

Capítulo 9

Métodos para Calibração de Pulverizadores

*Aldemir Chaim
Maria Conceição Peres Young Pessoa*

Introdução

A existência de pragas, doenças e plantas daninhas nas culturas comerciais fazem com que sejam necessárias medidas de controle para que a produção não seja comprometida ou até mesmo perdida.

Um programa de controle que leva em consideração aspectos ecológicos, econômicos e sociais é o Manejo Integrado de pragas (MIP). Esse programa deve ser incentivado por integrar aspectos econômicos, sociais, ecológicos e culturais específicos para a região onde será utilizado, podendo existir mais de um para uma mesma região. Na filosofia de trabalho do MIP, o controle de pragas agrícolas leva em consideração a aplicação de métodos baseados no estudo das interações existentes entre o organismo-alvo (praga/doença/planta daninha), a planta hospedeira e o meio ambiente. Nele, o homem torna-se capaz de acompanhar o nível populacional do alvo e de sugerir ações de controle para reduzi-lo novamente a níveis aceitáveis para a produção comercial do produto agrícola. Assim, no MIP, não basta só a presença do organismo-alvo para que o combate seja iniciado, mas o conhecimento da severidade do ataque desse organismo à cultura.

Entre as ações de controle utilizadas em MIP encontram-se métodos culturais, químicos e biológicos, em função da população da praga que está presente na cultura, levando-se em consideração o ambiente onde ela está sendo produzida (aspectos socioeconômicos, climáticos, de solo, etc.). Nessa proposta, a decisão de iniciar o combate avalia também a ótica financeira. O monitoramento dessa população-alvo indica se é inevitável a sua redução imediata. Para orientar o momento de entrar com ações de controle por agrotóxicos, são considerados o Limiar Econômico (LE) e o Nível Econômico de Dano (NED). Limiar econômico (LE) é a densidade populacional do organismo-alvo que causaria a primeira perda estatística da produção, ou seja, não houve perda significativa da cultura a ponto de comprometer a produção. Trata-se de um dos indicadores de controle do MIP. Nível econômico de dano (NED) expressa a densidade populacional do organismo-alvo que causaria dano equivalente ao custo de uma operação de controle. Portanto, se aguardada a tomada de ação até que o NED seja evidenciado, existirão o comprometimento financeiro de produção e os custos adicionais associados ao controle por agrotóxicos.

Assim, para efeito de minimizar danos ambientais, a aplicação de agrotóxicos deve ser sempre orientada por programas de Manejo Integrado de pragas, sempre que disponíveis.

O controle da aplicação de agrotóxicos deve ser orientado por profissionais que conheçam os equipamentos mais adequados à aplicação, o modo de ação do agrotóxico recomendado, estimulem a utilização de equipamentos de segurança pelo aplicador, observem o ambiente de aplicação e da cultura, de modo a reduzir os efeitos residuais que possam comprometer também a saúde do consumidor. As perdas de produtos aplicados, além da perda financeira para o agricultor, podem comprometer a segurança do controle do alvo da aplicação e também as áreas vizinhas à área-alvo, tais como águas superficiais, solo, animais, crianças e outras culturas.

Algumas pesquisas pioneiras realizadas pela Embrapa demonstram que, em pulverização aérea de herbicidas, 50% do produto não atingiu o alvo. Em pulverizações tratorizadas em culturas de feijão e tomate industrial, 12% a 66% do produto aplicado ficou retido nas plantas, 9% a 77% foi perdido para o solo e 6% a 53% pode ter sido perdido por deriva para fora da área tratada. Em tomate estaqueado, em que a pulverização é feita manualmente, as perdas gerais ficaram entre 59% e 76%, dependendo do porte

da cultura. Em outro ensaio com essa cultura, demonstrou-se que, alterando a técnica de aplicação, a deposição nas plantas pode ser aumentada e a dose aplicada do agrotóxico pode ser reduzida em até 19 vezes. A contaminação dos aplicadores também pode ser reduzida em até 13 vezes.

A maioria dos produtores rurais dispõe de conhecimentos incipientes sobre a tecnologia de aplicação de agrotóxicos que pratica, para o controle dos problemas fitossanitários das suas culturas. Isso tem sido apontado como uma das principais causas das perdas de agrotóxicos para o meio ambiente.

