Aspectos da Fitossanidade em Citros

Daniel Junior de Andrade
Marcelo da Costa Ferreira
Nilza Maria Martinelli

CULTURA ACADÊMICA
Editora

Aspectos da Fitossanidade em citros

EDITORES:

Daniel Junior de Andrade
Marcelo da Costa Ferreira
Nilza Maria Martinelli

1ª Edição

Jaboticabal - SP
2014

Andrade, Daniel Junior de.

A553a Aspectos da Fitossanidade em Citros / Daniel Junior de Andrade, Marcelo da Costa Ferreira, Nilza Maria Martinelli. – – Jaboticabal : Cultura Acadêmica, 2014.

265 p. : il.

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7983-542-1
ISBN 978-85-88805-53-8

1. Pragas. 2. Doença. 3. Nematoide. 4. Tecnologia de Aplicação. 5. Plantas daninhas. I. Andrade, Daniel Junior de. II. Ferreira, Marcelo da Costa. III. Martinelli, Nilza Maria. IV. Título.

CDU 632.95:634.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Prefácio

Maior produtor de laranjas e maior exportador do suco da fruta do mundo, o Brasil necessita ainda de conhecimento organizado e de políticas direcionadas ao desenvolvimento da cadeia citrícola, a exemplo de tantos outros ramos da economia nacional.

Vis-à-vis a cultura recente-se dos ciclos sazonais recorrentes no setor produtivo do agronegócio mundial, com impactos profundos em cultivos que são perenes por suas características intrínsecas naturais ou de manejo.

A ausência de um contingente adequado para a elaboração e a condução de estratégias de proteção dos citros desde os riscos fronteiriços do trânsito de material orgânico, até um planejamento de montantes de safra causam consequências que chegam a colocar em xeque todo o setor produtivo.

A grandeza territorial e a falta dos cuidados mencionados têm resultado num constante e histórico aumento de problemas fitossanitários na citricultura, com impactos importantes na fauna e na flora dos cultivos e de seu entorno, bem como nos custos associados à produção.

A discussão técnica e organizada sobre a fitossanidade citrícola nacional é necessária para a manutenção da atividade e competitividade no cenário nacional e mundial.

Custos diretos e indiretos da fitossanidade na citricultura têm saltado de um terço para mais de 40% dos custos de produção, portanto altamente significativos.

Neste contexto, esta obra apresenta, ao mesmo tempo, uma reflexão e um embasamento técnico ao manejo fitossanitário, considerando um panorama geral da citricultura nacional.

As abordagens vão dos aspectos econômicos da cadeia produtiva até a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, voltada a conter os organismos nocivos presentes em nível de ocorrência tal que requerem ações de controle devido aos danos nos cultivos.

Composto de oito capítulos que contemplam aspectos históricos e contemporâneos, o livro busca apresentar conhecimentos e elementos aplicados à prática e à lógica do manejo da cultura, tanto através de

posturas simples dos profissionais envolvidos, quanto a técnicas bastante sofisticadas de auxílio à tomada de decisões.

Considerando os aspectos econômicos, das principais pragas, doenças e plantas daninhas dos citros e da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, pretende-se contribuir para a racionalização do tratamento fitossanitário, pela maior compreensão dos elementos envolvidos, com reflexos na segurança e na redução ampla dos custos financeiros e naturais da atividade.

Espera-se oferecer, assim, material de estudo aos envolvidos com o setor e que desejam, como os autores, contribuir com o crescimento sólido e consistente da citricultura nacional.

Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira
Em nome dos organizadores desta obra.

Fernando Cesar Pattaro
Pesquisador do Centro de Tecnologia Canavieira - CTC. E-mail: fcpattaro@ctc.com.br

Jaime Maia dos Santos
Professor-Assistente Doutor do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal-SP (FCAV/UNESP). E-mail: jmsantos@fcav.unesp.br

José Belasque Junior
Pesquisador Científico do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), Araraquara-SP. E-mail: belasque@fundecitrus.com.br

José Carlos Barbosa
Professor Titular do Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal-SP (FCAV/UNESP). E-mail: jcbarbosa@fcav.unesp.br

Juliana Freitas-Astúa
Pesquisadora científica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA e do Centro de Citricultura Sylvio Moreira. Instituto Agronômico de Campinas, Cordeirópolis--SP. E-mail: jfastua@centrodecitricultura.br

Ladislau Martin-Neto
Pesquisador científico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária, São Carlos-SP. E-mail: martin@cnpdia.embrapa.br

Marcelo Camponez do Brasil Cardinali
Professor de Ensino Superior na Universidade Metodista de Piracicaba-SP (UNIMEP) e na Escola de Engenharia de Piracicaba-SP (EEP-FUMEP). E-mail: mcardinalian@gmail.com

Marcelo da Costa Ferreira
Professor Livre -Docente do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal-SP (FCAV/UNESP). E-mail: mdacosta@fcav.unesp.br

Marcos Antonio Machado
Pesquisador Científico do Centro de Citricultura Sylvio Moreira.

Sumário

1 Aspectos econômicos da cadeia citrícola paulista 11

2 Progressão e distribuição espacial das principais pragas dos citros 31

3 Principais ácaros-praga da citricultura atual 51

4 Nematoides dos citros e as práticas sustentáveis de manejo 75

5 Evolução e manejo dos insetos sugadores dos citros 119

6 Diagnóstico do HLB por técnicas fotônicas 143

7 Melhoramento genético de citros para a resistência a doenças 181

8 Biologia e manejo de plantas daninhas em citros 221

9 Aplicação de produtos fitossanitários e calibração de pulverizadores para a cultura dos citros 245

9

APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS E CALIBRAÇÃO DE PULVERIZADORES PARA A CULTURA DOS CITROS

Marcelo da Costa Ferreira

1 Importância da cultura e tecnologia de aplicação

O Brasil é o maior produtor de laranjas e de suco de laranja do mundo, ocupando posição estratégica no agronegócio mundial.

