

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

**CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA DE PULVERIZAÇÃO
NECESSÁRIA PARA CONTROLE DO ÁCARO *Brevipalpus
phoenicis* (G., 1939) EM CITROS.**

Marcelo da Costa Ferreira
Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA DE PULVERIZAÇÃO

NECESSÁRIA PARA CONTROLE DO ÁCARO *Brevipalpus*

***phoenicis* (G., 1939) EM CITROS.**

Marcelo da Costa Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Tomomassa Matuo

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Amadeu Leite de Oliveira

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

Jaboticabal – SÃO PAULO – BRASIL

Junho – 2003

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARCELO DA COSTA FERREIRA – nasceu no dia 30 de julho de 1972, na cidade de Santo Anastácio, oeste do Estado de São Paulo. Realizou seus estudos fundamentalmente em escolas públicas. Coursou Agronomia na UNESP, Campus de Jaboticabal, de 1992 a 96. Exerceu função de Engenheiro Agrônomo entre 96 e 98 em fazendas produtoras de citros da região Noroeste do Estado, com ênfase para o tratamento fitossanitário. Coursou Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), na UNESP de Jaboticabal entre 98 e 2000, na linha de pesquisa em Tecnologia e Segurança na Aplicação de Agrotóxicos. Em 1999, iniciou a colaboração na disciplina de Tratamento Fitossanitário, ministrando aulas para os alunos do curso de graduação em Agronomia. Coursou o Doutorado entre 03/2000 e 06/2003, neste período foi: colaborador do jornal CONJUNTURA AGRÁRIA do Depto. de Economia Rural, Membro Titular da Comissão de Ética da greve dos servidores da UNESP, de 15/5 a 12/6/2000, Membro Titular do Conselho do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, gestão 2000-1 e da Comissão de Pesquisa, gestão 2001-2, Presidente do III Encontro de Pós-Graduandos da FCAV-UNESP e II Encontro de Pós-Graduandos das Ciências Agropecuárias da UNESP, realizados em 2001, Vice-Presidente da Associação de Pós-Graduandos da UNESP, Campus de Jaboticabal, gestão 2001-2. Criou e editou entre 06/2000 e 12/2001 o *Informativo APG*, boletim veiculado via correio eletrônico para comunidade da UNESP, Campus de Jaboticabal. Em 2002, elaborou o processo de regulamentação do Laboratório de Análise do Tamanho de Partículas – LAPAR, assumindo a atribuição de responsável técnico analítico. Outras atividades foram realizadas com o bom teor de aprendizado que o convívio pode viabilizar.

EPÍGRAFE

Que dizer de uma obra que exprime os resultados de três anos de pesquisa, discutidos com a visão de meros trinta anos de experiência de vida e um olhar otimista de quem acredita ser o futuro uma oportunidade que começou no passado e que não se sabe exatamente onde pode chegar?

Com a ambiciosa intenção de desenvolvê-la como um trabalho básico para novos equipamentos e tecnologias para a aplicação de produtos fitossanitários, é nosso maior desejo que a contribuição para a sociedade seja a ampliação da discussão do problema: aplicação de agrotóxicos, bem como a continuidade dos estudos que permitam trazer para a prática agrícola a utilização racional e otimizada dos recursos financeiros e naturais para uma coexistência equilibrada e sustentável do homem com a biota terrestre.

Para este pequeno, mas muito representativo pedaço da minha vida, apenas devo concordar com João Cabral de Mello Neto, parafraseando: “... *chega a hora em que tenho que dar como pronto...*”

Ao ícone da Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários no cenário mundial, pessoa cujo caráter e perseverança fazem a diferença quando envolvidos em qualquer que seja a causa: Professor Tomomassa Matuo, Dedico...

À minha família, sobretudo mãe Maria de Lourdes, pai Benedito, irmãs Maria e Tata, sobrinhos e sobrinhas e ao meu filho Gabriel. Pela presença incondicional e apoio voluntário que me permitem acreditar

Que A Vida Tem Um Sentido E Vale A Pena,

Ofereço...

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Tomomassa Matuo de quem muito me orgulho em ter tido como mestre. Sem ele este trabalho não existiria. Sua experiência e clareza de raciocínio viabilizaram a realização desta pesquisa.
- Ao Prof. Dr. Carlos Amadeu Leite de Oliveira que co-orientou esta pesquisa. Em muitos momentos trouxe luz e soluções importantes para questões urgentes.
- Ao Pesquisador Científico da EMBRAPA Meio Ambiente Eng^o Agr^o Aldemir Chaim, M.Sc., pelas sugestões na montagem do mecanismo aplicador de gotas para a caracterização da cobertura mínima para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, e pela realização da análise por imagem do papel sensível.
- À Banca examinadora do exame de qualificação, Profs. Drs. Julio Cezar Durigan, Jaime Maia dos Santos, Joaquim Gonçalves Machado-Neto, Arlindo Leal Boiça Júnior, pelas críticas e sugestões que permitiram aprimoramento do trabalho e preparação para a defesa da Tese.
- À Banca examinadora da tese: Dr. Hamilton Humberto Ramos, Pesquisador Científico do IAC-APTA, Prof. Dr. Casimiro Dias Gadanha Júnior, ESALQ/USP, Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi - UNESP, Botucatu, Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano - UNESP, Botucatu. Pela Participação e valiosas sugestões para aprimoramento do trabalho.
- Ao Prof. Dr. Santin Gravena, pelas sugestões que, há alguns anos, inspiraram esta pesquisa.
- À UNESP, representada pelo Conselho do Programa de Produção Vegetal, pelo qual fui regido durante o curso.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES.
- Ao FUNDECITRUS pelo aporte financeiro que viabilizou boa parte do material utilizado nesta pesquisa. Agradecimentos especiais ao Eng^o Agr^o José Belasque Júnior, M.Sc., que intermediou o primeiro contato que resultou na parceria.
- Aos estagiários: Biólogo Matheus de Oliveira Bazoni e graduando em Biologia Matheus Nicolino Peixoto Henares, pelo incansável auxílio na instalação e avaliação dos experimentos, troca de idéias e amizade. Renato Pires Pinheiro, Mariana Vilela Lopes, Fernanda Maria Rossi, cujos trabalhos tive oportunidade de co-orientar. Espero ter

contribuído para a sua formação. Em todos os momentos desejei seus crescimentos profissionais, sem perder o foco no convívio amigável e sustentável.

- Aos sinceros amigos pós-graduandos que me ouviram, apoiaram, e acompanharam esta jornada: Eng^o Agr^o Maurício Leite de Oliveira, M.Sc., Eng^o Agr^o Paulo Cesar Timossi, M.Sc., Eng^o Agr^o Paulo Sergio de Souza, M.Sc., Eng^o Agr^o Pedro Luiz Soares Martins, M.Sc., Eng^a Agr^a Márcia de Holanda Nozaki, M.Sc., Eng^o Agr^o Geraldo Costa Nogueira Filho, M.Sc. e tantos outros futuros doutores que me apoiaram intensamente em momentos críticos. Ao grande amigo Eng^o Agr^o Glauberto Moderno Costa, pelo companheirismo e preocupação, ao que muito lhe tenho que retribuir.
- Aos colegas de trabalho Raquel Matassa de Assis, Maria Isabel Vitale, pelo apoio logístico da secretaria que foram imprescindíveis à viabilização de inúmeros serviços durante o curso, Dionísio, Reinaldo, Jurandir, Natalina (Naná) com quem compartilhei tantas conversas quando pudemos aprender um pouco sobre a matemática da vida.
- Com carinho muito especial à Profa. Dra. Nilza Maria Martinelli, cuja amizade foi vital durante o transcorrer destes anos, sua energia, otimismo e garra em superar e crescer com as situações que a vida proporciona transformaram o convívio num sentimento de que dois valem muito mais do que um mais um.
- Ao incansável Técnico Agrícola Gilson José Leite. Admirável pelo caráter, força de vontade e humor inabalável. Modelo de conduta para muitos que com ele convivem. Seu auxílio na montagem do mecanismo aplicador permitiu a realização dos experimentos. O compartilhamento das atividades didáticas e para-didáticas também será memorável.
- A tantos outros amigos que irão para sempre comigo nas lembranças dos trabalhos que juntos realizamos (APG, Comissões) ou pelo convívio desta efêmera, mas intensa passagem pela academia.
- À Sociedade de onde vim e da qual faço parte agradeço a oportunidade e prontifico-me à retribuição, oferecendo os frutos deste meu trabalho.
- A Deus por manter a energia em forma de minha vida e de toda a vida que me cerca.

Com sincero e humilde orgulho de estar neste lugar e neste momento, agradeço.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Tecnologia de Aplicação...	3
2.2. Diâmetro de gotas e tratamento fitossanitário	7
2.3. Papel sensível para avaliação da deposição de agrotóxicos	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Criação de <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes, 1939)	15
3.2. Experimentos Preliminares.....	17
3.2.1. Acaricidas utilizados nos experimentos.....	17
3.2.2. Momento adequado para transferência dos ácaros para os frutos	17
3.2.3. Comportamento do ácaro frente ao depósito dos acaricidas nos frutos... ..	19
3.3. Determinação do diâmetro e da quantidade de gotas por centímetro quadrado, para controle do ácaro da leprose	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. Momento adequado para transferência dos ácaros para os frutos.....	27
4.2. Comportamento do ácaro frente ao depósito dos acaricidas nos frutos	29
4.3. Determinação do diâmetro e da quantidade de gotas por centímetro quadrado, para controle do ácaro da leprose	40
5. CONCLUSÕES	58
6. REFERÊNCIAS.....	59

**CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA NECESSÁRIA PARA CONTROLE DO
ÁCARO *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939), EM FRUTOS DE LARANJA.**

RESUMO - O objetivo desta pesquisa foi identificar a cobertura mínima necessária ao controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis*. O trabalho foi conduzido no Depto. Fitossanidade – UNESP, Jaboticabal, em frutos de laranja infestados artificialmente com ácaros criados em câmara climatizada. Testou-se o efeito residual e tópico de propargite e verificou-se que o acaricida possui ambos os efeitos. Investigou-se o efeito da cobertura de frutos com pulverização da calda dos acaricidas: cyhexatin, óxido de fenbutatina, dinocap e propargite na concentração comercial e metade desta. Verificaram-se efeitos diferenciados, sendo a maior eficiência verificada para o cyhexatin e a maior migração dos ácaros da área tratada para o óxido de fenbutatina. Neste ensaio foi confirmado que quanto maior a área do fruto tratada maior a mortalidade dos ácaros. Determinou-se, então a cobertura mínima com base no tamanho e número de gotas a ser depositada para obtenção de controle satisfatório do ácaro. Utilizou-se o acaricida propargite nas concentrações de 0,036%, 0,072%, com e sem espalhante-adesionante e 0,144% sem espalhante-adesionante. Verificou-se que a adição do espalhante-adesionante prejudicou o efeito acaricida da calda. A cobertura mínima necessária para o controle do ácaro com a calda de propargite a 0,072% determinada no trabalho, foi resultante de 18 gotas de 293 µm por centímetro quadrado.