Dessa maneira, o objetivo da calibração dos pulverizadores é o oferecimento de técnica para otimizar a deposição de agrotóxicos no alvo desejado. A maximização da deposição de agrotóxicos evita desperdícios desse insumo para o solo ou meio ambiente, aumenta a eficiência do controle, reduzindo conseqüentemente o custo de produção. A calibração também pode proporcionar uma redução do número de aplicações, aumentando a segurança dos aplicadores, implicando menos prejuízo para a qualidade e reduzindo riscos no produto final que será disponibilizado para as agroindústrias e os consumidores.

Existe uma diferença entre regulagem de equipamentos de pulverização e calibração de equipamentos para aplicação de agrotóxicos. Todo o enfoque da regulagem é para a máquina, em que se colocam os bicos que produzem as gotas mais adequadas para controlar o problema fitossanitário, regula-se a direção dos jatos de gotas, a altura de pulverização, a pressão de trabalho recomendada pelos fabricantes dos bicos, verificam-se os filtros, checa-se a relação entre marchas do trator e velocidades, enfim, efetua-se a manutenção geral da máquina. Na calibração é feita a aferição da deposição no alvo da aplicação. Essa aferição deve ser realizada mediante a conhecimento do tamanho e densidade de gotas necessárias para o controle fitossanitário. Só após a calibração o volume de calda consumido será conhecido. Como o desejo é colocar a quantidade correta de agrotóxicos no alvo, sem desperdícios, não se deve calibrar um equipamento para aplicar um determinado volume em litros de calda por hectare, pois o volume de calda consumido é resultado da calibração e não uma meta a ser alcançada. Assim, calibração deve ser definida como a otimização da deposição de agrotóxicos no alvo, com o menor consumo possível de calda.

Calibração de pulverização

Um fator extremamente importante para o sucesso do tratamento fitossanitário de diferentes culturas é a calibração dos pulverizadores que serão utilizados para as aplicações dos agrotóxicos. O objetivo da calibração é colocar a quantidade correta do agrotóxico no alvo (no local onde ocorre o ataque dos problemas fitossanitários), com o menor consumo de calda. Se houver uma deposição eficiente, o controle será mais efetivo e o número de aplicações poderá ser reduzido.

Dentre os pulverizadores, existem alguns que são mais utilizados para aplicar os agrotóxicos em culturas de porte rasteiro, arbustivo ou arbóreo, que são escolhidos em função da área cultivada e, principalmente, do poder aquisitivo do agricultor. Equipamentos como os pulverizadores costais, cuja aplicação é realizada por lanças manuais, produzem gotas que são arremessadas exclusivamente pela força da pressão hidráulica. Esses equipamentos devem ser utilizados preferencialmente em pequenas áreas de cultivo ou quando a cultura se encontra nas etapas iniciais do desenvolvimento da massa foliar. Para cultura de porte arbustivo e arbóreo, os equipamentos que utilizam cortina de ar são indicados para todas as etapas de desenvolvimento da cultura, porque o jato de ar auxilia

na deposição das gotas. Entretanto, quando a cultura se encontra com a área foliar pequena, é conveniente desligar alguns bicos ou aumentar a velocidade de deslocamento da máquina para reduzir o consumo de calda. No caso de culturas de porte rasteiro, também seria conveniente aumentar a velocidade de deslocamento da máquina nas etapas iniciais de desenvolvimento da cultura.

Deve ser entendido que uma cultura é atacada por uma série de pragas e doenças, mas geralmente os problemas fitossanitários mais importantes são aqueles em que os alvos das pulverizações ficam escondidos. Dessa forma, para facilitar a compreensão de todos os passos para a calibração de qualquer tipo de pulverização, será adotado um exemplo da aplicação de fungicida em uma cultura qualquer.

Antes da aplicação dos fungicidas, é necessário conhecer se a cultura permite algum tipo de manejo que reduza a incidência da doença. Um fungo só ataca as folhas se suas estruturas de germinação – os esporos – estiverem disponíveis na área e se houver condições de temperatura e umidade relativas favoráveis. Se as condições de temperatura e umidade relativa forem desfavoráveis para a germinação dos esporos dos fungos, as pulverizações poderão ser realizadas em intervalos de tempo maiores, reduzindo conseqüentemente o uso de fungicidas na cultura. A cultura deve ser mantida arejada, evitando-se a presença de ramos improdutivos que, além de desviarem os nutrientes do produto agrícola, também aumentam o sombreamento da área, elevando a umidade relativa no interior da cobertura vegetal. Ao mesmo tempo em que esses ramos exigem pulverizações com fungicidas, porque são suscetíveis às doenças, dificultam a penetração das gotas de pulverização, reduzindo a qualidade geral do tratamento da cultura.