Mesmo com dificuldades verificadas pelo setor devido a variações de preço internacionais do suco e pela chegada ao País de importantes problemas fitossanitários, a produtividade aumentou 12,44% entre os anos de 2003 e 2007 (IBGE, 2009), o que tem mantido a produção nacional constante nos últimos anos, mesmo com uma redução considerável na área plantada (Figura 1).

Devido à intensa ocorrência de pragas e doenças nas lavouras, a produtividade da citricultura brasileira é constantemente ameaçada. Na tentativa de manter seu potencial produtivo, utiliza-se de grande quantidade de agrotóxicos nas áreas de produção.

No Estado de São Paulo, principal produtor nacional, os gastos médios com o tratamento fitossanitário representam em torno de um terço do custo de produção (SILVA, 1996), sendo as pulverizações responsáveis por cerca da metade dos custos operacionais (MAGGIONE, 1998).

As pulverizações são utilizadas para a aplicação de produtos diversos, desde acaricidas, até fertilizantes foliares. Os alvos podem requerer características diferentes no ajuste dos equipamentos para que

haja eficiência no tratamento realizado. Estes ajustes são denominados de regulagem e calibração de pulverizadores e serão tratados em capítulo específico.

O local de ocorrência e os graus de infestação e de movimentação das pragas têm grande interferência no tratamento fitossanitário, cuja eficácia depende da distribuição do produto na copa das plantas. Pragas que se movimentam menos necessitam de maior cobertura da área-alvo a fim de aumentar a probabilidade de contaminação do organismo-alvo com as moléculas do produto fitossanitário aplicado. Desta maneira, a tecnologia de aplicação será um fator primordial para o sucesso do tratamento fitossanitário, uma vez que se baseia em conhecimentos científicos para a correta colocação do produto fitossanitário no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com segurança ao aplicador e a mínima contaminação das áreas não alvo (MATUO, 1990).

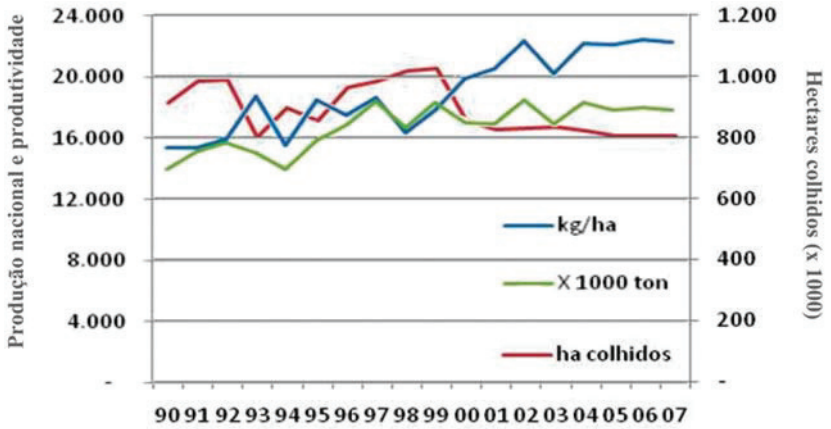

Figura 1 - Evolução da produtividade de plantas de laranja da década de 90 até 2007. Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal e Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 2009.

Para tanto, é importante conhecer-se as características físicas, biológicas e químicas do alvo, as propriedades físicas e químicas do produto e a engenharia de construção do pulverizador para que se possam adequar os recursos naturais aos financeiros na operação.

Ao se realizar uma pulverização, é comum verificar que partes das plantas não recebem cobertura suficiente da calda. As pragas podem selecionar estas áreas para caminhar e alimentar-se, tendo pouco ou nenhum contato com os produtos fitossanitários (FERREIRA, 2003).

Para minimizar a ocorrência destas falhas, utiliza-se tradicionalmente, na cultura de citros, da aplicação em volume alto, cuja calda é aplicada além do ponto de escorrimento (CAMARGO; SILVA, 1975; MATUO, 1988; PRATES, 1991). Porém, em diversos trabalhos de pesquisa, verifica-se que mesmo utilizando-se de mais de quinze mil litros de calda por hectare (WHITNEY; BROOKS; BULLOCK, 1978; PEREGRINE; DOUGHTON; SOUTHCOMBE, 1986; WILES, 1996), há risco de insucesso no controle com consequente ressurgimento da praga em curto período de tempo.

São várias as causas que levam ao insucesso do tratamento fitossanitário na cultura de citros. Entre as principais, destacam-se os equipamentos mal calibrados e mal dimensionados em relação ao porte arbóreo das plantas de citros, associados ao projeto dos pulverizadores que proporcionam dificuldades para direcionar melhor o jato de calda às plantas (Figura 2), o que dificulta a obtenção de uma cobertura do alvo mais uniforme e suficiente, com menor dispêndio de energia (FERREIRA, 2003).

Figura 2 - Aspectos do mau direcionamento dos jatos de pulverização. À esquerda, equipamento mais baixo do que a copa das plantas. À direita, jato de calda transpondo tangencialmente a copa das plantas, evidenciando a deriva na aplicação.