Palavras-chave: leprose, citros, tratamento fitossanitário, tamanho de gotas.

CHARACTERIZATION OF SPRAY COVERAGE NEEDED TO CONTROL MITE

Brevipalpus phoenicis (G.,1939) IN CITRUS FRUITS.

Abstract – The aim of this research work was to identify the minimum adequate spray coverage number and size to control the mite *Brevipalpus phoenicis*. The research was conducted at Department of Crop Protection – UNESP, Jaboticabal, using oranges artificially infested by mites reared in a controlled chamber. Residual and topical actions of propargite were tested and it was observed that the miticide has both of effects. Effects of fruit coverage with spray of miticides: cyhexatin, fenbutatin oxide, dinocap and propargite were investigated using the commercially recommended dosage rate and half of this dosage. It was verified that the effects varied being cyhexatin the most effective and fenbutatin oxide causing more escape of mites from treated area. In this trial was confirmed that larger the sprayed area higher was the mortality of mites. Minimum effective coverage was studied using 0.036% and 0.072% propargite solution, with and without spreader-sticker and 0.144% without the spreader-sticker. It was verified that addition of the spreader-sticker had detrimental effect on miticide action. The minimum spray coverage to achieve control of the mite using 0.072% propargite solution determined in this work is 18 droplets of 293 μm per square centimeter.

Keywords: leprosis, citrus, spray application, droplet size.

1. INTRODUÇÃO

A cultura dos citros ocupa posição de destaque no agro-negócio brasileiro. No Estado de São Paulo foi responsável pela ocupação de 11,2% da mão-de-obra agrícola, em 2002, menor apenas que nas culturas de cana-de-açúcar e café (FUNDAÇÃO SEADE, 2003). Nela se utiliza importante quantidade de agrotóxicos, sendo que nos últimos anos em torno de 90% dos acaricidas comercializados no mercado nacional foram destinados aos citros (CONCEIÇÃO, 2003). Deste montante, mais de 60% é utilizado no controle do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*, Geijskes, 1939), principal praga da cultura, por ser vetor da leprose (considerada uma das doenças mais graves para as laranjeiras) e devido à elevada quantidade de recursos alocados para esta finalidade.

Em função dos hábitos da praga em se manter na parte mais interna da copa das plantas, seu tamanho diminuto, dos portes e formas variadas das copas das plantas, dos equipamentos utilizados e por tradição, a pulverização é efetuada com volumes elevados de calda, na busca de um controle eficiente do ácaro. A escassez de trabalhos que determinem critérios suficientes para uma operação racional de aplicação de agrotóxicos para controle desta praga contribui para um quadro controverso em que técnicos argumentam a favor do uso de tais volumes a fim de manter a eficácia de controle, ao mesmo tempo em que buscam meios para tornar a atividade financeiramente menos onerosa e impactante ao ambiente e à saúde dos operadores.

Neste contexto, o presente trabalho pretendeu estabelecer critérios para o estudo das técnicas de aplicação de agrotóxicos na citricultura, determinando a cobertura mínima necessária para o controle do ácaro da leprose. Com base nestas informações o desenvolvimento de máquinas e técnicas de aplicação poderá evoluir da atual fase empírica para uma fase mais científica.

O objetivo desta pesquisa foi determinar a cobertura mínima com base no número e no diâmetro de gotas, e quantidade do produto depositado, necessários ao controle do ácaro da leprose.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil, atualmente, é o maior produtor mundial de laranjas, com uma produção de 16,84 milhões de toneladas de frutas em 2001, ano em que exportou US\$ 845,1 milhões, somente em sucos. No Estado de São Paulo concentra-se a maior parte da produção nacional, com cerca 82% do total produzido em 2002 (AGRIANUAL 2003). Dentre as 34 principais culturas do Estado, em 2002, a laranja foi a terceira em que mais se utilizou mão-de-obra (11,2%) e a quarta em área ocupada (10,5%), segundo dados da FUNDAÇÃO SEADE (2003).

Dos acaricidas utilizados na cultura, mais de 60% são para controle do ácaro *B. phoenicis*, que é vetor da leprose dos citros ("Citrus leprosis virus" - Rhabdoviridae) uma das doenças mais graves das laranjeiras. O ácaro é considerado a principal praga da cultura, sobretudo pelo montante de recursos alocados para o seu controle (CHIAVEGATO & KHARFAN, 1993; MAGGIONE, 1998; BASSANEZI et al., 2001). Além do alto custo dos acaricidas empregados, existe a agravante da baixa capacidade operacional dos equipamentos, devido ao volume alto utilizado, a baixa velocidade de caminhamento e às implicações decorrentes destas práticas.

A leprose dos citros afeta principalmente a laranja doce (*Citrus sinensis*) das variedades Pêra, Natal e Valência, que representam mais de 90% das copas plantadas no Estado de São Paulo. A doença também se manifesta com menor severidade em variedades de laranja azeda (*C. aurantium*), limões verdadeiros (*C. limon*), limas ácidas (*C. aurantifolia*), limas doces (*C. limettioides*), tangerinas (*C. reticulata*), cidras (*C. medica*) e pomelos (*C. paradisi*). A tangerina Murcote e os tangelos (*C. reticulata* x *C. paradisi*) têm-se mostrado bastante resistentes à doença. Os danos podem ser desde a queda e a depreciação de frutos para o comércio "in natura" à morte de ramos e até da planta, dependendo da severidade da infestação (GUIRADO & SILVERIO, 1992, BASSANEZI et al., 2001).

O ácaro *B. phoenicis* é o representante de maior expressão econômica da família Tenuipalpidae (Berlese, 1913), denominada de ácaros planos, exclusivamente fitófagos (FLECHTMANN et al., 1995). Possui ocorrência cosmopolita, tendo sido catalogado em

34 espécies de plantas hospedeiras (TRINDADE & CHIAVEGATO, 1994). Na planta cítrica, os locais preferidos são frutos com verrugose (*Elsinoe fawcetti*) mais internos às copas das plantas, frutos sem verrugose, ramos e folhas (CHIAVEGATO & KHARFAN, 1993). Nos frutos sem verrugose há maior movimentação do ácaro para ramos e folhas, portanto com maior possibilidade de transmissão da leprose (ALBUQUERQUE et al., 1995). Atualmente, em função de um grande número de lesões em folhas, causadas pela larva minadora dos citros (*Phyllocnistis citrella*), a incidência do ácaro tem aumentado nestes órgãos das plantas (RODRIGUES, 1998), concordando com relatos da preferência da praga por locais abrigados, sobretudo para postura (ALBUQUERQUE et al., 1995). Ocorre naturalmente durante o ano todo e o inverno é o período mais favorável ao crescimento populacional (OLIVEIRA, 1986).

A ocorrência e o grau de movimentação do ácaro têm grande interferência na eficácia do tratamento fitossanitário, uma vez que está ligada à distribuição do produto na área e a ação sobre a praga-alvo a ser controlada (HALL & REICHARD, 1978; CROSS & BERRIE, 1990). Em citros, este fato pode ser muito relevante para o controle, porque a maioria das espécies de importância econômica, movimenta-se ativamente pela copa das plantas. No caso de *B. phoenicis* esta movimentação está intimamente relacionada à rugosidade da superfície de sobrevivência da praga (ALBUQUERQUE et al., 1995).

2.1. Tecnologia de aplicação

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários significa o emprego de conhecimentos científicos para a colocação do produto fitossanitário no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990). Isto implica em se otimizar a utilização de recursos naturais e financeiros, com as possibilidades técnicas e científicas desenvolvidas até o momento da aplicação.

A escassez de trabalhos que determinem critérios suficientes para uma operação racional de aplicação de produtos fitossanitários para controle das pragas em citros

constitui um quadro controverso em que técnicos argumentam a favor da aplicação de volumes elevados de calda, a fim de manter a eficácia de controle, ao mesmo tempo em que buscam meios para tornar a atividade menos onerosa e impactante ao ambiente e à saúde dos operadores. Este desejo de tornar a realidade mais saudável exige pesquisa para responder às recorrentes perguntas sobre quando e como se deve proceder ao controle de pragas.

Quando ocorre uma pulverização no campo, é comum que algumas áreas nas plantas não recebam suficiente cobertura da calda. Neste caso, as pragas podem selecionar estas áreas para caminhar e alimentar-se, tendo pouco ou nenhum contato com os produtos fitossanitários que perderão a sua atividade biológica com o passar do tempo (KONNO et al., 2001). Na tentativa de minimizar a ocorrência destas falhas, se utiliza, tradicionalmente, na cultura de citros a aplicação em volume alto, cuja calda é aplicada além do ponto de escorrimento, em função das dificuldades em se cobrir adequadamente as plantas, pela diversidade de portes e densidade de folhas, ramos e frutos (CAMARGO & SILVA, 1975; MATUO, 1988; PRATES, 1991). Equipamentos mal calibrados e mal conservados e formas de aplicação que proporcionam dificuldades no direcionamento do jato de calda, também comprometem a possibilidade de se conseguir uma boa cobertura do alvo, favorecendo a aplicação a volume alto. Porém, mesmo sendo utilizados até mais de quinze mil litros de calda por hectare (WHITNEY et al., 1978; PEREGRINE et al., 1986; WILES, 1996), são freqüentes os relatos de insucesso no controle e o rápido ressurgimento da praga, após o tratamento. Os fatores responsáveis pelo insucesso podem ser vários. No caso da aplicação, atribui-se à condição atual de baixa eficiência à carência de ensaios independentes e objetivos para o estabelecimento dos critérios necessários ao desenvolvimento de equipamentos e formas de aplicação para a utilização mais racional dos recursos destinados ao tratamento fitossanitário (MATUO, 1988; WILES, 1996).