Passos para calibração de pulverizador para aplicação de agrotóxicos

Observação do grau de deposição de gotas nos principais locais de ocorrência das pragas e doenças

A observação da deposição pode ser realizada com uso de cartões sensíveis a água, que são cartões de papel, impregnados com o corante azul de bromofenol, que na sua forma não ionizada apresenta coloração amarela. Os cartões sensíveis a água devem apresentar uma superfície polida (ou brilhante) que deve ser suavemente impregnada com uma solução contendo 1 g de azul de bromofenol dissolvido em 20 mL de acetona e diluído em 180 mL de tolueno. As gotas, quando atingem a superfície tratada, produzem manchas azuis, que apresentam bom contraste com o fundo amarelo e podem ser facilmente visualizadas. Esses cartões são caros e estão comercialmente disponíveis no mercado, principalmente em cooperativas agrícolas.

Na impossibilidade de obtenção do cartão sensível a água, pode ser utilizado algum corante na calda de pulverização, e as gotas poderiam ser observadas diretamente nas folhas das plantas ou em alvos artificiais constituídos de papel comum, com coloração que intensifique o contraste das manchas.

Os alvos artificiais devem ser distribuídos em regiões da planta, onde os problemas fitossanitários ocorrem. Nesse caso, deve ser considerado que a cobertura de folhas das plantas oferece um grau de dificuldade de penetração para as gotas de pulverização.

Normalmente, gotas grandes (maiores do que 0,25 mm de diâmetro) tendem a depositar-se nas primeiras camadas de folhas, enquanto as gotas pequenas (menores do que 0,15 mm de diâmetro) conseguem atingir as camadas das folhas menos expostas. Como o tamanho das gotas é influenciado pela vazão do bico e pela pressão de trabalho, esses parâmetros devem ser testados em conjunto com diferentes velocidades de aplicação, até que a pulverização dê o resultado esperado na cobertura. Normalmente, deposições com densidade superior a 80 gotas/cm² são consideradas como as mais adequadas para aplicações de fungicidas. Entretanto, não é necessário molhar totalmente as folhas ao ponto de escorrimento, porque essa condição de pulverização exige elevado volume de calda, ocasionando excessivo desperdício. A Fig. 1 ilustra uma condição excelente de deposição de gotas para controle de doenças.

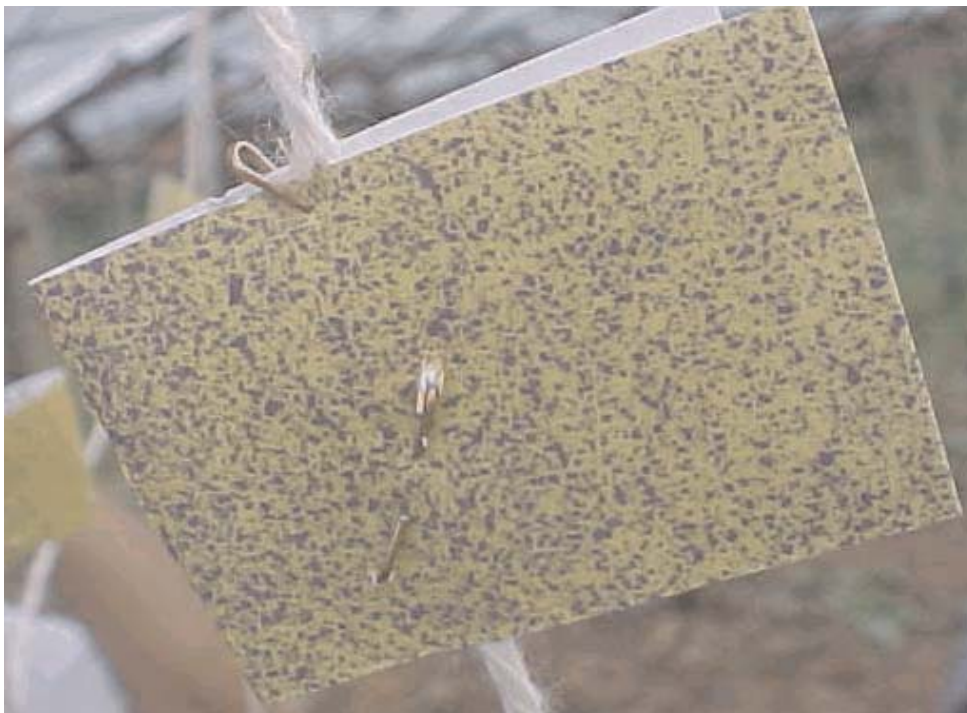


Foto: José Tonnon Júnior (Empresa Jacto)

Fig. 1. Deposição de gotas ideal para aplicação de fungicidas obtida após calibração de pulverizador em videira.