Além dos problemas associados à eficiência dos tratamentos, ainda há consequências econômicas e ambientais relacionadas às perdas por escorrimento e por deriva da calda aplicada (Figura 2), sendo por vezes verificado que até mais de 50% do volume aplicado é perdido desta forma (MATUO, 1988). Vale ressaltar que estes 50% perdidos foram comprados (pagos) pelo usuário e que este volume perdido não desaparece, mas deposita-se fora do alvo, causando algum tipo de contaminação.

Não há uma exata recomendação sobre qual é o correto volume de aplicação a se empregar numa pulverização em citros. Faz-se necessário analisar e responder ao menos quatro perguntas básicas que, se bem compreendidas, quando respondidas podem auxiliar na utilização de volumes adequados. São elas:

1. Qual é o tamanho da superfície a cobrir?
2. Qual é o volume máximo que uma planta pode reter?
3. Qual é o volume necessário para o controle do problema fitossanitário?
4. Como deve ser a distribuição das gotas na área para que o alvo receba o depósito suficiente em quantidade e qualidade (uniformidade da cobertura) do produto fitossanitário?

A consideração destas quatro questões pode resultar em valores bastante diferentes de volume de aplicação. Por isto, a avaliação de cada caso é de extrema importância para se obter a melhor eficiência das ferramentas disponíveis no momento do tratamento realizado.

Há ainda escassez de pesquisas que respondam a estas perguntas. No caso do tamanho da área a cobrir, tem-se que uma planta adulta de laranja da variedade "Natal" possui cerda de 240 m^2 de área foliar (MATUO; BABA, 1981; MATUO, 1988). Seria interessante conhecer-se as variações desta informação, como, por exemplo, a área foliar para as estações do ano e para diferentes regiões, além, é claro, para as diferentes idades das plantas.

Com relação à retenção máxima em folhas (mL/m^2), Ocampo-Ruiz (1992) verificou cerca de 120 mL para uma calda apenas com acaricida e entre 20 e 50 mL para caldas com adjuvantes em diferentes concentrações.

Na prática atual, uma laranjeira deste porte (240 m^2) recebe em torno de 16 a 20 L de calda. Porém, utilizando-se de adjuvantes, e considerando-se os valores de literatura para a retenção máxima e área foliar, uma planta de laranjeira "Natal" adulta é capaz de reter não mais do que 12,5 L de calda.

Caso a deposição fosse uniforme por todas as folhas das plantas, ainda assim ocorreriam perdas em torno de 40 a 60% por escorrimento, devido ao volume excessivo.

Esta uniformidade relativamente baixa na deposição da calda na planta, em que a maior parte é barrada na camada mais externa de folhas da copa, muitas vezes resulta em que apenas poucas gotas chegam ao interior da copa (Figura 3).

Figura 3 - Excesso de calda (à esquerda) e cobertura insuficiente (à direita) em plantas de citros que receberam pulverização de fora para dentro para controle de ácaros.

Esta não uniformidade explica parte da dificuldade em controlar as pragas na lavoura, a excessiva demanda por recursos e o alto risco de contaminação ambiental e de intoxicação dos operadores decorrentes das perdas do volume aplicado, para o solo e para o ar.

Com relação ao que é necessário para o controle de pragas, Ferreira (2003) verificou que baixos volumes têm potencial de serem empregados com sucesso no controle de pragas, uma vez que gotas separadas sobre a superfície do alvo são suficientes para controle satisfatório (Tabela 1).

Tabela 1 - Diâmetro e número de gotas e porcentagem de ácaros *Brevipalpus phoenicis* vivos após a aplicação de acaricidas em experimentos de laboratório. Jaboticabal, 2003.

Gotas / cm^2	DMV (µm)	Ácaros vivos (%)	Volume (L/ha)
18	293	3	193
40	247	3	257
303	156	1	499
54	317	3	750
33	313	0	443
99	319	1	1395

Fonte: Ferreira, 2003.

Este autor verificou ser eficiente uma combinação em torno de 20 gotas de 300 µm para uma mortalidade de 97% do ácaro *Brevipalpus phoenicis*, em experimentos com condições controladas.

Em uma aplicação a volume ultra-baixo (84 mL/planta), Johnstone, Walker e Huntington (1972) verificaram controle de *Planococcus citri* duas vezes melhor que na aplicação convencional (20 L/planta). Buscaram direcionar a calda ao alvo e trabalharam com diâmetro de 100 µm e densidade de 100 de gotas por cm^2, considerando este volume como suficiente para cobrir 160 m^2 de área foliar, conforme cálculos prévios. Desta forma, aliando o produto (malathion) na formulação e na concentração adequadas, obtiveram tão extraordinário resultado. Entretanto, Oliveira, Campos Neto e Fernandes (1998) observaram que diferentes volumes (5; 10; 20 e 40 L de calda/planta) e concentrações de óxido de fenbutatina (0,01; 0,02; 0,03 e 0,04% i.a.), aplicados com pulverizador equipado com lanças manuais, para controle do ácaro *B. phoenicis*, em plantas de 12 e 27 anos de idade, com espaçamento de sete por seis metros, proporcionaram melhor controle da praga com o volume de 40 L por planta, independentemente da concentração do produto na calda, justificando serem necessárias estas quantidades para melhor distribuição no interior da copa. Considerando a retenção média de 10 litros por planta, ter-se-ia no espaçamento utilizado uma retenção

de 2.380 L/ha. No caso da aplicação de 40 L/planta, seriam utilizados 9.524 L/ha. Portanto, 7.144 litros estariam sendo desperdiçados a cada hectare, agravando-se os riscos de contaminação.