Desta forma, a determinação da deposição das gotas sobre o alvo, a distribuição destas gotas, a concentração adequada do produto fitossanitário e a retenção da calda aplicada suficientes para controle eficaz da praga, são premissas básicas para se determinar quaisquer projetos de equipamento ou mesmo as regulagens e calibrações

no momento da aplicação, com diminuição dos custos e dos riscos de intoxicação dos operadores e de contaminação ambiental (FERREIRA, 2000).

Por conta da escassez de estudos desta natureza para as condições nacionais, a prática atual de utilização de volumes altos resulta em perdas de calda por escoamento para o solo ou por deriva, superiores a 50% (MATUO, 1988), sendo verificada uma retenção máxima em folhas de laranjeira em torno de 55 mL de calda/m². Isto significa uma retenção máxima em torno de 13,3 L para uma laranjeira Natal de 4,2 m de altura (241,2 m² de área foliar). Já MATUO & BABA (1981) encontraram retenções de apenas 32 mL de calda/m², ou 7,7 L em 241,2 m² de área foliar.

Na prática atual, uma laranjeira deste porte recebe em torno de 16 a 20 L de calda. Caso a retenção fosse exatamente uniforme por todas as folhas das plantas, ainda assim ocorreriam perdas em torno de 40 a 60%. Como há uma 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 apenas poucas gotas chegam ao interior da copa. Esta não uniformidade explica, em parte, a dificuldade no controle da praga no campo, com a elevada demanda de recursos, o alto risco de intoxicação dos operadores e a contaminação ambiental decorrente do volume alto de aplicação que, devido ao excesso, é perdido para o solo e para o ar.

Em uma aplicação a volume ultra baixo (84 mL/planta), JOHNSTONE et al. (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 cm², considerando este volume como suficiente para cobrir 160 m² de área foliar, conforme cálculos prévios. Desta forma e aliando o produto (malathion) na formulação e concentração adequadas, obtiveram tão extraordinário resultado. Entretanto, OLIVEIRA et al. (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 de arrasto tratorizado, equipado com lanças manuais, para controle do ácaro da leprose dos citros, em plantas de 12 e 27 anos de idade, com espaçamento de sete por seis metros, proporcionaram melhor controle desta praga com o volume de 40 L/planta,

independente da concentração do produto, justificando serem necessárias estas quantidades em função da necessidade de distribuição do produto pelo interior da copa, onde se localiza a praga, conseguida pelo tipo de equipamento utilizado. Considerando uma 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.

Com uma área plantada, no Brasil, de mais de 815 mil hectares de laranja (AGRIANUAL 2003), seriam mais de 5,8 bilhões de litros de calda (água + agrotóxicos) despejados no ambiente, em uma única aplicação. Quando se considera que podem ocorrer mais de cinco pulverizações para controle de ácaros em um único ano, as cifras atingem valores realmente alarmantes. Diante deste quadro, acredita-se serem urgentes pesquisas que identifiquem formas de racionalizar a utilização dos recursos naturais e financeiros.

VIOLANTE NETO (1987) também afirma que uma das formas de prevenir o insucesso no controle de pragas é a utilização de volumes suficientes para “molhar” toda a planta cítrica.

Em diferentes condições ambientais, a deposição das gotas de aplicação nas copas de plantas cítricas apresentou resultados interessantes. Para o volume de 4.700 L/ha ocorreu uma deposição de $1,44 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, enquanto o volume de 470 L/ha proporcionou $1,67 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (HOFFMANN & SALYANI, 1996). Na aplicação do maior volume percebeu-se um alto grau de escorrimento da calda pelas plantas, enquanto com o menor volume praticamente não houve escorrimento. Quando ocorre escorrimento, os depósitos são proporcionais à concentração do defensivo na pulverização e independem do volume aplicado (OCAMPO-RUIZ, 1992).

Quando se fazem aplicações a volume alto, as gotas individuais coalescem formando glóbulos que, ao atingir determinado tamanho, iniciam o processo de escorrimento (JOHNSTONE, 1973; OCAMPO-RUIZ, 1992). Neste caso, a ação de espalhantes-adesionantes pode agravar este processo à medida que facilitam a coalescência das gotas. CHIAVEGATO et al. (1993), testando o efeito de espalhantes-

adesionantes na ação de hexythiazox, aplicando-se dez litros por planta, para controle do ácaro da leprose, verificaram que a adição de adjuvantes não melhorou a eficiência do acaricida e ainda que num dos tratamentos a ação do produto teria sido melhor sem o espalhante. Em experimentos de campo, o espalhante-adesionante também não teve efeito sobre duas formulações de cyhexatin, para o controle de *B. phoenicis* até 93 dias após as aplicações (OLIVEIRA et al., 1997).

Um dos critérios mais importantes para estimar a eficiência de uma aplicação de produto fitossanitário é a retenção do produto pelo alvo (OCAMPO-RUIZ, 1992). As aplicações que vão além do ponto de escorrimento fazem com que a retenção da substância química pelas folhas seja menor que quando a pulverização pára antes de se iniciar o escorrimento. Neste caso, a adição de espalhantes em aplicações a volume alto é dispensável, porque não melhoram ou pioram a eficiência do tratamento realizado. JOHNSTONE (1973) discorre sobre as interações entre os líquidos e a superfície do alvo que tem interferência no grau de retenção, relacionando as características físico-químicas, texturais e estruturais que podem variar em função da espécie tratada. Numa mesma espécie podem variar conforme o estágio de desenvolvimento, regiões do limbo foliar, pilosidade, dimensões físicas, tamanho de gotas e posicionamento das partes das plantas. O autor afirmou que a retenção é maior em folhas pequenas e em posição horizontal, fato confirmado por MATUO & BABA (1981), que observaram que folhas menores retiveram proporcionalmente, maiores quantidades de líquido. Entretanto, STEVENS et al. (1996) sugerem que o aumento da cobertura do alvo após a pulverização com o uso de adjuvantes permite a utilização de volumes baixos de aplicação, porém, reconhece que existem poucas publicações sobre o uso de surfactantes, em particular os organossiliconados, em aplicações de agrotóxicos, na cultura dos citros.

2.2. Diâmetro de gotas e tratamento fitossanitário

O conhecimento do diâmetro das gotas a serem aplicadas para cada finalidade é essencial para o adequado desenvolvimento tecnológico do tratamento fitossanitário,

uma vez que, estando referenciadas as metodologias de avaliação destas gotas com a mortalidade das pragas ou controle das doenças para os principais produtos fitossanitários, poder-se-á padronizar procedimentos de aplicação, direcionando o desenvolvimento para condições determinadas, com indicações seguras e exatas sobre como deverá estar a cobertura de um alvo após a aplicação do produto fitossanitário.

O diâmetro adequado se confunde com o próprio conceito de tecnologia de aplicação, sendo considerado como aquele que proporciona o máximo controle da praga com a mínima quantidade de produto fitossanitário e mínima contaminação do ecossistema (HIMEL, 1969). Este diâmetro deve ser aquele produzido com boa uniformidade, para minimizar a presença de gotas muito pequenas, que possam perder-se antes de chegar ao alvo, ou de gotas excessivamente grandes que possam, com o impacto sobre o alvo, ricochetear ou fragmentar-se em gotas menores, ou escorrer para o solo, pelo volume excessivo de si mesmas. A gota de diâmetro adequado carregará consigo a quantidade suficiente para o controle da praga, doença ou planta daninha, para a qual foi necessário o tratamento fitossanitário. É provável que a distribuição uniforme de um determinado diâmetro e número destas gotas possibilitem o sucesso da operação, mesmo que se utilize a aplicação a volume baixo. Neste caso, cresce a importância de se conhecer qual é a melhor combinação de diâmetro, volume e concentração de ingrediente ativo na calda, para as principais pragas, cujo controle é realizado por pulverização.

Produzindo gotas de água e de calda com 0,1% de surfactante, usando um gerador com orifício vibratório e túnel de vento para produzir gotas de seis tamanhos uniformes, SALYANI (1988) verificou que a faixa entre 240 e 340 μm de diâmetro proporcionou a maior eficiência na deposição sobre superfícies de folhas de citros e de papel de filtro, em três distâncias de lançamento das gotas e três velocidades de passagem pelos alvos. O diâmetro de gotas foi determinado coletando-se amostras em uma matriz de óleo siliconado de alta viscosidade e avaliado em microscópio.

FISHER & HANSELL (1964), num trabalho sobre a toxicidade de dicofol sobre o ácaro *Tetranychus telarius* (L.), transferiram os ácaros zero, um, dois, sete e treze dias após a aplicação de 10 μL de dicofol, distribuídos uniformemente sobre folhas de

pêssegos, extraídas de mudas provenientes de ambiente natural e ambiente com fotoperíodo controlado. Verificaram que a mortalidade decresceu rapidamente para as folhas provenientes dos dois locais, a partir de dois dias após os tratamentos. Testaram também a repelência do dicofol para *T. telarius*, mergulhando na calda a metade distal de folhas de feijão da espécie *Phaseolus coccineus* (L.) e colocando os ácaros na parte não tratada. Verificaram que todos os ácaros foram repelidos apenas no primeiro dia após o tratamento. A partir do segundo dia foram paulatinamente adentrando mais à área tratada. Na testemunha em que as folhas foram mergulhadas apenas em água, os ácaros se encontravam distribuídos por toda a área já no segundo dia. Sobre folhas de pêssigo os ácaros foram fortemente repelidos por dois dias, mas após oito dias distribuíram-se uniformemente ignorando a área tratada. O motivo pelo qual os ácaros passam a ignorar a área tratada seria a volatilização e absorção a cuticular do dicofol. Os autores sugeriram, então, que os ácaros poderiam selecionar áreas com depósitos descontínuos sobre a superfície da folha.