Avaliação da vazão do equipamento

A vazão dos pulverizadores pode ser obtida de duas maneiras diferentes:

a) Método direto

Esse método consiste em pulverizar a cultura durante 1 minuto, coletando o líquido em algum tipo de recipiente, e medir o volume pulverizado com algum utensílio graduado. É indicado quando existe facilidade de coletar o líquido pulverizado e, principalmente, se o agricultor dispõe de algum utensílio com graduações para medir volume, como por exemplo as provetas.

Entretanto, as provetas são caras e não são facilmente encontradas nos estabelecimentos que comercializam insumos agropecuários. Neste caso, o agricultor deve utilizar o método indireto.

b) Método indireto

Este método consiste em colocar um volume conhecido dentro do tanque do equipamento, pulverizar até o esgotamento do líquido, cronometrando o tempo consumido para esse procedimento.

Exemplo para um pulverizador tratorizado, do tipo carreta, com cortina de ar

Para facilitar a compreensão de todos os passos para calibração de qualquer tipo de equipamento de pulverização, será adotada, a título de exemplo, cultura arbustiva como a videira cultivada em latada. Neste caso, para controle de uma doença nessa cultura, os passos seriam os seguintes:

- 1) Adicionar 20 L de água (bem medidos) no tanque do pulverizador.
- 2) Acionar o pulverizador, selecionando a rotação do motor usualmente utilizada na pulverização.
- 3) Cronometrar o tempo que se gasta para pulverizar os 20 L (por exemplo = 3 minutos e 15 segundos).
- 4) Converter o tempo para "segundos" (exemplo: $(3 \times 60) + 15 = 180 + 15 = 195$ segundos).
- 5) Dividir os 20 L pelo tempo em segundos (exemplo: $20/195 = 0,10256$ L/s).
- 6) Multiplicar o valor por 60 para obtenção da vazão em L/min (exemplo: $VA = 0,10256 \times 60 = 6,15$ L/min)
- 7) Caso necessário, dividir a vazão da máquina pelo número de bicos. Exemplo para pulverizador com oito bicos:

$$V_{\text{bicos}} = \frac{VA}{n^{\circ} \text{ bicos}} = \frac{6,15}{8} = 0,77 \quad \text{litros / min}$$

Essa informação é importante para especificação, na aquisição de bicos novos. Na compra, deve ser especificada a vazão desejada na pressão de trabalho que se pretende utilizar. Exemplo de especificação: bico leque, ângulo de 80°, com vazão de 0,4 L/min, numa pressão de 3,2 kg/cm² (ou 45 libras/pol²).

Medição da velocidade de deslocamento da máquina durante uma pulverização

- a) Marcar, com uma trena, um percurso de 50 m.
- b) Afastar o trator do local demarcado a uma distância tal que seja suficiente para imprimir velocidade constante durante a passagem pela região demarcada.
- c) Disparar o cronômetro no momento em que o pára-choque dianteiro do trator (ou outro ponto de referência) atingir a marca inicial. Desligar o cronômetro no

momento em que o pára-choque atingir a marca final dos 50 m. Anotar o tempo gasto e repetir a operação.

