também a deposição adequada das gotas, as quais serão freadas em sua queda e mantidas em suspensão durante muito tempo, ou arrastadas pelos ventos e correntes, antes de atingirem o alvo, devido à formação de “bolsões” ou “almofadas” térmicas. Temperaturas abaixo de 15°C diminuem a atividade fisiológica das plantas, reduzindo a absorção de produtos que apresentam instabilidade física ou química, como é o caso dos sistêmicos ou de ação translaminar. A temperatura ideal deve estar abaixo de 32°C.



## Regulagem e Calibração de um Pulverizador de Barras

A regulagem é o processo de adequação do pulverizador à operação que irá realizar. Nesse momento deverão ser definidos a malha dos filtros, o tipo, direcionamento e espaçamento das pontas a serem empregadas, a velocidade de trabalho, a cobertura sobre o alvo químico selecionado, etc. Após a regulagem, é realizada a calibração, onde se determina o volume de calda aplicado e a quantidade de produto a ser colocado no tanque do pulverizador (Ramos, 2002).

Para calibrar o pulverizador, este deve ser levado até o local de trabalho, onde se verifica a velocidade ideal para as condições de topografia, a cultura, o preparo do solo, o equipamento e, mesmo, a capacidade do operador. Isso deve ser realizado no campo onde será aplicado o produto (Ramos & Pio, 2003). Na prática, Santos (2002) demonstra os procedimentos que devem ser seguidos:

- Definir o volume a ser aplicado por hectare. Ex: 350 litros.
- Escolher a velocidade de aplicação do trator, compatível e segura para a área a ser aplicada.
- Medir a distância percorrida pelo trator em 1 minuto.
- Multiplicar a largura da barra (faixa de deposição total) pela distância percorrida em 1 minuto. Ex.: Percorreu a distância de 100 metros em um minuto e o pulverizador está equipado com uma barra de dez metros de largura, logo a área coberta por um minuto será:  $10 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 1.000 \text{ m}^2/\text{min}$ .
- Para o volume escolhido (350 L) e a área percorrida em um minuto, calcularemos o volume aplicado neste tempo com o equipamento:  $\text{Volume a aplicar} = 350 \times 1000:10.000 = 35 \text{ litros/minuto}$ .
- Dividir o valor encontrado pelo número de bicos existentes e em operação na barra de pulverização. Ex.: barra com 20 bicos.  $\text{Volume/bico/minuto} = 35 \text{ litros}: 20 \text{ bicos} = 1,75 \text{ litros}$ .
- Verificar na tabela de bicos qual o mais adequado e a que pressões poderão ter a vazão mais próxima da encontrada, considerando uma variação de  $\pm 10\%$  para os valores da tabela.

## Perdas por Deriva

A deriva é um dos principais problemas que deve ser controlado durante o processo de pulverização de defensivos agrícolas, pois está diretamente relacionado à contaminação do aplicador, do meio ambiente e de culturas vizinhas. Além de causar prejuízos ao agricultor, já que boa parte do produto aplicado não atinge o alvo desejado, reduz a eficiência da aplicação e onera os custos de produção (Ramos, 2001).

### Tipos de derivas

- **Endoderiva** - Ocorre por ocasião da aplicação de um produto químico na parte foliar de uma cultura, quando muitas gotas podem passar pela folhagem e atingir o solo, principalmente nas entrelinhas. Outras gotas que atingem as folhas podem se coalescer, de tal maneira que não são mais retidas e escorrem para o solo. Essas perdas internas estão ligadas às aplicações de altos volumes e com gotas grandes que, geralmente, ultrapassam a capacidade máxima de retenção de líquidos pelas superfícies foliares. Esse fato ocasiona danos ao solo, principalmente quando se utilizam produtos de ação residual prolongada e não seletivos para algumas culturas e, também, a insetos benéficos e outras formas de vida.
- **Exoderiva** - Ocorre quando há deslocamento de gotas para fora da área da cultura, causado pela ação do vento e da evaporação da água usada na preparação da calda, principalmente nas gotas de tamanhos menores. Esse tipo de perda externa é um dos principais responsáveis pelos prejuízos causados a outras culturas sensíveis e pela contaminação ambiental.