Em 1968, FISHER & MORGAN decidiram testar esta característica para *T. urticae*, em discos de folhas de feijão (*P. coccineus*). Elaboraram três experimentos sendo que no primeiro mantiveram constantes o volume de aplicação e a concentração do dicofol, variando o diâmetro e o número de gotas. Verificaram que os ácaros sobre discos com menos de 52 gotas conseguiram evitar, em variações graduais, os locais de depósito do dicofol, onde o número de ovos foi inversamente proporcional à quantidade de depósitos. A mortalidade das fêmeas cresceu de 31% com 5 gotas de 2 µL sobre os discos de folhas, para 98% com 52 gotas de 0,2 µL, mesmo mantendo-se a quantidade de dicofol constante na área. Num segundo experimento mantiveram o volume de aplicação constante e utilizaram três concentrações do dicofol, com 10 gotas de 1 µL, 50 gotas de 0,2 µL e 100 gotas de 0,1 µL. Verificaram que a postura de ovos foi significativamente reduzida com o aumento do número de gotas de 10 para 50. Do número de gotas de 50 para 100 houve redução do número de ovos, porém, não significativa. No terceiro experimento mantiveram constante o diâmetro de gotas e variaram a concentração do dicofol (0,092, 0,046, 0,023%) e o número de gotas por disco (13, 50, 100). Com 13 e 100 gotas por disco não houve aumento significativo do

efeito das concentrações sobre os ácaros. Já para 50 gotas por disco o aumento na concentração do dicofol teve efeito significativo tanto no aumento da mortalidade como na diminuição da postura de ovos. Com o aumento do número de gotas nos discos, tanto a mortalidade quanto a postura foram afetadas, embora na concentração de 0,092% a mortalidade entre 50 e 100 gotas tenha sido muito semelhante. Os autores mencionaram que observações sobre o comportamento dos ácaros em relação aos depósitos de dicofol na superfície dos discos indicaram que estes foram repelidos pelos depósitos e que nos discos com 13 gotas a postura dos ovos foi entre estas e que nesta quantidade a variação na concentração do dicofol teve efeito desprezível. Com 50 gotas por disco houve maior resposta em relação à concentração e com 100, o efeito da concentração foi obscurecido pela alta taxa de mortalidade. Os autores fizeram ponderações sobre o diâmetro das gotas utilizadas que variaram de 1,1 a 2,7 mm, diâmetro dificilmente conseguido com a maioria dos pulverizadores utilizados, mas que puderam verificar interações importantes da cobertura com a ação do produto e o comportamento do ácaro, com eficiência satisfatória em algumas simulações que apresentaram similaridade com a aplicação a volume baixo de calda.

FISHER & MENZIES (1973) publicaram resultados de pesquisa sobre o número de contatos entre o ácaro vermelho europeu (Acari: Tetranychidae) e gotas de calda de dicofol com 200 μ m de diâmetro, depositadas sobre discos de um centímetro de raio, observados durante dois minutos. Verificaram que aproximadamente 25 gotas por disco representam o limite de resposta para o dicofol. Os autores consideram que cada produto deve exercer efeito específico sobre o número de contatos feitos pelo ácaro quando caminhando sobre a superfície tratada. Este fato dificulta encontrar a combinação ideal entre o número e diâmetro de gotas e a concentração necessária ao controle da praga. Por isto, requer estudos específicos para cada praga e produto fitossanitário. A relação entre número de gotas por unidade de área e número de contatos pelo ácaro fornece um importante ponto de partida no estudo da eficiência biológica das gotas de pulverização.

Em trabalho para definição de critérios relacionados às gotas e concentração ideal da calda com dicofol, em folhas de pêssigo, para controle de *Panonychus ulmi*

(Koch), FISHER et al. (1974) instalaram experimento em laboratório, em cujos resultados verificaram que aproximadamente 250 gotas de $100 \mu\text{m}/\text{cm}^2$, 150 gotas de $200 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ e 120 gotas de $245 \mu\text{m}/\text{cm}^2$, proporcionaram 95% de mortalidade dos ácaros, correspondendo, respectivamente, a depósitos de 0,7, 1,0 e $1,4 \mu\text{g}$ de dicofol (i.a.)/ cm^2 de folha.

Com gotas uniformes de 120, 145 e $200 \mu\text{m}$, distribuídas ao acaso sobre discos de folhas de feijão (espécie não informada), flutuando em água em placas para cultura de tecido, ALM et al. (1987) testaram o efeito do número de gotas de 0 a $186/\text{cm}^2$, aferido com papel sensível, de uma calda preparada com bifenthrin a 0,075% sobre o número de ovos e a repelência para *T. urticae*. Verificaram correlação de 0,87, 0,76 e 0,89, para a equação de regressão logarítmica, para o aumento do número de gotas e redução do número de ovos, sendo que 41 gotas de $120 \mu\text{m}/\text{cm}^2$, 8 gotas de $145 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ e 18 gotas de $200 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ proporcionaram redução de 80% no número de ovos. O número de ácaros que saíram do disco de folhas também aumentou com o número de gotas, sendo que com 251 gotas de $120 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ e 53 gotas de $200 \mu\text{m}/\text{cm}^2$, 80% dos ácaros saíram das folhas, o que demonstra, segundo os autores a alta repelência do bifenthrin, reforçando a importância da cobertura adequada do alvo pela possibilidade dos ácaros migrarem para locais não tratados, em aplicações a campo. Após 96 horas da aplicação muitos dos ácaros que ainda estavam sobre a área tratada apresentavam falta de coordenação de movimentos. Após seis dias do tratamento, poucos ácaros ainda saíam da área tratada das folhas, aparentemente num movimento natural ou de degradação dos discos e não mais sob efeito significativo do produto. Resultados semelhantes já haviam sido constatados por HALL & REICHARD (1978) em que ácaros *T. urticae* migraram para a água após os discos de folhas onde estavam terem sido tratados com diferentes dosagens de chlordimeform. Na área tratada pelo produto formetanate não foi observado nenhum comportamento do ácaro em evitá-la. Desta forma, comentam que diferentes produtos podem proporcionar diferentes reações sobre os organismos que se pretende controlar.

2.3. Papel sensível para avaliação da deposição de agrotóxicos

Existem alguns métodos para avaliação da cobertura de alvos após uma pulverização. Com possibilidades de avaliações químicas e físicas para verificações qualitativas no que se refere a forma de distribuição do produto sobre os alvos e quantitativas para determinar a parcela depositada, há métodos que requerem conhecimento e disponibilidade de equipamentos sofisticados para garantirem a confiabilidade de seus resultados.

No ano de 1970, TURNER & HUNTINGTON apresentaram o papel sensível à água como um método de boa sensibilidade, relativamente barato, simples e aplicável à condições de campo e laboratório, imergindo por 20 s uma película fotográfica (papel bromato brilhante Kodak W.S.G.3S) 12 x 16 cm em uma solução corante preparada com um grama de azul de bromofenol dissolvido em 20 mL de acetona e diluído em 180 mL de tolueno. Após a retirada do papel da solução e sua secagem, o resultado era uma película amarela, com alta sensibilidade à água e que se tornava azul apenas com um toque das mãos. A mudança de cor ocorre porque o azul de bromofenol possui pH na faixa de 2,8 a 4,6 e o corante sobre o papel se apresenta na forma não ionizada e de coloração amarela. Com a deposição de gotas aquosas ocorre ionização da parte atingida, produzindo uma mancha de coloração azul marinho.

A partir de então o papel sensível começou a ser utilizado para pesquisas com diversas finalidades sendo método recomendado para avaliação de deposição em aplicações aéreas com excelente correlação para o número de gotas depositadas (HILL & INABA, 1989). Já há vários anos a sugestão de TURNER & HUNTINGTON (1970) ganhou uma versão industrializada que pode ser adquirida com relativa facilidade em lojas especializadas. Diversos trabalhos têm sido realizados, com a finalidade de conhecer e apurar a exatidão deste método.

Ao estimar a deposição de agrotóxicos por análise de gotas, CHAIM et al. (1999) realizaram uma série de determinações para verificar a possibilidade de utilização do papel sensível. Em laboratório, aplicaram uma calda na concentração de 1.000 mg de cobre metálico/L de água, sobre papel sensível, lâminas de microscópio recobertas com

MgO e papel-filtro (250 g/cm²). As avaliações para a lâmina de MgO e papel sensível foram feitas visualmente em microscópio equipado com grátula de Porton NG 2. Os cartões de papel de filtro foram utilizados para análise química, submetidos a solução extratora de HCl 0,1N, para leitura espectrofotométrica da concentração da calda. Foram determinados os fatores de espalhamento para manchas de 30 µm e entre 50 a 1100µm, de 50 em 50 µm. Para ajuste do diâmetro medido no papel sensível e o diâmetro real das gotas para as classes distintas determinou-se estatisticamente a seguinte equação: $fe(DL)=0,74057+0,0001010399.DL+02024884.In(DL)$, onde fe é o fator de espalhamento e DL é o diâmetro limite de cada classe de tamanho de gotas. Uma vez conhecido o diâmetro das gotas é possível estimar seu volume através da seguinte fórmula: $V_{dm}=\pi.dm^3/6.000.000.000$, onde: V_{dm} é o volume do diâmetro médio da classe, em µL, e dm é o diâmetro médio da classe, em µm. Da análise de variância dos dados obteve-se um coeficiente de correlação quadrática (r^2) de 0,999151. Para comparação entre o método químico e papel sensível obteve-se um r^2 de 0,9068 e entre o método químico e as lâminas com MgO, um r^2 de 0,8502, sendo analisado que os valores verificados nas lâminas foram menores do que para o método químico e do papel sensível.

A fim de agilizar o processo de análise de gotas PESSOA & CHAIM (1999) e PESSOA et al. (1999), desenvolveram um programa computacional para estimar o fator de espalhamento, o diâmetro mediano de volume (dmv), o diâmetro mediano de número (dmn), a uniformidade de gotas e o volume de deposição de calda. Comparando-se o fator de espalhamento estimado com os valores tabelados pelo fabricante (CIBA-GEIGY, sd) e os valores de dmv e dmn calculados pelo método tradicional, plotando as classes de diâmetro em papel log-probt e pelo computacional que utilizou o método da interpolação polinomial (Dorn & McCrachen, 1981, citado por PESSOA & CHAIM, 1999), verificaram, em média, $r^2 > 0,91$. O algoritmo proposto permite cálculo de dmv e dmn e da uniformidade de gotas e uma estimativa do volume (L/ha) depositado na área, com as seguintes vantagens: o tempo para calcular o dmv e dmn e a uniformidade foi 99,65% menor, não há necessidade do método químico para determinação da deposição e a utilização de recursos humanos e financeiros é bastante

menor do que o método tradicional.