Os pulverizadores para frutíferas têm evoluído consideravelmente desde os primeiros utilizados ao final do séc. XIX. Recursos capazes de monitorar condições de aplicação como os comandos mecânicos ou eletrônicos que controlam diversas funções destas máquinas, vêm permitindo melhorar a qualidade das aplicações. A pulverização com assistência de ar também representou uma importante modificação que possibilitou a utilização de menor número de pessoas envolvidas no processo de aplicação ao mesmo tempo em que proporcionou maior penetração das gotas por entre as folhas mais externas à copa das plantas. Isto melhorou a distribuição da calda sobre o alvo.

Pulverizadores que acompanham a silhueta da planta, com bicos bem posicionados, com menor consumo de energia e com gotas menos sensíveis aos fatores meteorológicos, resultam em maior segurança ao tratorista e ao ambiente sendo mais adequado ao propósito da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários.

Matuo (1988) desenvolveu um pulverizador intermitente, considerando os princípios essenciais da tecnologia de aplicação, a saber: equipamento acompanhando a silhueta das plantas; bocais de saída das gotas mais próximos ao alvo visando a diminuir as perdas por arraste pelo vento circundante e utilizando menor quantidade de energia para transportar as gotas; produção de gotas menores e mais uniformes para proporcionar melhor aproveitamento da calda aplicada, bem como promover melhor distribuição ao redor da copa das plantas; redução de volume possibilitada pelo adequado tamanho das gotas, melhor direcionamento dos jatos e pela intermitência do equipamento que fechava o jato de calda nos locais onde não haviam plantas a serem pulverizadas. Os resultados do trabalho foram um aumento expressivo da eficiência em se colocar a calda no alvo, passando de um mínimo de 32 para até 76% de deposição e uma redução de volume para menos de um terço do volume inicial empregado (Figura 4).

Tachibana (2004), no desenvolvimento de um novo modelo de pulverizador denominado de “ar convergente”, em comparação com um

modelo convencional já existente, verificou que o modelo convencional resultou em excesso de calda nas regiões das plantas mais expostas à região de pulverização do equipamento. Esta mesma máquina resultou em deficiência na cobertura das plantas de citros quando foi utilizado um volume de aplicação de 2.000 L/ha, em geral com menos calda no interior da copa e no alinhamento de plantio. Já o modelo desenvolvido atenuou as diferenças nesta região, com depósitos de calda na planta em torno de 70%, enquanto o equipamento convencional não atingiu 45%.

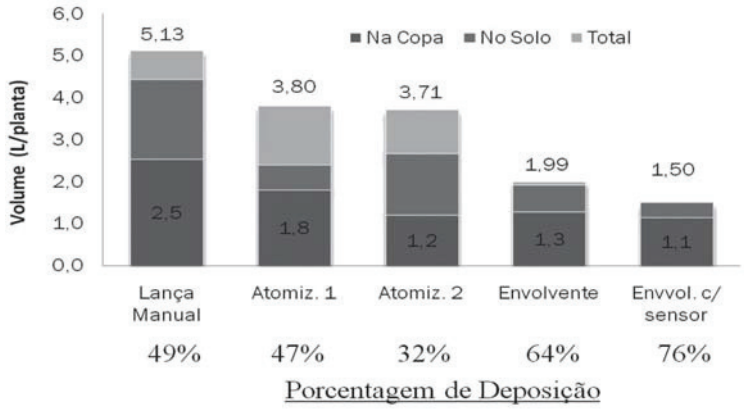

Figura 4 - Destino final e porcentagem de deposição da calda aplicada sobre plantas de citros para o controle do ácaro *Phyllocoptruta oleivora* com diversos modelos de pulverizadores. (Adaptado de MATUO, 1988).

No ano de 2008, foi lançado um novo modelo de pulverizador denominado envolvente (Figura 5), que incorpora os princípios trabalhados por Matuo (1988), desenvolvido por um conjunto de pesquisadores do Câmpus de Jaboticabal da UNESP, incluindo o próprio Prof. Tomomassa Matuo e profissionais da iniciativa privada.

Os primeiros resultados permitiram verificar que o pulverizador aplicou a calda de forma mais eficiente e uniforme quanto à deposição e cobertura da copa, mesmo com volumes reduzidos para menos da metade do utilizado em aplicações convencionais, inclusive no terço central e superior, região crítica para a maioria dos equipamentos. Estima-se que

com a redução das perdas por escorrimento e deriva, são menores os riscos de contaminação ambiental e ao trabalhador e os custos da operação.

A resposta à última pergunta: como deve ser a distribuição do produto, é assunto do item a seguir que trata da calibração dos pulverizadores.

Figura 5 - Pulverizador envolvente em desenvolvimento para a aplicação de menores volumes de calda e respeito ao ambiente, à segurança do homem e à eficácia do tratamento fitossanitário. Fonte: O autor.

2 Calibração de pulverizadores para citricultura

Por todo o mundo, a principal via de aplicação de produtos fitossanitários é a líquida. Dentro desta, a modalidade mais utilizada é a pulverização que é o processo de fragmentação de uma massa líquida em partículas menores denominadas de gotas.

Em geral, esta massa líquida é armazenada no tanque de um pulverizador que, por sua vez, é o equipamento utilizado para realizar a pulverização.