### Causas da deriva

#### *Tamanho da gota*

Durante a pulverização, a pressão exercida no bico força o líquido por meio do orifício que forma uma cortina e esta posteriormente interage com o ar ao seu redor, quebrando-se em gotas. A forma aleatória como essa cortina se rompe faz com que gotas de diferentes tamanhos sejam produzidas. Portanto, um bico não produz um único tamanho de gotas, mas sim uma faixa de tamanho denominada “espectro de gotas” representado pelo Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), expresso em micrometro  $\mu\text{m}$  (1/1.000).

O tamanho de gotas produzido por um bico de pulverização depende de fatores, tais como:

- **Tipo de bico** - De maneira geral, os bicos de jato cônico cheio produzem as maiores gotas, seguidas pelos bicos de jato plano (defletor e leque) e pelos de cone vazio.
- **Vazão** - Bicos com vazões maiores, na mesma pressão de trabalho, produzem gotas maiores. Por exemplo, os bicos de jato plano 11004, na pressão de 2 bar, com vazão de 1,29 L/min, produzem gotas maiores que os bicos 11002, na mesma pressão, porém com vazão de 0,65 L/min.
- **Pressão** - A pressão de pulverização tem um efeito inverso no tamanho de gota. Um aumento na pressão reduz o tamanho da gota, enquanto que uma redução na pressão aumenta o tamanho da gota. Por exemplo, a ponta 11003, à pressão de 1,5 bar, produz gotas maiores que à pressão de 4 bar.
- **Ângulo do jato** - O ângulo do jato emitido pelo bico tem uma relação inversa no tamanho de gota. Bicos com a mesma vazão, na mesma pressão, porém com ângulos maiores, produzem gotas menores. Por exemplo, o bico 8003 a 2 bar, produz gotas maiores que o bico 11003, na mesma pressão, ambos com a mesma vazão.
- **Propriedades do líquido** - Líquidos com maior viscosidade e tensão superficial requerem maior quantidade de energia para pulverização e darão origem a gotas maiores.

### ***Condições climáticas***

- **Evaporação** - Dependendo do tamanho das gotas e da temperatura e umidade, muitas gotas evaporam-se completamente no trajeto entre o bico e o alvo. O tempo de vida de uma gota de água está relacionado, portanto, ao seu diâmetro e às condições climáticas (Tabela 5).
- **Correntes de ar** - As gotas também podem sofrer influências das correntes de ar horizontal (vento) e vertical (convecção), sendo levadas para outros lugares que não o alvo pretendido. As gotas que ficam flutuando ou que se evaporam por completo deixam em suspensão no ar o ingrediente ativo do defensivo, que pode ser carregado a grandes distâncias, causando problemas de poluição ambiental e danos às plantas nativas ou cultivadas.

**Tabela 5.** Comportamento de gotas da pulverização em diferentes condições ambientais.

Condições ambientais				
Diâmetro inicial (µm)	Temperatura = 20°C		Temperatura = 30°C	
	(T seco - T úmido) = 2,2°		(T seco - T úmido) = 7,7°	
	Umidade relativa = 80%		Umidade relativa = 50%	
	Tempo de extinção (s)	Distância de queda (m)	Tempo de extinção (s)	Distância de queda (m)
50	12,5	0,13	3,5	0,032
100	50,0	6,70	6,7	1,8
200	200,0	81,70	81,7	21,0

Fonte: Adaptado da FAO (1997).

## Controle da deriva

Apesar de a deriva ser um fator inerente à pulverização, alguns fatores podem ser trabalhados de forma a minimizar seus efeitos.