Para completar o ciclo de análise do diâmetro das gotas depositadas em papel sensível faltava ainda um método que facilitasse a contagem e a medição do diâmetro de forma menos trabalhosa e onerosa. Até então, este processo era e ainda pode ser feito utilizando-se de um microscópio equipado com a graticula de Porton. Propôs-se a avaliação computadorizada, em que a imagem é capturada e digitalizada para posterior análise em software, com a finalidade de identificar as manchas encontradas no papel, contá-las e distribuí-las em classes de diâmetro (CHAIM et al., 2002). Desta forma, poder-se-ia utilizar os modelos matemáticos para calcular o dmv , dmn e a uniformidade, estimar o volume de aplicação, já descritos na literatura (CHAIM et al., 1999; PESSOA & CHAIM, 1999 e PESSOA et al., 1999).

De uma amostragem de 150 cartões de papel sensível distribuídos de cinco em cinco metros numa área de 3.750 m² verificaram valores de F ($P < 0,01$) não significativos para dmv , dmn , número de gotas por cm² e volume de aplicação (L/ha), comparativamente para o método tradicional (graticula de Porton) e por análise computadorizada. Este último método permitiu ainda que se calculasse a porcentagem de cobertura da área e se fizesse o mapeamento da aplicação, referenciando os pontos com coberturas diferenciadas, apresentadas graficamente (CHAIM et al., 2002).

Permitindo agilidade, praticidade e simplicidade na utilização e com potencial de baixo preço de mercado, o método de amostragem com papel sensível e avaliação computadorizada pode ser considerado como promissor às avaliações de aplicações de produtos fitossanitários.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foi necessária a utilização do material e dos métodos descritos nos itens a seguir.

3.1. Criação de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939)

Para a criação do ácaro da leprose dos citros *B. phoenicis* coletaram-se frutos de pomares com infestação, comprovada amostrando-se em algumas plantas a presença dos ácaros em frutos e ramos, com auxílio de uma lupa de dez aumentos. Os frutos foram coletados em pomares de Olímpia-SP, Monte Azul Paulista e três de Jaboticabal, sendo dois deles no Campus da UNESP. Trazidos para o Laboratório de Acarologia do Departamento de Fitossanidade foram submetidos à máquina de varredura (OLIVEIRA, 1983) para retirada dos ácaros presentes que posteriormente foram utilizados na criação em câmara climatizada. Como substrato para a criação, foram utilizados frutos de laranja doce (*Citrus sinensis*) com sintomas da doença verrugose (Figura 1), preferencialmente coletados em pomares da UNESP de Jaboticabal e esporadicamente em outros da região. Os frutos foram lavados com uma esponja macia e em água corrente. Após secos, foram imersos em parafina fundente, deixando-se uma área circular livre em forma de calota com cerca de quatro centímetros de diâmetro, para onde foram transferidos os ácaros para multiplicação. A área circular, doravante denominada arena, foi delimitada por barreira adesiva “Tanglefoot®”, para impedir a migração dos ácaros para fora da área tratada (CHIAVEGATO et al., 1993). A transferência dos ácaros se deu encostando-se os frutos na placa de vidro para onde os ácaros haviam sido “varridos” dos frutos provenientes de pomares infestados. Os frutos foram dispostos em bandejas porta ovos, ficando voltada para cima a arena com os ácaros. Decorridos aproximadamente vinte dias, procedeu-se a transferência dos ácaros, através de justaposição dos frutos já colonizados em outros preparados para a colonização, de forma a aumentar a quantidade de colônias (Figura 1).

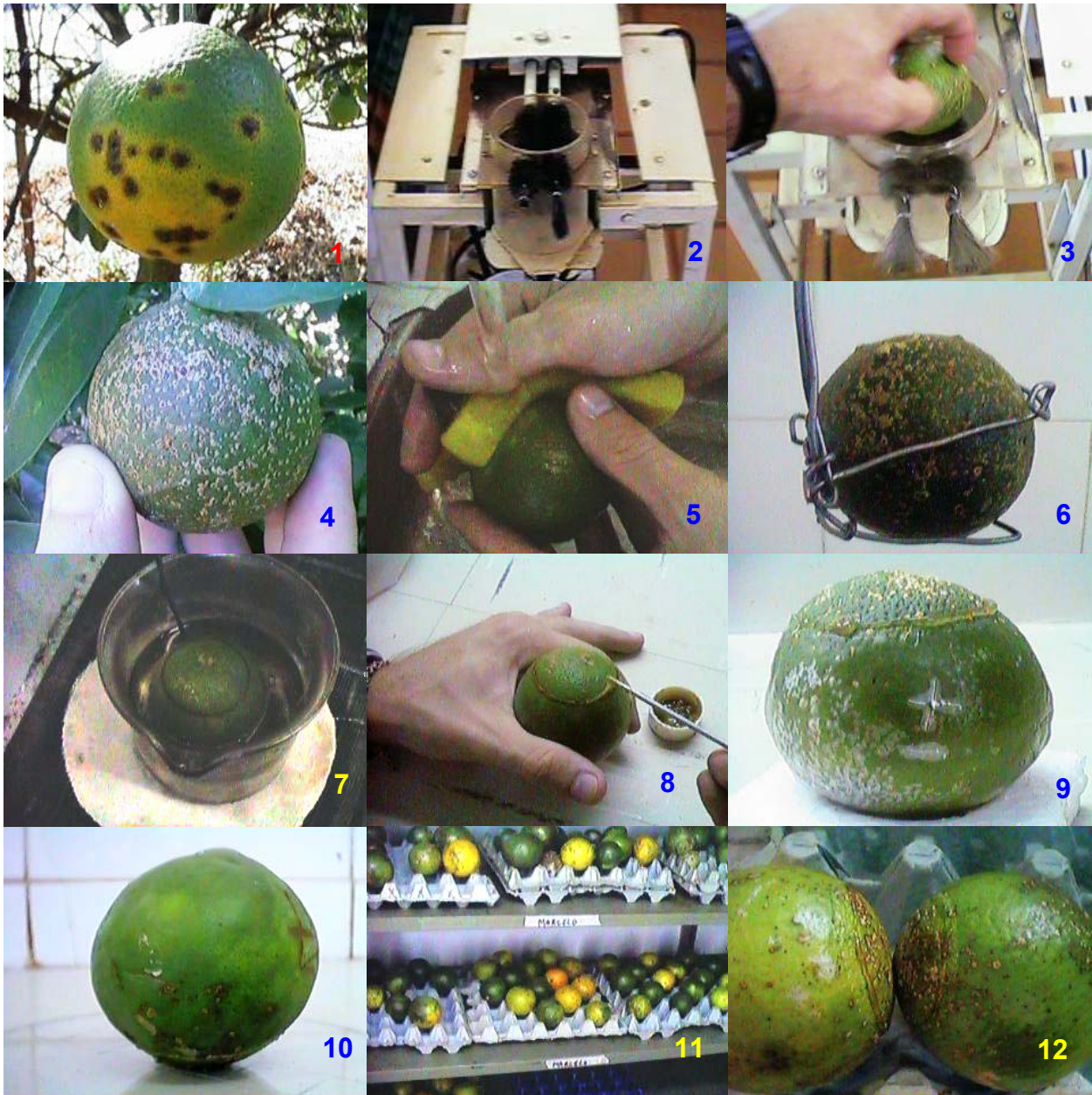


Figura 1. Seqüência de composição e manutenção da criação dos ácaros *B. phoenicis*, utilizados nos experimentos. 1. Fruto com sintoma da doença leprose, em pomar infestado. 2. Máquina de Varredura. 3. Fruto sendo “varrido” para retirada dos ácaros matrizes. 4. Fruto com verrugose utilizado como substrato para a criação. 5. Fruto sendo lavado para ser parafinado. 6. Detalhe do suporte utilizado para parafinar os frutos. 7. Fruto imerso em parafina fundente, deixando-se uma área livre. 8. Fruto recebendo barreira adesiva. 9. Aspecto do fruto parafinado e com a barreira. 10. Fruto recebendo ácaros “varridos”. 11. Frutos com ácaros, na câmara climatizada. 12. Frutos justapostos para transferência de ácaros e aumento das colônias.

3.2. Experimentos Preliminares

Preliminarmente, foram realizados experimentos para determinação do melhor método para preparação do alvo da aplicação. Foi testado qual o melhor momento de transferência dos ácaros para os frutos, sendo antes ou após aplicação do acaricida. Estes experimentos estão descritos no item 3.2.2.

Também foram instalados experimentos visando identificar o comportamento dos ácaros em relação à área tratada. Os métodos destes experimentos estão descritos no item 3.2.3.

3.2.1. Acaricidas utilizados nos experimentos

Inicialmente e na maior parte dos experimentos desta pesquisa foi utilizado o acaricida propargite (Omite 720 CE BR), do grupo químico fenoxiciclohexil, cujo modo de ação é a inibição da ATPase, mediada pelo íon magnésio. Este produto foi selecionado por ser citado o maior número de vezes para as condições brasileiras, com o ácaro *B. phoenicis*, nos trabalhos de pesquisa consultados na revisão bibliográfica. Utilizou-se também os acaricidas óxido de fenbutatina (Torque 500 SC), cyhexatin (Sipcatin 500 SC), ambos organoestânicos, e o dinocap (Karathane), do grupo dinitrofenol. Estes três acaricidas atuam como inibidores da fosforilação oxidativa e interferem na formação de ATP (OMOTO, 2002; SILVA, 2003).

As dosagens comercialmente recomendadas para os acaricidas utilizados, verificadas em bula e transformadas em porcentagem de ingrediente ativo (i.a.), foram respectivamente: propargite - 0,072%; óxido de fenbutatina - 0,04%; dinocap - 0,0369%; cyhexatin - 0,025%.

3.2.2. Momento adequado para transferência dos ácaros para os frutos

A determinação do momento adequado foi fator importante para verificar o efeito tópico e residual do acaricida propargite antes de se estabelecerem os tratamentos de número e diâmetro de gotas. Para os experimentos de verificação do comportamento dos ácaros em relação à cobertura de frutos, entretanto, somente foi possível o teste do

efeito residual, uma vez que foi necessário cobrir a área que não recebeu a calda, o que inviabilizou a presença de ácaros na arena antes da aplicação.

Utilizaram-se dez frutos (repetições) com verrugose, por tratamento, coletados em pomares de Jaboticabal. Os frutos foram devidamente lavados e parcialmente parafinados, deixando-se uma área circular de dois centímetros de raio circundada pela barreira adesiva, conforme o método de criação. Foram transferidos um a um com pincel de um pêlo, dez ácaros por arena (Figura 2).