A calibração dos pulverizadores tem por objetivo o controle econômico de pragas, doenças e plantas daninhas através da distribuição uniforme da quantidade exata de agrotóxicos sobre o alvo requerido. Portanto, há uma vasta diversidade de calibrações possíveis para cada combinação entre cultura, praga, fatores meteorológicos, produtos fitossanitários, técnicas e equipamentos de aplicação, sendo o momento em que as atenções com o sistema envolvido no manejo da cultura e devem ser empregados os conhecimentos técnicos para se elaborar e executar a melhor estratégia de tratamento fitossanitário.

Considerando o tempo para a aquisição do conhecimento necessário para o adequado tratamento fitossanitário, o dispêndio de menos de uma hora, em geral, para a calibração de pulverizadores, é bastante reduzido, e os benefícios que esta atividade traz, quando realizada de maneira criteriosa, são bastante significativos.

Erros na calibração de equipamentos são responsáveis por muitas perdas na pulverização que podem dar-se devido a: danos à cultura, mortalidade da praga insuficiente, desperdício de recursos naturais e financeiros, contaminação do ambiente maior do que o inevitável.

Os principais parâmetros envolvidos podem ser identificados como sendo o volume de pulverização, a faixa aplicada, a velocidade de trabalho e os bicos de pulverização que, por sua vez, são dependentes de uma série de fatores, sendo alguns dos mais relevantes, apresentados a seguir. Há que se ressaltar que o conjunto dos fatores que afeta positiva ou negativamente o resultado do tratamento fitossanitário e a consideração da maior quantidade possível durante a calibração podem contribuir para que se alcance o objetivo da atividade.

3 Volume de pulverização

Dentre os fatores que afetam o volume de aplicação está o tipo de equipamento, que apresenta características próprias que permitem a utilização de determinados volumes. Por exemplo, podemos realizar uma comparação entre o tratamento fitossanitário para controle de psilídeos utilizando um pulverizador terrestre (comumente chamado de “turbo-

-pulverizador"), em que, via de regra, são utilizados volumes em torno de 1.000 L por hectare. No tratamento realizado com avião agrícola, este volume torna-se inviável, em função dos altos custos horários da aeronave, optando-se por quantidades menores que 30 L por hectare.

A formulação e o modo de ação do produto a ser aplicado também podem interferir no volume de aplicação. A diferença na solubilidade e no tamanho das partículas exigirá orifícios maiores ou menores, conforme cada formulação. Em geral, os pós molháveis, como vários produtos comerciais disponíveis de enxofre e cobre, necessitam de maiores orifícios nas pontas de pulverização. Já produtos mais solúveis podem ser aplicados com pontas com orifício menor, nas quais a vazão e o volume aplicados também o serão.

Produtos com translocação sistêmica, por sua vez, via de regra, não necessitam cobrir totalmente a planta-alvo, podendo-se lançar mão de volumes menores, tornando-se uma vantagem para a capacidade operacional e para a diminuição dos custos do tratamento fitossanitário.

O estágio de desenvolvimento da cultura, a quantidade e o tamanho das folhas, a presença ou não de frutos interferem na quantidade de calda que pode ficar retida numa planta, conforme já mencionado anteriormente. Por exemplo, a quantidade de calda retida numa muda recém-plantada é menor do que a de uma planta com 15 anos de idade à plena carga de frutos. Decorrente disto, a necessidade de calda para se atingir um determinado alvo nas plantas mais jovens poderá ser menor. Em função do objetivo do tratamento (pragas, doenças, plantas daninhas, adubação foliar, reguladores de crescimento), também podem ser necessários maiores ou menores volumes de calda, lembrando-se de considerar os demais fatores.

Para o ácaro-da-ferrugem *Phyllocoptruta oleivora*, a adubação foliar e a aplicação de fungicidas na época da florada dos citros, há possibilidades de se utilizar volumes menores e até mesmo caminhar a maiores velocidades de pulverização, cobrindo suficientemente as folhas da parte externa da copa das plantas. Já pragas, como o ácaro-da-leprose requerem cobertura das partes internas da copa, frequentemente consumindo volumes maiores.

As condições climáticas são fatores de extrema importância na

aplicação de produtos fitossanitários, pois podem ditar o tamanho das gotas viáveis para um determinado método de aplicação, num dado momento. Gotas finas a muito finas são mais suscetíveis à evaporação e à deriva. Em dias quentes (temperaturas acima de 30°C) e secos (umidade abaixo de 55%), estes fenômenos agravam-se. Se houver ventos fortes (acima de 10 km/h), mesmo gotas médias podem ser levadas por deriva. Correntes de convecção ainda podem carregar pequenas gotas a grandes altitudes.

O direcionamento da linha de plantio perpendicular ao vento predominante, quando possível, é uma alternativa interessante, pois resulta em diminuição da velocidade do vento e possibilita que a pulverização ocorra por maior número de tempo durante uma jornada de trabalho. Atualmente, a recomendação é de que se interrompa a pulverização nos momentos em que ocorre, pelo menos, alguma das situações-limite (vento $\geq$ 10 km/h, temperatura $\geq$ 30°C, umidade $\leq$ 55%), dentro do pomar (FAO, 1998).

Tudo isto irá refletir em perdas de produtos e recursos e em baixa capacidade operacional. A utilização de gotas grossas ou de outros artifícios, como a assistência de ar que proporciona menor tempo entre a formação da gota no equipamento e a chegada ao alvo, pode amenizar estes efeitos negativos.