- **Seleção do bico de pulverização** - O mercado de bicos de pulverização evoluiu muito nos últimos anos, colocando a disposição do agricultor uma série de produtos novos que permitem aplicar o mesmo volume de calda com tamanho de gotas diferentes. Existem os bicos de jato plano (leque) os bicos de jato duplo (direcionam a pulverização sob dois diferentes ângulos sobre a cultura), de pressão estendida (trabalham em uma faixa ampliada de pressão em relação ao padrão), os antideriva (possui um pré-orifício cuja função é reduzir a proporção de gotas inferiores a 100 µm e os com indução de ar (o fluxo interno da calda induz a entrada de ar no bico através de aberturas laterais, aumentando o tamanho da gotas).
- **Altura da barra de pulverização** - À medida que se aumenta a distância entre o bico de pulverização e o alvo, maior será o tempo em que as gotas estarão sob influência do ambiente, aumentando a possibilidade de deriva. A altura deve estar próxima a mínima recomendada pelo fabricante, de acordo com o bico utilizado.
- **Utilização de assistência de ar** - A utilização de uma corrente de ar induzida artificialmente, auxiliando no transporte de gotas até o alvo, tem se constituído

em uma importante ferramenta na redução da deriva. É ideal para pulverizações finas e, portanto, para baixos volumes. O efeito de redução é menor para as classes de pulverização média e grossa. A cortina de ar deve estar muito próxima do solo (< 50 cm) para ser efetiva na redução da deriva.

- **Utilização de barras protegidas** - Consiste em envolver as barras do pulverizador com uma proteção, de forma a criar um microclima na região da pulverização. Tal proteção terá função de proteger as gotas de pulverização em seu trajeto até próximo ao alvo, evitando que as mesmas se exponham às condições climáticas adversas, reduzindo assim a deriva.

## Perdas por Evaporação

Quando ocorre mudança do estado líquido da formulação para o gasoso, em consequência da pressão de vapor da mesma sob condições de alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, dá-se uma evaporação. Este valor é expresso ou em milímetro de mercúrio ou em Pascal ( $1\text{mmHg} = 133,3\text{ Pa}$ ). É importante conhecer a pressão de vapor do produto a ser aplicado, pois através desse índice, poderemos definir qual o melhor padrão de gota, volume e momento adequado de aplicação ou que medidas de segurança deverão ser tomadas para que não ocorram danos ao meio ambiente, ao aplicador ou à própria cultura. Devemos sempre considerar em que condições climáticas o produto será utilizado, principalmente sob o aspecto da temperatura, que influenciará a mudança de seu estado físico, e da umidade relativa do ambiente, que determinará o melhor momento de seu uso, minimizando ou até mesmo impedindo, dessa forma, os efeitos danosos da mudança. As perdas por evaporação não somente reduzem a eficiência de um produto, mas podem ocasionar danos consideráveis em culturas não-alvo a longas distâncias de sua aplicação. Quando a umidade relativa do ar situa-se acima de 60%, temperaturas abaixo de 28°C e o diâmetro de gota acima de 500  $\mu\text{m}$  de DMV ou ao final da tarde, são mais adequadas do que aplicações no período da manhã, pois para produtos sistêmicos, que necessitam normalmente de um espaço de tempo longo para serem absorvidos pelos tecidos vegetais, ficarão após as aplicações e durante sua absorção, sob a influência e evolução das variações climáticas (temperatura e umidade relativa do ar), favorecendo a evaporação parcial do produto. A gravidade dos fatos relatados acima se torna mais crítica para os produtos de contato, já que estes permanecerão mais tempo expostos às variações climáticas descritas (Santos, 2002).

## Manutenção de Pulverizadores

Após o término da pulverização, é importante limpar adequadamente o pulverizador, para assegurar sua durabilidade e prevenir contaminações em futuras utilizações. Ciati et al. (2004) cita alguns procedimentos que devem ser adotados durante essa operação:

- Coloque água limpa no tanque do pulverizador.
- Retire todos os bicos e filtros da barra de pulverização.
- Acione o pulverizador para limpeza do sistema hidráulico.
- Proceda a limpeza dos filtros da bomba.
- Lubrifique a bomba do pulverizador.
- Limpe os bicos e filtros, com auxílio de uma escova macia.
- Guarde o equipamento em local coberto e ventilado.

## Primeiros Socorros

São as primeiras providências a serem tomadas no caso de uma pessoa ter sido intoxicada por algum defensivo agrícola. A prestação dos primeiros socorros pode ser decisiva para salvá-la (Ciati et al., 2004).

Em caso de intoxicação por contato, deve-se retirar o paciente do local de trabalho, tirar o EPI e lavar as partes contaminadas com água e sabão. Lavar também os olhos em água corrente durante 15 minutos caso tenham sido atingidos.