Figura 2. Transferência de ácaros dos frutos da criação (A) para os frutos utilizados no experimento (B), com pincel de um pêlo.

Estabeleceram-se os seguintes tratamentos:

- a) Aplicação sobre arenas contendo ácaros (ação tópica e residual);
- b) Aplicação sobre arenas com posterior transferência dos ácaros (ação residual);
- c) Ácaros transferidos sobre arena, sem aplicação.

Em torre de Potter, à pressão constante de cinco libras-força por polegada quadrada, foi aplicado um mililitro de calda por fruto, do acaricida propargite a 0,036%, equivalente a metade da concentração comercial.

As avaliações do número de ácaros mortos e presentes na barreira foram realizadas a um, três, cinco e sete dias após as aplicações. O resultados foram transformados em $\log(x + 1)$. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, no esquema estatístico em parcelas subdivididas. Para a análise de variância aplicou-se o teste F e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

3.2.3. Comportamento do ácaro frente ao depósito dos acaricidas nos frutos.

Os experimentos seguintes visaram avaliar o comportamento de *B. phoenicis* em relação à cobertura dos frutos de laranja após a pulverização com quatro acaricidas aplicados em torre de Potter.

Utilizaram-se frutos de laranja doce da variedade Pêra-rio com pouca quantidade de verrugose, coletados em pomares de Jaboticabal, que foram lavados e parafinados como no método para criação, demarcando-se uma área circular de dois centímetros de raio da mesma forma que no experimento para determinação do melhor momento de transferência.

Preliminarmente foram preparados quatro tratamentos, em cinco repetições (frutos) com seis ácaros em cada, em que a arena foi subdividida em três partes demarcadas em forma de “T”, com caneta de retroprojeto, conforme demonstrado na Figura 3. Somente em uma das partes foi aplicado, em forma de pincelamento, o acaricida propargite a 0,036%, metade da concentração recomendada comercialmente.

Posteriormente, com base nos resultados deste experimento preliminar, realizaram-se algumas modificações com a finalidade de possibilitar a distinção do comportamento dos ácaros em função da cobertura de pulverização.

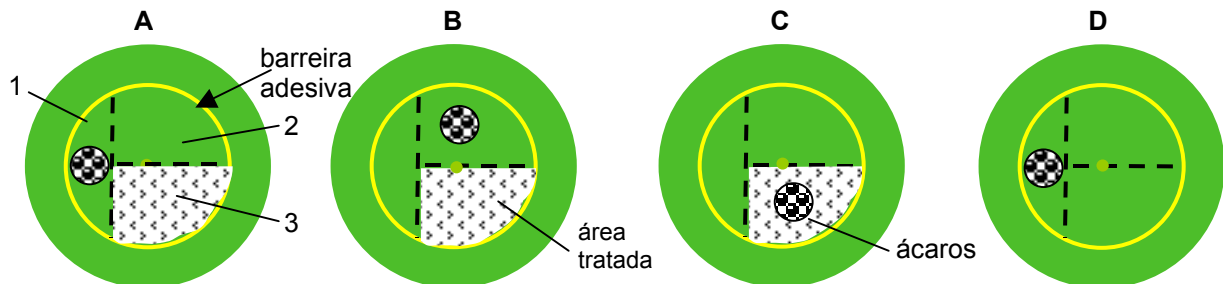


Figura 3. Esquema das arenas subdivididas para os experimentos. 1 - área de escape, 2 - área não tratada (adjacente) e 3 - área tratada. A) área 3 tratada e ácaros transferidos para área 1, B) área 3 tratada e ácaros transferidos para área 2, C) área 3 tratada e ácaros transferidos para área 3, D) arena não tratada e ácaros transferidos para área 1.

Nos experimentos seguintes a calda foi pulverizada, ao invés de pincelada, assemelhando-se mais às condições de campo. Foi adicionado mais um tratamento em que toda a arena foi tratada com a finalidade de comparar com os demais, conforme utilizado no experimento preliminar (Figura 4).

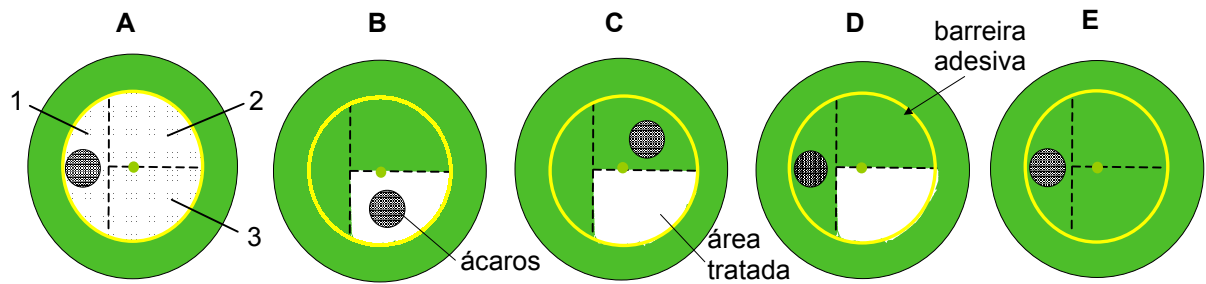


Figura 4. Esquema das áreas subdivididas para os experimentos. 1 - área de escape, 2 - área não tratada (adjacente) e 3 - área tratada. Sendo: A) arena totalmente tratada com ácaros colocados na área 1; B) área 3 tratada e ácaros transferidos para área 3; C) área 3 tratada e ácaros transferidos para área 2; D) área 3 tratada e ácaros transferidos para área 1; E) arena não tratada e ácaros transferidos para área 1.

Para proteção das áreas não tratadas utilizou-se uma película auto-adesiva de PVC transparente de 0,1 mm de espessura, durante a pulverização (Figuras 5 e 6).

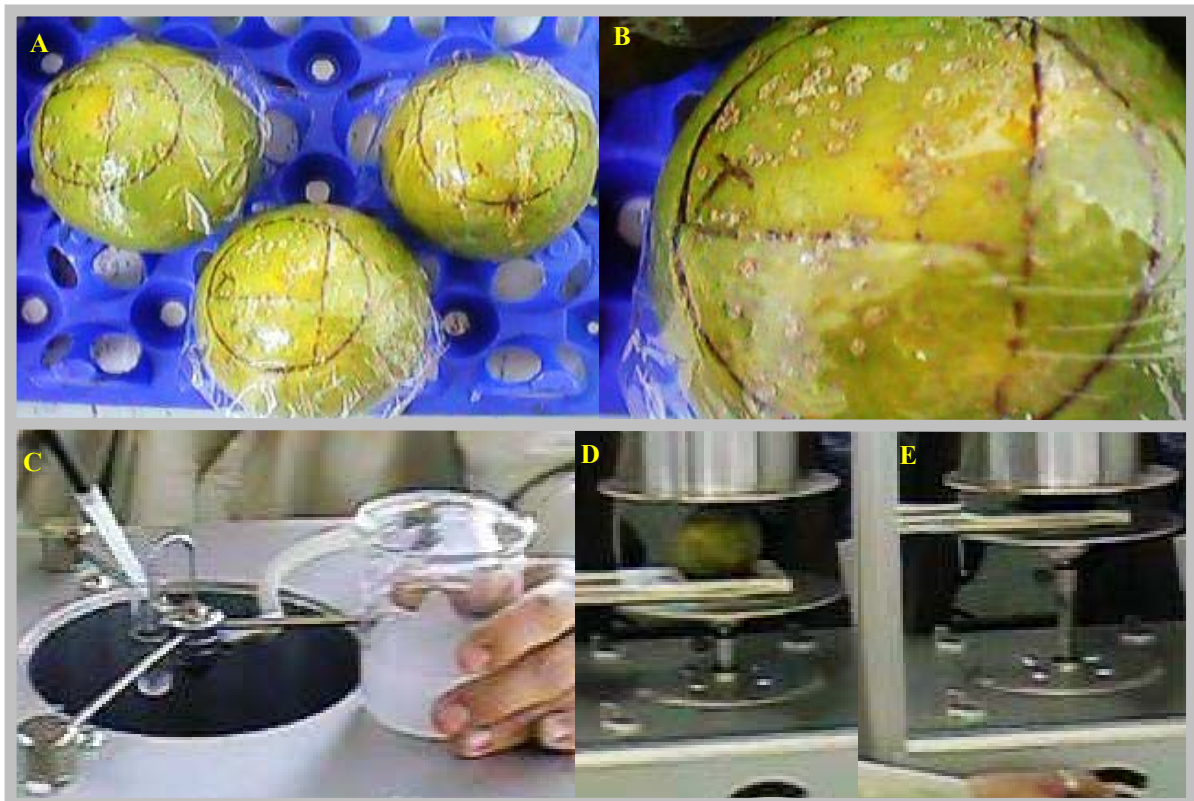


Figura 5. Aspectos dos experimentos sobre comportamento dos ácaros em relação aos acaricidas. A) Frutos protegidos com filme de PVC; B) Detalhe de fruto, antes da pulverização. C, D e E) Detalhes da aplicação em torre de Potter.

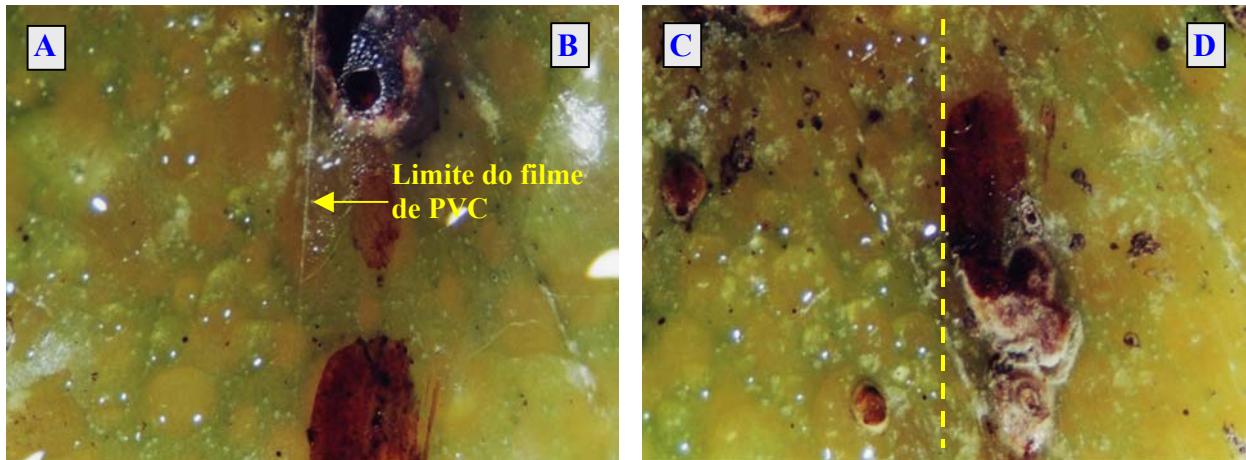


Figura 6. Fotomicrografia da arena de frutos que receberam pulverização em torre de Potter. A e C) Gotas sobre o fruto; B) Área protegida pelo filme de PVC; D) Área sem gotas, após retirada da proteção de PVC.