Se, por exemplo, o trator demorar 40 segundos para percorrer os 50 m, deve-se dividir a distância percorrida pelos segundos consumidos .

$$\text{Velocidade} = 50/40 = 1,25 \text{ m/s}$$

Para transformar em minutos, multiplicar por 60:

$$\text{Velocidade} = 1,25 \times 60 = 75 \text{ m/min}$$

Cálculo da distância percorrida para pulverizar 1 hectare

Supondo que a faixa de aplicação do pulverizador é de 2,5 m e considerando 1 ha como um quadrado de 100 m de lateral, o número de passadas será:

$$P = 100/2,5 = 40$$

Como em cada passada o trator percorre 100 m, com 40 serão percorridos:

$$L = P \times 100 = 40 \times 100 = 4.000 \text{ m/ha}$$

Cálculo do tempo que será gasto para pulverizar 1 hectare

O tempo será a distância percorrida (4.000 m/ha) dividida pela velocidade de aplicação (75 m/min):

$$T = 4.000/75 = 53,3 \text{ minutos/ha}$$

Cálculo do volume de calda que será gasto para pulverizar 1 hectare

O volume de calda gasto será obtido multiplicando-se a vazão do pulverizador (VA= 6,15 L/min) pelo tempo que se gasta para a pulverização (T = 53,3 min/ha):

$$VOL = VA \times T$$

$$VOL = 6,156 \times 53,3 = 328 \text{ L/ha}$$

Cálculo da quantidade de agrotóxicos que deverá ser colocada no tanque do pulverizador

Normalmente, as embalagens dos agrotóxicos podem apresentar recomendação de dosagem em duas formas:

- a) Na forma de XX a YY gramas de produto/ha ou XX a YY mL/ha.
- b) Na forma de XX gramas de produto por 100 L ou XX mL de produto por 100 L, com recomendação de um volume de calda mínimo, que deve ser utilizado para controle eficiente de pragas e doenças.

A recomendação apresentada na forma de XX gramas ou mililitros/100 L é amplamente utilizada pelos agricultores, em virtude da facilidade dos cálculos para preparo da calda. Entretanto, essa recomendação só deve ser utilizada quando se emprega grande volume de calda, ou seja, acima de 500 L/ha, obedecendo à recomendação do fabricante do agrotóxico.

Para o exemplo de consumo de 328 litros de calda/ha, o agricultor deverá utilizar uma recomendação que especifique a dosagem do agrotóxico em gramas ou mililitros por hectare

Exemplo: supondo-se que o agricultor utilizará o fungicida para controle de uma doença qualquer.

No rótulo ou bula da embalagem do fungicida existe a recomendação de dosagem de 1,5 a 2,0 L/ha do produto comercial. Em razão das características do grau de cobertura das folhas da cultura e do elevado risco de infestação da doença, o agricultor opta por aplicar a dosagem de 2,0 L do produto comercial por hectare. Considerando que a área cultivada pelo agricultor é de 5 ha e que o equipamento devidamente calibrado do agricultor aplica um volume de calda equivalente a 328 L/ha, o consumo total de calda para tratar a cultura será: $5 \times 328 = 1.640$ L. Se a capacidade do tanque do pulverizador é de 500 L, o agricultor poderia adicionar 328 L de água no tanque e os 2,0 L do produto e tratar um hectare com cada maquinada. Com isso, para os 5 ha, seriam realizados cinco preparos de calda e abastecimentos. Entretanto, para economizar combustível, o agricultor pode realizar apenas quatro preparos de calda, colocando no tanque do pulverizador 410 L de água. Neste caso, a dose de produto comercial a ser adicionada no tanque seria:

$$D = \frac{\text{Dose/ha}}{\text{Volume/ha}} \times \text{Volume/desejado}$$

Para o caso do exemplo, o resultado seria:

$$D = \frac{2,0}{328,0} \times 410,0$$

$D = 2,5$ L de produto comercial para cada preparo de calda (410 L)

Recomendações gerais

Cuidados gerais e manutenção de equipamentos de aplicação

- Solicitar ao representante do fabricante do seu equipamento o manual de instruções referentes a montagem, manutenção e garantia.
- Dispor sempre do manual de instruções do equipamento de pulverização para obtenção de informações sobre as causas das deficiências de funcionamento. Em muitos casos, as soluções de problemas de funcionamento são simples.
- Seguir as recomendações dos fabricantes quanto às recomendações de manutenção do pulverizador, atendendo aos períodos de lubrificações, trocas de correias, etc.

Antes da pulverização da cultura

- Verificar se o tanque do pulverizador está limpo.
- Colocar água limpa no tanque e colocar o equipamento em funcionamento.
- Verificar se não há vazamento ou entupimento dos bicos e mangueiras.
- Observar se o jato formado está correto. Se necessário, retirar o bico e limpar com uma escova ou pincel, destinado exclusivamente para essa finalidade. Nunca desentupir o bico de pulverização com a boca. Não usar arame, prego ou grampo para desentupir o bico.