No caso de intoxicação por ingestão, retirar o paciente do local de trabalho, provocar vômito e fazer com que o paciente tome muita água, com a finalidade de diluir o produto. A pessoa intoxicada deve ser transportada imediatamente para um local com atendimento em toxicologia. As informações acerca do produto ingerido ou utilizado (embalagem, bula ou rótulo) devem estar disponíveis ao corpo médico.

## **Avanços no Desenvolvimento de Novos Equipamentos**

Os avanços no desenvolvimento de novos equipamentos de aplicação de defensivos agrícolas têm seguido uma busca por máquinas mais seguras ao operador e ao meio ambiente, assim como, mais precisas. Vários são os componentes que têm trazido excelentes resultados nesta direção. Convém lembrar que o desenvolvimento desses equipamentos tem de ser voltado ao usuário, que é quem irá operar esses pulverizadores. Quanto melhor o nível técnico do usuário, maior proveito será obtido dos equipamentos, daí a necessidade de haver sempre uma política de treinamento e capacitação do homem do campo a fim de otimizar todos esses recursos que já estão prontamente disponíveis à nossa agricultura. A seguir, serão descritos alguns destes equipamentos já em uso por produtores em diversas regiões do país (Torres, 2001).

### **Equipamentos mais seguros ao operador**

A aplicação dos defensivos agrícolas é uma operação arriscada devido à toxicidade dos produtos utilizados. A falta de cuidados adequados no manuseio e na aplicação desses produtos pode trazer sérios danos ao aplicador. Uma das possibilidades de reduzir o risco de contaminação é desenvolver nos pulverizadores sistemas que facilitem o preparo da calda a lavagem das embalagens e que minimizem a exposição do operador ao produto aplicado. Alguns acessórios foram desenvolvidos visando aumentar a segurança do operador, tais como:

#### ***Lavador de embalagens***

É um bico rotativo que quando acionado faz a lavagem sob pressão das embalagens de defensivos. Foi desenvolvido para embalagens de diversos volumes e pode utilizar água de um tanque próprio para lavagem ou a própria calda. Em alguns pulverizadores está localizado dentro do incorporador de defensivos. Em outros pulverizadores está localizado junto ao filtro do tanque de calda.

#### ***Tanque com água para lavar as mãos***

Reservatório com capacidade para 15 litros de água para lavagem das mãos. Isso minimiza o risco de contaminação do operador ao preparar a calda. Muitas vezes, nesse momento, o operador se contamina e por estar longe de alguma fonte de água deixa para efetuar a lavagem das mãos posteriormente, aumentando ainda mais a contaminação via dérmica.

### ***Equipamentos de proteção mais confortáveis***

Os EPI's utilizados até alguns anos atrás eram originados de países de clima temperado, sendo confeccionados em tecidos extremamente grossos e desconfortáveis ou em material plástico, muito quentes e incômodos para o uso em países tropicais. Por esse motivo, poucos operadores faziam uso dos equipamentos de proteção para diminuir os riscos de intoxicação com defensivos agrícolas. O desenvolvimento de EPI's mais confortáveis, próprios para o uso em clima quente, como os confeccionados em algodão com tratamento hidro-repelente, vem mostrando um grande avanço quanto à utilização por parte dos operadores. Por ser confortável para utilização em regiões quentes, vem sendo amplamente aceito e utilizado pelos operadores. Alguns pulverizadores contam com um local próprio para o armazenamento dos EPI's para ficarem mais disponíveis ao operador.

### ***Tratores cabinados***

A cabine no trator traz maior conforto e segurança ao operador, no entanto, exige algumas modificações no pulverizador, pois o comando de pulverização deve ficar dentro da cabine, sem que passem mangueiras da calda de pulverização no seu interior. Comandos de pulverização acionados por um sistema de cabos de aço ou então comandos elétricos são próprios para utilização em tratores com cabine.

### ***Barra de acionamento hidráulico***

Barras de total acionamento hidráulico proporcionam maior rendimento, segurança e comodidade ao operador, além de reduzirem riscos de contaminação, pois o operador não precisa colocar as mãos nas barras para abri-las.