Em torre de Potter, com pressão de 5 lbf/pol², foi aplicado um mililitro de calda por fruto, dos produtos (em % do i.a.): cyhexatin, 0,025%; óxido de fenbutatina, 0,04 e 0,02%; dinocap, 0,0369 e 0,0185 %; e propargite, 0,036%, em dez repetições por tratamento.

Após a secagem natural da calda, as arenas foram circundadas por uma barreira adesiva e procedeu-se a transferência de dez indivíduos por fruto, que foram mantidos em câmara climatizada com temperatura de 22°C, 60% de umidade relativa do ar e fotofase de quatorze horas.

Procederam-se cinco avaliações do número de ácaros vivos e mortos presentes na arena e do número de ácaros presos na barreira adesiva. No cálculo da porcentagem de mortalidade foram considerados somente os ácaros que estavam na arena. Para a porcentagem de ácaros na barreira adesiva, o cálculo foi realizado com o número total de indivíduos na repetição. As avaliações foram realizadas um, três, seis, nove e doze dias após as aplicações.

Para as análises de variância aplicou-se o teste F e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e dez repetições.

3.3. Determinação do diâmetro e da quantidade de gotas por centímetro quadrado para controle do ácaro da leprose

De posse dos resultados dos experimentos anteriores, elaborou-se experimentos para a determinação da cobertura na qual há mortalidade suficiente do ácaro *B. phoenicis*.

Inicialmente foi necessário o desenvolvimento de um equipamento capaz de proporcionar um espectro de gotas de diâmetros diferentes, porém com determinada uniformidade, determinados para o controle. Também foi necessário variar a quantidade de gotas para cada condição de diâmetro. Para isto, construiu-se o mecanismo “Aplicador de gotas para a caracterização da cobertura mínima para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas”, apresentado na Figura 7.

Diversas etapas foram transpostas até se alcançar uma versão funcional do mecanismo, que demandaram grande quantidade de tempo e ajustes, devido a inexistência de partes prontas, sendo que o mecanismo foi idealizado, projetado e construído parte a parte no Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas do Depto. de Fitossanidade da UNESP, Campus de Jaboticabal, exceto o variador de velocidade do bico rotativo, que foi encomendado à uma empresa especializada em eletrônica.

Foi utilizado um bico rotativo que pertence à categoria dos sistemas denominados CDA (Controlled Droplet Application), em que o coeficiente de uniformidade das gotas fica abaixo de 1,4 (JOHNSTONE, 1978). Em se tratando de estudos de diâmetro adequado, esta característica foi necessária aos experimentos. Este é um tipo de bico possibilita volumes baixos de aplicação. Isto viabilizou a variação de velocidades dentro dos limites da construção do mecanismo que movimenta frutos de laranja a velocidades relativamente baixas, dispensando a necessidade de prendê-los, bem como não interferia significativamente na trajetória das gotas em relação ao papel sensível, não distorcendo as manchas.

No mecanismo (Figuras 7 e 8), um motor elétrico aciona um mancal onde está montada uma polia (motora) de quatro diâmetros. Ligada a esta por uma correia, há outra polia (movida), também com quatro diâmetros, montada inversamente ao sentido

da polia motora, de forma que quando a correia está encaixada no maior diâmetro da polia motora, está no menor da polia movida (máxima velocidade).



Figura 7. A) Aplicador de gotas para a caracterização da cobertura mínima para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas; B) Esticador da correia e polia motora para variação da velocidade do “carrinho” (suporte de frutos e do papel sensível) para diferentes números de gotas por cm^2 ; C) Suporte dos frutos e dos papéis sensíveis; D) Bico rotativo com protetor para permitir a saída de gotas somente em direção ao alvo; E) Potenciômetro para variação da velocidade do bico rotativo, para alteração do diâmetro das gotas.

A polia movida está conectada a uma rosca que, ao girar, impulsiona um “carrinho” que serve de suporte para os frutos e para o papel sensível. Cada diâmetro das polias corresponde a uma velocidade de caminhamento do “carrinho”, sendo que estas equivaleram à passagem dos frutos e papéis sensíveis, refletindo em quatro densidades (gotas/cm²), para cada diâmetro produzido pelo bico rotativo.



Figura 8. Aplicador de gotas para a caracterização da menor cobertura de pulverização necessária para controle de pragas, doenças e plantas daninhas; 1) Haste para limitação do curso do carrinho do suporte de frutos; 2) Rosca sem fim com ligação ao carrinho do suporte de frutos. 3) Frutos no suporte em experimento para determinação do diâmetro e mínimo número de gotas necessário para controle do ácaro da leprose. 4) Suporte dos frutos e de papéis sensíveis.

Com o equipamento construído, passou-se para a fase experimental. Utilizaram-se dos ácaros previamente criados na câmara climatizada do Laboratório de Acarologia.

Foram preparados oito frutos (repetições) para cada tratamento, que foram lavados e parafinados, mantendo-se uma área sem parafina, posteriormente circundada por uma barreira adesiva para evitar a migração dos ácaros após sua transferência, conforme experimento para determinação do momento adequado de transferência.

Os tratamentos consistiram de dois dmvs, proporcionados por duas diferentes velocidades de rotação do bico e quatro quantidades de gotas por centímetro quadrado, proporcionada pelas diferentes velocidades de passagem dos frutos sob o jato de calda, alternando-se a posição da correia nas polias.

Em papéis sensíveis alinhados à posição dos frutos, foram “coletadas” as gotas, para posterior análise de imagem que foi gentilmente realizada na EMBRAPA Meio Ambiente, através de software específico para determinação do dmv e do número de gotas por cm² (CHAIM et al., 1999; PESSOA & CHAIM, 1999; PESSOA et al., 1999 e CHAIM et al., 2002).

Foram instalados experimentos, separadamente, sendo aplicado sobre os frutos e papéis sensíveis o propargite nas concentrações de 0,036% e 0,072%, com e sem adição do espalhante-adesionante copolímero de poliéster e silicone (Silwet L-77 Ag), na concentração de 0,025%; e 0,144% de propargite, sem o espalhante. Após a secagem da calda pulverizada e confecção da barreira adesiva, foram transferidos dez ácaros por fruto. Posteriormente, avaliou-se a sobrevivência dos ácaros nas arenas. Foram feitas cinco avaliações a um, três, seis, dez e quatorze dias após as aplicações, no delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram avaliados em esquema fatorial com os fatores diâmetro de gotas (2) e número de gotas por cm² (4), mais uma testemunha sem aplicação. Foi aplicado o teste F para a análise de variância e Tukey (P<0,05) para a comparação de médias.

Para confecção dos gráficos, objetivando expurgar as variações verificadas na testemunha, a sobrevivência foi calculada a partir da fórmula de HENDERSON & TILTON (1955), em que se estimou o efeito do acaricida (equação 1).

$$E = 100 \times \left(1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} \right) \quad (1);$$

Onde:

E: Efeito do acaricida (%);

Ta: número de ácaros na parcela após a aplicação;

Tb: número de ácaros na parcela antes da aplicação;

Cb: número de ácaros na testemunha antes da aplicação;

Ca: número de ácaros na testemunha após a aplicação.

Posteriormente os dados foram convertidos para a porcentagem de sobrevivência (equação 2).

$$S = 100 - E \quad (2);$$

Onde:

S: Sobrevivência (%).

Para cálculo do volume de aplicação, em litros por hectare, considerou-se a soma da área foliar e de frutos de um pomar hipotético adulto plantado no espaçamento de 7,5 x 4 (m x m), com produtividade de 25 t/ha. A área foliar considerada foi de 240m² por planta, conforme MATUO & BABA (1981). A área da superfície (A) de frutos foi calculada com base no peso e no raio (R) médios de frutos, obtidos em amostra de vinte frutos em fase de colheita. Para cálculo da área superficial foi utilizada a seguinte fórmula matemática (equação 3):

$$A = 4\pi R^2 \quad (3)$$

Consideraram-se os seguintes dados para estimativa da área de frutos por hectare:

Peso médio dos frutos: 157,5 g;

Raio médio dos frutos: 3,4 cm.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados verificados nos experimentos estão apresentados nos itens a seguir, conforme a seqüência em que foram relacionados no item Material e Métodos.

4.1. Momento adequado para transferência dos ácaros para os frutos

Para os resultados do experimento elaborado para verificação do efeito tópico ou tópico e residual do acaricida propargite, com base na melhor época de transferência dos ácaros para os frutos (antes ou após a aplicação do acaricida), houve diferença significativa para o teste F entre momentos de transferência dos ácaros ($P < 0,01$), conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Migração de ácaros da leprose para a barreira adesiva em diferentes momentos de transferência para os frutos tratados com 0,036% do acaricida propargite. Jaboticabal/SP, 2000.

Momento de Transferência	Média ¹
Aplicação sobre arenas contendo ácaros (ação tópica e residual)	1,41 a ²
Ácaros transferidos para a arena após aplicação (ação residual)	0,88 b
Ácaros transferidos para arena sem aplicação	0,61 b
DMS (Tukey)	0,30
CV (%)	58,7

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

²Média transformada em $\log(x + 1)$, onde x é o número de ácaros.

Nas arenas em que os ácaros foram transferidos para os frutos antes da aplicação do acaricida, houve migração significativamente maior para a barreira adesiva do que naquelas em que a transferência foi realizada após a aplicação, cuja média não diferiu da testemunha não tratada.