Após a o período de pulverização

- Se houver sobras de calda no tanque, repassá-lo em algum local da cultura. Para evitar esse desperdício, preparar apenas a quantidade de calda necessária para tratar a área.
- Lavar o exterior e interior da máquina com detergente.
- Aplicar uma solução de 80% de óleo lubrificante e 20% de óleo diesel nas partes metálicas do equipamento. para evitar a corrosão.

Utilização de equipamentos de proteção individual

O grau de exposição das diferentes regiões do corpo varia com o método de aplicação empregado e a natureza do alvo tratado.

No caso de pulverizador costal, quando utilizado em cultura de porte baixo, promove pesada contaminação das pernas do aplicador. Entretanto, quando usado em culturas envaradas, como o tomate e a parreira, ou culturas de porte médio como o fumo e café, o aplicador necessita deslocar-se dentro de uma névoa de gotas em suspensão no ar, contaminando as regiões mais elevadas do corpo.

No caso de pulverizador estacionário utilizado em tomate estaqueado, com 100 cm de altura, a contaminação é distribuída nas regiões das coxas, barriga e ombros. Em tomateiro com 1,60 cm de altura, ocorre contaminação generalizada nos regiões do corpo, mas a região do pescoço é muito atingida.

Os pulverizadores tipo pistola, utilizados em citros, ou outras fruteiras de grande porte, dependendo do espaçamento e porte da cultura, proporcionam contaminação nas regiões da cabeça, braços, tórax e abdômen do aplicador.

O pulverizador tratorizado de barra apresenta um risco muito pequeno ao aplicador (tratorista), quando usado em culturas de porte inferior a 50 cm. Entretanto, à medida que o porte da cultura aumenta, o risco de contaminação do aplicador também cresce.

O pulverizador tratorizado turbinado (ventilador), largamente empregado em culturas de porte arbustivo e arbóreo, promove uma contaminação relevante nas regiões da cabeça e dos ombros do aplicador em virtude da deriva das gotículas.

Como evitar a contaminação ambiental

- Não manusear produtos fitossanitários no interior ou nos proximidades de residências, escolas, crianças ou pessoas não envolvidas no trabalho e perto de fontes de água ou beira de córrego/rio/canais.

- Nunca preparar a calda em ambiente fechado. Proceder à preparação da calda em local ventilado.
- Efetuar sempre a regulagem do equipamento e a calibração da pulverização.
- Não pulverizar quando o vento estiver muito forte. Evitar a deriva.
- Usar sempre equipamentos de proteção individual.
- A temperatura e a umidade relativa do ar influenciam na evaporação das gotas, na movimentação das massas de ar e na sustentação de gotas no ar. Assim, para evitar perdas por evaporação, as aplicações devem ser realizadas nas horas mais frescas do dia, isto é, pela manhã e ao entardecer.
- Toda água de lavagem de equipamentos de aplicação e de proteção individual deverá ser descartada em local que não ofereça risco ao meio ambiente.
- Durante o preparo da calda, efetuar a tríplice lavagem da embalagem e destiná-la para descarte.
- Observar rigorosamente o intervalo entre a última aplicação e a colheita (período de carência).
- Recomenda-se manutenção de faixas de isolamento dentro das áreas cultivadas (de 1,5 a 2,0 m) ou plantio de 'quebra-vento', para minimizar a deriva (se houver) e para servir de abrigo aos organismos considerados inimigos naturais.

Literatura consultada

CHAIM, A.; MAIA, A. H. N.; PESSOA, M. C. P. Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 6, p. 963-969, jun. 1999.

CHAIM, A.; MAIA, A. H. N.; PESSOA, M. C. P. Y.; HERMES, L. C. **Método alternativo para estimar deposição de agrotóxico com uso de papel sensível a água**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 34 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular técnica, 1).

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S. de; CORRALES, F. M.; GALVÃO, J. A. H.; CABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 5, p. 741-747, maio, 1999.

CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; CASTRO, V. L. S. S. de; FERRACINI, V. L.; GALVÃO, J. A. H. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. **Pesticidas, Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 9, p. 65-74, jan/dez. 1999.

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, D. de A.; MORSOLETO, R. V.; PIO, L. C. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999d. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de pesquisa, 2).

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; PIO, L. C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 10, p. 13-22, 2000.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. New York: Longman, 1982. 336 p.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 133 p.