4 Faixa de pulverização

Em citros, a faixa de pulverização é dada em relação a distância entre linhas de plantio ou a metade desta, dependendo do equipamento a ser utilizado. Por exemplo, utilizando-se de um equipamento que pulveriza para ambos os lados, a faixa de pulverização será igual ao espaçamento da cultura. Caso estivermos aplicando para apenas um dos lados, então a faixa será igual à metade da distância entre linhas de plantio. Esta informação será importante para a determinação do volume de aplicação e da quantidade de produto fitossanitário a ser adquirida, conforme veremos mais adiante.

5 Velocidade do pulverizador

Quanto maior for a velocidade de caminhamento do pulverizador, maior será a capacidade operacional, que significa a quantidade de área tratada por unidade de tempo.

Fatores como a declividade, a cobertura do solo, a regularidade do piso (buracos, murunduns, terraços, etc.) podem ser escolhidos, manejados e controlados, a fim de permitir que a pulverização seja feita a maiores velocidades.

O tipo de trator, de pulverizador e seus rodados também são fatores que podem ditar a velocidade de caminhamento, uma vez que possuem características próprias relacionadas à aceleração e estrutura física que permitirão determinadas velocidades seguras, para a cultura e para o operador. Especialmente para o operador, a disposição física é de grande importância, porém, muitas vezes, desconsiderada durante a pulverização. Por ser uma atividade que requer grande atenção devido ao risco de contaminação pelos produtos, pelos equipamentos e pelo ambiente no qual se trabalha, exige-se do operador uma resistência física relativamente grande. Caso o operador esteja trabalhando fatigado, poderá cometer erros durante o abastecimento (derrubar um frasco aberto de produto ao chão ou sobre si mesmo), nas manobras ('atropelar' plantas e cercas) ou na pulverização (entrar em linhas já pulverizadas ou pular linhas não pulverizadas), que resultarão num maior risco a sua integridade física, ao ambiente, além de poder comprometer o sucesso do tratamento fitossanitário. Elementos que possam tornar o trabalho menos fatigante ao operador contribuem não apenas para o seu maior conforto, mas também para o melhor resultado da tecnologia de aplicação empregada.

6 Pontas de pulverização

As pontas de pulverização são as responsáveis pela formação das gotas. Por isto, são consideradas as partes mais importantes do pulverizador. Assim, devem ser de boa procedência e estar em bom estado de conservação, com uma diferença máxima de 10% entre maior e menor

vazão, para evitar perdas por escorrimento e deriva, e permitir o menor consumo de calda possível.

Pontas de procedência duvidosa produzirão diâmetros de gotas indefinidos que poderão ser muito suscetíveis à deriva, quando muito finas, ou proporcionar escorrimento ou cobertura insuficiente, quando muito grossas.

Características como cone cheio, cone vazio, ângulo de abertura (principalmente para modelos de jato plano) também interferem na deposição da calda sobre o alvo. Quando bem conhecidas e determinadas, estas características serão aliadas fundamentais no processo de decisão sobre a utilização de um ou de outro modelo.

Pontas de pulverização de boa procedência normalmente possuem catálogos em seus pontos de comercialização com boas descrições sobre suas características gerais.

7 Calibração propriamente dita

Antes de se iniciar o processo de calibração, é importante fazer-se a verificação dos seguintes itens:

1. Registrar todos os procedimentos da calibração.
2. Informar sobre como manusear os agrotóxicos e tomar as medidas de proteção necessárias.
3. Iniciar pela limpeza do equipamento.
4. Verificar se há vazamentos e removê-los, se houver.
5. Verificar se os filtros são os recomendados. Caso contrário, adequá-los.
6. Utilizar os modelos de pontas de pulverização adequados e montá-los corretamente em ângulo, altura e pressão de trabalho.
7. Verificar a uniformidade das pontas de pulverização.
8. Verificar a uniformidade de deposição das gotas sobre o alvo requerido.

A sequência para a calibração do pulverizador é bastante simples e direta. Basta respondermos a uma pergunta fundamental: quantos litros estamos aplicando em um hectare? Ou seja, para se obter um controle

satisfatório em um determinado alvo, valemos-nos de métodos de avaliação da cobertura, como visto no capítulo sobre volume de aplicação. Julgando-se tecnicamente suficiente para determinada praga, o que se procede é a determinação deste volume, ou seja, da medição da quantidade de volume que é aplicada numa determinada unidade de área ou planta.

Podemos entender a calibração de um pulverizador nas fases a seguir.

7.1 Fase I: Regulagem do pulverizador

Nesta fase, o técnico procederá à seleção da ponta de pulverização, aos ajustes de direcionamento do equipamento em relação às plantas, à seleção da pressão de trabalho conforme o modelo das pontas de pulverização, de acordo com os limites do equipamento. A velocidade de caminhamento também será determinada nesta etapa, lembrando-se de que a rotação do motor deverá proporcionar uma rotação da tomada de potência (TDP) de 540 rpm, em função do projeto das bombas que foram criadas para operar desta maneira. Caso se verifique possibilidade de caminhar a velocidades maiores, deverá proceder-se a uma nova seleção de marchas.

7.2 Fase II: Determinação do Volume de Aplicação

Para se determinar o volume de aplicação, inicialmente, deve-se marcar uma distância ou um número de plantas conhecidas (ex.: 10 plantas). Com o trator na marcha selecionada e na rotação que proporcione 540 rpm na TDP, deve-se anotar o tempo gasto para percorrer a distância determinada (ex.: 50 s). Deve-se lembrar de que, tanto no início como no final da tomada de tempo, o trator deve estar em movimento na marcha e na rotação estabelecidas, para que a velocidade esteja constante (Figura 6). Com uma mangueira e um balde, recolher o volume aplicado no mesmo tempo gasto para percorrer a distância determinada (ex: 3 L).