### ***Filtros de linha***

A utilização de volumes de pulverização cada vez menores resulta no uso de bicos com orifícios pequenos (01, 015 ou 02) muito propícios ao entupimento. O filtro de linha reduz a possibilidade de entupimento dos bicos, diminuindo a necessidade de paradas para manutenção.

### ***Pulverizadores automotrizes***

Esses pulverizadores promovem uma maior produção diária, maior conforto e segurança ao operador. Contam com cabine com ar condicionado, filtro contra os defensivos, comandos elétricos, etc.



## **Equipamentos mais seguros ao meio ambiente**

### ***Bicos de baixa deriva***

São bicos de jato plano os quais produzem gotas maiores e menos sujeitas à deriva. Existem também os bicos com injeção de bolhas de ar nas gotas, que geram gotas grandes e que ao mesmo tempo propiciam excelente cobertura no alvo.

### ***Tanque com água para lavagem do circuito de defensivos***

Alguns modelos de pulverizadores apresentam um tanque com capacidade para 100 a 200 litros de água que é utilizada pelo sistema de lavagem do tanque e do circuito de defensivos. Após o término da aplicação diária dos defensivos o operador aciona a lavagem do tanque que é feita por bicos rotativos instalados internamente no tanque principal. A água utilizada na lavagem é então aplicada na própria lavoura, realizando também a lavagem de toda a tubulação por onde passa a calda.

### ***Barras assistidas a ar***

É composto por um ventilador de acionamento hidráulico que gera um alto volume de ar, o qual é conduzido por um duto e sai por uma canaleta ao lado dos bicos. O princípio desse sistema é gerar uma “cortina” de ar que impulsiona as gotas geradas em direção ao alvo, evitando a deriva além de movimentar as folhas permitindo uma melhor cobertura em ambas as faces.

### ***Sensores de plantas***

Esses sensores são utilizados nos turbopulverizadores, principalmente em citricultura. São capazes de detectar a presença ou a ausência das plantas, impedindo a pulverização nos espaços vazios entre plantas. Em alguns modelos de pulverizadores existem seis sensores (três direcionados para cada lado do pulverizador), capazes de identificar até três alturas de planta.

## **Equipamentos mais precisos**

A utilização de volumes de pulverização cada vez menores, a fim de aumentar a capacidade operacional do pulverizador, resulta na necessidade de equipamentos cada vez mais precisos. Atualmente, volumes de pulverização de 100, 80 ou 50 L/ha são comuns. Em algumas propriedades já se fala em 30 L/ha. Há, então, necessidade de pulverizadores cada vez mais precisos para que os defensivos agrícolas utilizados tenham assim seu pleno efeito desejado.

### ***Válvula de pressão constante (VPC)***

É uma válvula colocada na ponta de lança dos pulverizadores costais manuais que mantém a pressão constante independente do número de bombeamento por minuto que o aplicador executar. Mantém constante a vazão e resulta em maior uniformidade de aplicação. A VPC faz com que o aplicador passe a bombear mais pausadamente, diminuindo o esforço para ele e também para o equipamento que passa a ter sua vida útil aumentada.

### ***Comando de pulverização MasterFlow***

Existem comandos de pulverização que de forma mecânica controlam o volume de calda pulverizada para que seja sempre constante, independentemente da velocidade de trabalho do trator. É uma grande ferramenta quando se utilizam volumes de pulverização baixos onde qualquer variação no volume aplicado pode resultar em ineficiência da aplicação ou até em danos à cultura. Esses comandos aumentam ou diminuem a vazão nos bicos proporcionalmente à variação de velocidade, resultando em um volume de aplicação constante. São comandos que fazem de forma mecânica o que os controladores eletrônicos também fazem.

### **Utilização intensa de eletrônica**

A aplicação da eletrônica na tecnologia de aplicação deve ser desenvolvida para ser utilizada por operadores com pouco conhecimento e pouca prática em equipamentos eletrônicos. Deve ser de fácil compreensão e utilização, além de ser forte, robusto e resistente. Esses componentes também devem ser fabricados de forma que qualquer falha que ocorra, não venha a comprometer a operação, devido à falta de assistência técnica, principalmente em locais mais distantes do país. Outro ponto importante é que estes componentes possam ser fabricados de forma que qualquer pane que ocorra, possa ser desligado, continuando então o pulverizador a trabalhar de forma convencional até a chegada da assistência técnica.

### ***Controladores eletrônicos***

Esses controladores mantêm o volume de aplicação constante e geram informações sobre a área total tratada, área parcial, tempo de trabalho, distância deslocada e volumes de calda total e parcial gastos. São informações extremamente úteis aos agricultores que controlam os custos de todas as operações na propriedade. São informações que permitem, também, verificar a eficiência da aplicação de defensivos, confrontando-se os dados de áreas tratadas com os dados de volume de calda gasto.

## **Marcação de linhas por satélite**

O GPS (Global Positioning System) vem sendo utilizado em pulverizadores com o intuito de direcionar o equipamento no campo, evitando falhas ou sobreposições na aplicação. A antena GPS é conectada a um receptor e a uma “barra de luzes”, que é um dispositivo com vários “leds” (pequenas lâmpadas) que indica ao operador o caminho a seguir. A marca de linhas por satélite traz como vantagem em relação à marcação de linhas convencionais a possibilidade de trabalhar à noite bem como a possibilidade de retornar ao ponto onde havia acabado a calda de pulverização.

## **Sensores de altura das barras**

É um sistema no qual o pulverizador automotriz possui nove sensores dispostos ao longo dos 21 metros de barras, mantendo a altura da barra sempre igual em relação ao alvo (solo ou planta), evitando falhas ou falha de uniformidade na aplicação. Estes sensores vão detectando a altura da barra, efetuando automaticamente as correções necessárias e acionando hidráulicamente os pistões que controlam a altura, sempre que necessário. É um recurso muito importante nas propriedades onde há a necessidade de se cruzar terraços ou curvas de nível. O sensor de altura das barras evita que estas se choquem com o chão, aumentando também a durabilidade do pulverizador.

## **Aplicação localizada de insumos**

Consiste na aplicação dos defensivos apenas onde há necessidade. Esta aplicação diminui o impacto ambiental da aplicação dos defensivos e o volume de insumos utilizado e conseqüente redução de custos para o produtor.

A aplicação localizada de insumos pode ser feita de duas formas: fazendo um mapeamento prévio da área a ser tratada quanto à presença do alvo biológico (pragas, doenças ou plantas daninhas) com posterior aplicação do produto apenas onde é necessário através da utilização do sistema de controladores eletrônicos trabalhando em conjunto a um sistema de injeção direta de defensivos. Outra forma seria o desenvolvimento de sensores que automaticamente detectem a presença do alvo biológico e acionem então a pulverização. A utilização de sensores é um caminho mais prático e menos oneroso por eliminar a necessidade de mapeamentos prévios com a utilização de GPS e mão-de-obra altamente especializada.

### ***Sensor de refletância***

É um sensor colocado em cada ponto do bico, o qual é capaz de distinguir diferentes cores de acordo com o alvo biológico. Em um solo gradeado ou sob uma palhada de plantio direto, por exemplo, irá distinguir as plantas daninhas que estiverem nascendo e efetuará a pulverização apenas nessas plantas, não havendo a necessidade de se aplicar o herbicida em área total.

### ***Injeção direta de defensivos***

Consiste de um depósito para os defensivos que parte do tanque principal, onde é armazenado o produto que será injetado diretamente na bomba de pulverização, na dosagem recomendada. Na cultura do algodão, utiliza-se esse sistema para injetar reguladores de crescimento. No tanque principal, prepara-se a calda com os produtos que serão aplicados (inseticidas, acaricidas e/ou fungicidas). O operador do pulverizador vai acompanhando visualmente a altura da cultura do algodão. Onde houver plantas mais altas que o desejável o operador aciona então a injeção do regulador de crescimento na bomba, aplicando-se então onde há a necessidade.

## **Considerações Finais**

O aumento da eficiência na aplicação dos defensivos agrícolas no campo, assim como, a maior segurança do aplicador e a proteção do meio ambiente serão obtidos mediante melhoria nos processos de aplicação. Um desses pontos a serem considerados, refere-se ao treinamento do aplicador. Paralelamente a isso, deve-se desenvolver novos equipamentos capazes de cumprir essa tarefa com maior eficiência.