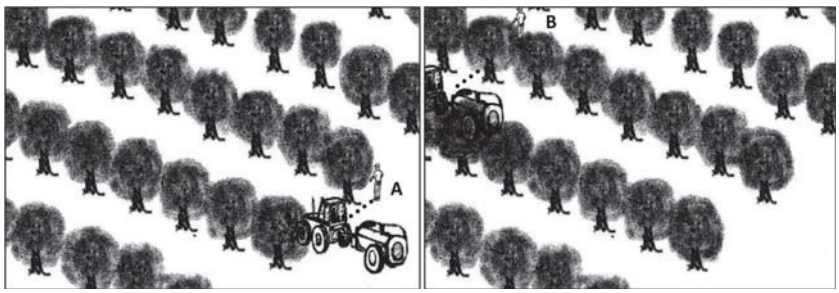

Figura 6 - Esquema da tomada de velocidade para a calibração de um pulverizador para citros. A) observador na posição de inicial; B) observador na posição final.

7.3 Fase III: Cálculo de Diluição

Nesta fase, calcula-se quanto de produto fitossanitário deve-se colocar no tanque do pulverizador. Por exemplo, pode-se utilizar o enxofre, recomendado para o controle do ácaro-da-ferrugem, na dosagem de 300 g para cada 100 L de água. Isto significa que se deverão colocar 6 kg de enxofre num tanque de 2.000 L, comumente encontrado nos pulverizadores nacionais. Para entender melhor a calibração de pulverizadores, acompanhe os exemplos a seguir.

1. Numa fazenda ocupada com 250 ha de laranjeiras plantadas no espaçamento de 7 m entre linhas (EL) e 3,5 m entre plantas (EP), na qual se pretende fazer uma aplicação para controle do ácaro-da-leprose-dos-citros. Será utilizado um acaricida indicado na dosagem de 50 mL do produto comercial para 100 L de água e um pulverizador de arrasto tratorizado de jato transportado com tanque de 2.000 L, aplicando para apenas um dos lados da cultura. Verifica-se, na calibração, que o equipamento percorre a distância ocupada por 14 plantas em 2 minutos e que a vazão total no equipamento, considerada suficiente para controle da praga, é de 67 L por minuto. Pergunta-se:

a) Qual o volume de aplicação (L/ha) que está sendo utilizado?

Para responder a esta pergunta, pode-se iniciar com a verificação da quantidade de plantas por hectare.

✓ Para se verificar a área ocupada por uma planta (AP), basta multiplicar os espaçamentos. Ou seja:

EL (m) x EP (m) = AP m^2 => 7 x 3,5 (m^2) = 24,5 m^2 (1)

✓ Como um hectare representa uma área de 10.000 m^2, dividindo-se esta área AP, determina-se o número de plantas (NP) por hectare. Ou seja:

10.000 / AP = NP => 10.000 / 24,5 = 408 plantas/ha (2)

✓ Temos que o pulverizador caminha ao lado de 14 plantas em dois minutos (tratando apenas um dos lados) e aplica 134 L (67 L/min). Então, pode-se considerar que se está aplicando 134 L em 7 plantas (tratando ambos os lados). Desta forma, deve-se relacionar o volume aplicado (V) com o número de plantas por hectare.

7 plantas _____ 134 L
NP _____ V

V = 134 x NP / 7 => 134 x 408 / 7 = 7.810,3 L/ha (3)

Podem ser sugeridas fórmulas já equacionadas para calcular o volume de aplicação. Porém, o importante é entender o procedimento do cálculo para, desta forma, resolvê-lo no momento e da maneira que se apresente.

a) Qual a quantidade de acaricida a ser utilizada em um tanque (L)?

✓ Para responder a esta pergunta, relaciona-se a concentração recomendada pelo fabricante (50 mL/100 L) pelo volume de um tanque, para se realizar a dosagem.

50 mL _____ 100 L
D _____ 2.000 L

D = 1.000 mL ou 1 L por tanque

b) Quantos litros de acaricida devem ser comprados, caso se tenha de aplicar em metade da fazenda (125 ha) com o mesmo produto?

Primeiramente, pode-se determinar a quantidade de acaricida ne-

cessária para um hectare (H), que é obtida dividindo-se V pelo volume do tanque do pulverizador.

NP ÷ 2.000 = H => 7.810,3 ÷ 2.000 = 3,91 L de acaricida / ha

Multiplicando-se este valor pela quantidade de hectares a serem tratados, têm-se o total que deverá ser adquirido. Ou seja:

H x 125 ha => 3,91 L x 125 ha = 488,8 ~ 489 L do acaricida.

Supondo-se que as plantas têm, em média, 240 m^2 de área de folhas e frutos, e uma retenção máxima de 60 mL/m^2, pergunta-se:

a) Qual seria a retenção máxima de calda (folhas + frutos) em um hectare?

✓ Inicialmente, é preciso determinar-se a retenção, multiplicando-se:

240 x 60 = 14.400 mL, ou 14,4 L por planta

✓ Como há 408 plantas por hectare, multiplicando-se este volume pelo número de plantas, teremos:

408 x 14,4 = 5.875,2 L/ha

b) Qual seria a quantidade de acaricida a ser adquirida para os mesmos 125 ha, caso se conseguisse aplicar exatamente a quantidade retida?