A qualidade e a segurança dos pulverizadores, tanto novos quanto em utilização, também, são fatores fundamentais e o desenvolvimento de padrões de qualidade deve continuar a ser estudado e estimulado, no sentido de assegurar que máquinas seguras estejam chegando e sendo utilizadas cada vez mais no campo.

Com o esforço conjunto das diferentes áreas agrônômicas, vendo a tecnologia de aplicação como uma ciência multidisciplinar é que conseguiremos melhoras significativas na qualidade da aplicação, acarretando melhorias no ambiente em que vivemos e na qualidade de vida da população.

## Referências Bibliográficas

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 7.ed. São Paulo : Andrei, 2005. 1141p.

AZEVEDO, D. **Cuidados na aplicação de agrotóxicos**. 2001. Disponível em: <<http://www.scarlet.cnpuv.embrapa.br/sprod/pessego/defensi.htm>> Acesso em: 11 mar. 2004.

CIATI, R.S.; SILVA, J.M.; OLIVEIRA, M.A. **Trabalhador na aplicação de agrotóxicos**: aplicação de agrotóxicos com pulverizador de barras. São Paulo : SENAR, 2004. 42p.

CHAIM, A.; CASTRO, V.L.S. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: FREIRE, F.C.O.; CARDOSO, J.E.; VIANA, F.M.P. (Ed.) **Doenças de fruteiras tropicais de interesse agroindustrial**. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.571-624.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Campinas : Shell, 1992. 122p.

CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. Segurança no manuseio e na aplicação de produtos fitosanitários. In: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de fruteiras tropicais**. Vicosa: UFV, 2003. p.313-330.

GALLO, D. ; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.;

BAPTISTA, G.C.de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C.

**Entomologia agrícola.** Piracicaba : FEALQ, 2002. 920p.

GONÇALVES, P.C.T. **Manual Zeneca de manuseio e aplicação para agrotóxicos.** São Paulo: Zeneca Agrícola, 1999. 17p.

IWAMI, A.; AZENHA, A.C.; FERREIRA, C.P.; MONIZ, E.A.L.; DINNOUTI, L.A.; MARICONDI, P.F.; MENEGAZZO, O.A.; ARAUJO, R.M.; HUNGRIA, T. **Manual de uso correto de equipamentos de proteção individual.** Campinas: ANDEF, 2001. 26p.

LOBO JUNIOR, M.I.; OZEKI, Y. **Agricultura de precisão : tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** 2002. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/tecnologia>> . Acesso em: 18 mar. 2004.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

MEIRELLES, C.E.; OLIVEIRA, V.L.; GARCIA, E.G.; FILHO, J.P.A.; LIMA, V.E.; SANTOS, H.N.G.; PUGA, F.R.; ALMEIDA, W.F. **Agrotóxicos: riscos e prevenção.** São Paulo : FUNDACENTRO, 1991. 130p.

RAMOS, H.H. No lugar certo. **Cultivar- Máquinas**, Londrina, n.6, p.16-19, 2001.

RAMOS, H.H. Regulagem errada. **Cultivar- Máquinas**, Londrina, n.14, p.28 - 31, 2002.

RAMOS, H.H.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários.** Viçosa: UFV, 2003. p.133-202.

SANTOS, J.M. F. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** São Paulo : Instituto Biológico, 2002. 62p.

SOUZA, M.S.M. **O grande potencial das microcápsulas.** 2001a. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/quimicaederivados.htm>> Acesso em : 26 mar. 2004.

SOUZA, R.P. **Educação, treinamento e extensão em tecnologia de aplicação de agrotóxicos:** treinamento de aplicadores no Brasil. 2001b. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/centros>> . Acesso em: 9 mar. 2004.

TORRES, F.P. **Rumos e tendências da pesquisa em tecnologia de aplicação de defensivos:** a visão da indústria de máquinas e equipamentos. 2001. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/engenharia>> . Acesso em: 15 abr. 2004.



---

*Agroindústria Tropical*

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