Neste caso, como em um hectare se aplicam 5.875,2 L, serão necessários 2,94 L de acaricida por hectare. Para 125 ha serão necessários:

2,94 x 125 = 367,5 ~ 368 L do acaricida.

Vale ressaltar que, aqui, se está considerando a retenção máxima em folhas e frutos das plantas, situação acima da necessidade de controle da praga, conforme visto anteriormente. Sendo assim, considerando-se apenas o produto fitossanitário empregado, utilizando-se de equipamento adequadamente calibrado, a economia poderia ser ainda maior.

c) Nesta situação, qual seria a economia, em reais, considerando um valor de R$ 100,00 por litro de acaricida?

Caso 1: 489 L x R$ 100,00 = R$ 48.900,00

Caso 2: 368 L x R$ 100,00 = R$ 36.800,00

R$ 48.900,00 – R$ 36.800,00 = R$ 12.100,00 de economia no segundo caso.

2. Caso o equipamento disponível fosse uma lança manual, a tomada de tempo e a medição da vazão, e os cálculos são realizados de maneira idêntica ao anteriormente demonstrado. Porém, a quantidade de plantas tratadas é muito menor do que no caso anterior. Ou seja, há menor capacidade de campo operacional.

Para a determinação do tamanho da frota de máquinas, considere-se que normalmente são necessários de quatro a cinco pulverizações para controle de ácaros, por ano, sendo 1 a 2 para leprose e 3 a 4 para ferrugem. Um turbopulverizador possui uma capacidade operacional em torno de 3 a 5 hectares por dia (tratamento para controle do ácaro-da-leprose). Os pulverizadores de pistola tratam de 0,5 a 1,5 hectare por dia. Assim, caso se pretenda pulverizar os 150 ha, por exemplo, pode-se demorar de 30 a 50 dias com um pulverizador assistido de ar ou mais de 300 dias com um equipamento de pistola.

A recalibração dos equipamentos pode ser recomendada a cada mudança de formulação ou de dosagem dos produtos fitossanitários ou da situação de trabalho (equipamento, meteorologia, estágio de ocorrência da praga, idade da cultura).

Também se faz importante considerar uma pequena margem de segurança de 3%, tanto nas aplicações para controle de pragas, doenças e plantas daninhas, como nas de adubos foliares, adjuvantes e biorreguladores em função das adversidades que podem ser encontradas durante as operações, sem prejuízo do tempo para o trabalho.

Por si só, a quantidade do insumo a ser adquirida já constitui uma vantagem importante no processo de negociação de compra, junto aos fornecedores.

8 Referências Bibliográficas

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de Adubação Foliar.** São Paulo: La Libreria, 1975. p.217-51.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agricultural pesticide sprays.** Rome: FAO, v.2, [S.n.], p.62, 1998.

FERREIRA, M. C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para o controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros.** 2003. 64p. Tese (Doutor em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática** - Banco de dados agregados: Agricultura - Rendimento Médio – Brasil. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric> Acesso em: 05 de maio de 2009.

JOHNSTONE, D. R.; WALKER, P. T.; HUNTINGTON, K. A. Ultra-low volume, hand-operated motorised sprayer for insecticide application in citrus. **International Pest Control**, London, v.14, n.5, p.8-15, 1972.

MAGGIONE, C. S. Planejamento e custo citrícola. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v.1, n.5, p.6, 1998.

MATUO, T. **Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citros.** 1988. 167p. Tese (Livre-docente) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal: FUNEP, 1990. 140p.

MATUO, T.; BABA, K. J. Retenção de líquido pelas folhas de citros em pulverização a volume alto. **Científica**, Jaboticabal, v.9, n.1, p.97-104, 1981.

OCAMPO-RUIZ, R. A. **Efeito de alguns espalhantes-adesivos na retenção e na ação do propargite sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em folhas de citros**. 1992. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

OLIVEIRA, C. A. L. de; CAMPOS NETO, R. R.; FERNANDES, C. B. Efeito de diferentes volumes de calda no controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.27, n.1, p.117-124, 1998.

PEREGRINE, D. J.; DOUGHTON, N. E.; SOUTHCOMBE, E. S. E. The influence of application volume on the efficacy of clofentezine used early season for control of *Panonychus ulmi* (Koch) on apples. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE PESTS AND DISEASES, 1986, Brighton. **Proceedings…** p. 307-314.

PRATES, H. S. Controle fitossanitário dos pomares cítricos: recomendações práticas. In: RODRIGUEZ, O. (Ed.) et al. **Citricultura brasileira.** 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991, v.2, [S.n], p.824-851.

SILVA, M. M. Defensivo bem dosado é economia na certa. In: AGRIANUAL 97. **Citros:** laranja. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 1996. p.203-304.

TACHIBANA, A. **Desenvolvimento e avaliação de sistemas de aplicação de defensivos para a citricultura**. 2004. Tese (Doutoramento) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004, Botucatu.

WHITNEY, J. D.; BROOKS, R. F.; BULLOCK, R. C. Pesticide application methods for citrus in Florida. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRICULTURE, 5, 1978, Sidney. **Proceedings…** p. 163-167.

WILES, T. Projeto e uso de equipamentos de pulverização agrícola na América Latina. (Parte II Brasil). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1, 1996, Jaboticabal. **Anais...** p. 16-29.

ISBN 978-85-88805-53-8

9 788588 805538

ISBN 978-85-7983-542-1

9 788579 835421