Para as médias de mortalidade do ácaro da leprose dos citros, transferidos para frutos de laranja antes ou após a aplicação do acaricida propargite, na concentração de 0,036%, ocorreu diferença significativa entre as épocas de avaliação somente para a transferência dos ácaros após a aplicação (Tabela 2).

Tabela 2. Mortalidade do ácaro da leprose em função do momento de transferência para os frutos tratados 0,036% do acaricida propargite. Jaboticabal/SP, 2000.

Ácaros transferidos	Épocas de Avaliação ¹				D.M.S.	CV (%)
	1 DAA ²	3 DAA	5 DAA	7 DAA		
Antes da aplicação	1,95 aA ³	2,01 aA	2,01 aA	2,01 aA	0,14	32,6
Após a aplicação	1,83 aB	2,06 aA	2,14 aA	2,16 aA	0,14	32,6
Sem aplicação	0,00 bA	0,07 bA	0,07 bA	0,07 bA	0,14	32,6
D.M.S.	0,27	0,27	0,27	0,27		
CV (%)	8,6	8,6	8,6	8,6		

¹Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ²DAA: dias após as aplicações. ³Média transformada em log (x + 1), onde x é o número de ácaros.

A média de mortalidade foi menor na avaliação de um dia após as aplicações, do que nas demais avaliações. Este fato associado à migração para a barreira adesiva daqueles ácaros transferidos antes da aplicação, torna vantajosa a utilização da transferência dos ácaros após as aplicações pois, neste segundo caso, mesmo sobrevivendo por mais tempo nos frutos, apresentaram permanência na arena significativamente maior. Aos sete dias após as aplicações já não havia mais ácaros vivos nas arenas tratadas. ALM et al., (1987) realizaram aplicações de bifenthrin antes e após a transferência dos ácaros para discos de folhas e verificaram efeitos mais significativos na redução do número de ovos postos, quando a pulverização foi realizada após a transferência. Porém, explica que outro fator foi variável no experimento, o diâmetro das gotas, o que estaria comprometendo a comparação com as aplicações antes da transferência dos ácaros. Nos experimentos realizados nesta pesquisa de tese não houve diferença significativa para a ação residual do propargite, pois esta foi tão eficiente quanto a ação tópica e residual, nas quatro épocas de avaliação e ambas proporcionaram mortalidade significativamente maior do que nas arenas não tratadas. Neste caso, qualquer um dos dois momentos poderia ser utilizado. Nos experimentos para determinação do diâmetro e número de gotas por centímetro quadrado a transferência dos ácaros para os frutos foi realizada após a aplicação da calda, uma vez que desta forma houve maior permanência dos ácaros na área tratada, longevidade suficiente para verificar o comportamento do ácaro sobre as áreas tratadas.

4.2. Comportamento do ácaro frente ao depósito dos acaricidas nos frutos.

Nos resultados do experimento preliminar para verificação do comportamento do ácaro frente ao depósito do acaricida pincelado sobre o fruto, a distribuição dos ácaros foi completamente ao acaso na arena, não demonstrando qualquer efeito do acaricida sobre seu comportamento. Porém, a mortalidade foi muito baixa, mesmo quando os ácaros foram transferidos sobre a área tratada. A migração para a barreira adesiva também foi bastante reduzida dando indicações de pouco ou nenhum efeito acaricida ter ocorrido sobre os ácaros. Como o produto foi pincelado na superfície dos frutos, cujo resultado visual era a formação de glóbulos grandes com pouca uniformidade de distribuição da calda, aparentemente, ocorreram locais em que não houve cobertura e deposição adequada para atingir a dose letal do produto para o ácaro, não sendo ainda possível formular conclusão sobre seu comportamento.

Resultados diferentes e mais contundentes foram verificados após a reformulação da metodologia deste experimento, em que parte da arena foi protegida com o filme de PVC e a calda foi pulverizada em torre de Potter, conforme é apresentado a seguir.

Na Tabela 3 está apresentada a porcentagem de mortalidade e de migração dos ácaros para a barreira adesiva, após a aplicação dos acaricidas na concentração comercialmente recomendada.

Com 0,025% de cyhexatin um dia após as aplicações não houve diferença significativa entre a porcentagem de mortalidade dos ácaros transferidos sobre a área tratada parcialmente, adjacente e de escape. Verifica-se 100% de mortalidade dos ácaros já aos três dias após as aplicações para as arenas totalmente tratadas e aos seis dias após as aplicações nas quais os ácaros foram transferidos sobre a área parcialmente tratada. Nas avaliações de três a doze dias após as aplicações, não houve diferença significativa para a mortalidade dos ácaros transferidos sobre as áreas tratadas total e parcialmente e entre a área adjacente e de escape. Em todas as avaliações a mortalidade nas arenas totalmente ou parcialmente tratadas foi significativamente maior do que nas arenas sem tratamento.

Tabela 3. Mortalidade e migração para a barreira adesiva de *B. phoenicis*, após aplicação dos acaricidas na dosagem comercial. Jaboticabal-SP, 2001.

Áreas do fruto para onde foram transferidos os ácaros ¹							
0,025% de cyhexatin - Porcentagem de Mortalidade na Arena²							
D.A.A. ³	Toda tratada	Na Tratada	Adjacente	De Escape	Sem tratamento	F	CV(%)
1	85,2a	62,8ab	44,6b	33,5b	1,1c	15,5**	46,6
3	100,0a	98,8a	51,3b	56,1b	2,1c	42,9**	28,6
6	100,0a	100,0a	63,4b	61,9b	2,1c	73,0**	20,7
9	100,0a	100,0a	72,1b	72,1b	4,4c	52,2**	22,5
12	100,0a	100,0a	75,2b	74,6b	4,4c	52,4**	22,2
Porcentagem de Ácaros na Barreira Adesiva ²							
1	16,0a	6,0a	8,0a	18,0a	7,0a	2,0ns	59,9
3	17,0a	16,0a	12,0a	21,0a	9,0a	1,0ns	50,6
6	17,0a	16,0a	13,0a	21,0a	9,0a	0,9ns	50,5
9	17,0a	16,0a	15,0a	22,0a	10,0a	0,8ns	46,7
12	17,0a	16,0a	20,0a	24,0a	11,0a	1,1ns	44,4
0,04% do óxido de fenbutatina - Porcentagem de Mortalidade na Arena							
1	68,3a	28,2 b	5,2 c	3,0 c	0,0c	34,9**	51,0
3	97,8a	64,3 b	14,0 c	10,1 c	1,0c	105,4**	27,6
6	100,0a	79,2 b	27,6 c	34,0 c	2,2 d	51,3**	31,2
9	100,0a	81,6 b	40,6 c	39,7 c	2,3 d	34,0**	34,1
12	100,0a	91,2a	55,8b	47,0b	7,1c	28,7**	32,2
Porcentagem de Ácaros na Barreira Adesiva							
1	12,0a	4,0ab	3,0ab	1,0 b	6,0ab	2,7*	76,8
3	19,0a	12,0a	9,0a	8,0a	8,0a	2,3ns	57,8
6	19,0a	15,0a	18,0a	19,0a	8,0a	1,9ns	45,8
9	19,0a	18,0ab	24,0a	22,0ab	9,0 b	2,8*	37,5
12	19,0ab	22,0ab	30,0a	28,0a	13,0 b	4,4**	29,5
0,0369% de dinocap - Porcentagem de Mortalidade na Arena							
1	86,0a	37,8 b	30,0 c	10,2 c	1,0c	52,2**	42,3
3	100,0a	63,6 b	24,3 c	27,0 c	1,0 d	56,8**	31,8
6	100,0a	73,2 b	33,8 c	31,6 c	1,0 d	46,5**	32,5
9	100,0a	73,2 b	34,2 c	33,8 c	1,0 d	36,9**	35,8
12	100,0a	84,0a	49,8b	42,6b	1,7c	38,3**	31,1
Porcentagem de Ácaros na Barreira Adesiva							
1	0,0a	1,0a	0,0a	5,0a	0,0a	2,8*	64,6
3	0,0 b	4,0ab	2,0ab	9,0a	1,0 b	2,7*	71,2
6	0,0 b	4,0ab	6,0ab	10,0ab	17,0a	4,4**	69,2
9	0,0 b	4,0ab	7,0ab	10,0ab	17,0a	4,4**	67,7
12	0,0 b	7,0ab	15,0ab	13,0ab	24,0a	3,7*	73,8

¹Análise estatística aplicada aos dados transformados ($\arcsin \sqrt{\frac{\%}{100} + 1}$). ²Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

³D.A.A.= dias após as aplicações.

Não houve diferença significativa na porcentagem de ácaros retidos na barreira adesiva, evidenciando o rápido efeito acaricida do produto.

Com 0,04% de óxido de fenbutatina a mortalidade foi significativamente maior na arena totalmente tratada em relação àqueles nos quais os ácaros foram transferidos sobre a área tratada, de um a nove dias após as aplicações. Aos doze dias, não houve diferença significativa entre estes tratamentos. A mortalidade nestes dois tratamentos foi significativamente maior que nos demais nas cinco avaliações. Não houve diferença significativa entre as arenas para as quais os ácaros foram transferidos para a área adjacente à área tratada e para a área de escape. A mortalidade nas arenas sem tratamento somente não diferiu significativamente a um e três dias em relação à área adjacente e de escape. A migração para a barreira adesiva não mostrou um padrão definido neste experimento, com uma tendência de ser menor nas arenas não tratadas. Porém, isto não ocorreu na avaliação de um dia, em que a migração foi menor para os ácaros transferidos para a área de escape e nas avaliações de três e seis dias, quando não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Com 0,0369% de dinocap, nas quatro primeiras avaliações, a mortalidade foi significativamente maior na arena totalmente tratada, em relação aos demais, seguida pela mortalidade nas arenas em que os ácaros foram transferidos sobre a área parcialmente tratada. Na avaliação de um dia não houve diferença significativa para a mortalidade dos ácaros transferidos nas áreas adjacentes as tratadas, de escape e nas arenas sem tratamento. Nas avaliações de três a doze dias a mortalidade nas arenas sem tratamento foi significativamente menor que nas arenas tratadas. Na avaliação de doze dias não houve diferença significativa para a mortalidade na arena totalmente tratada e nos quais os ácaros foram transferidos sobre a área tratada. Também não houve diferença significativa entre a mortalidade nas arenas em que os ácaros foram transferidos para a área adjacente e de escape. Em relação à migração para a barreira adesiva, não houve diferença significativa para o teste Tukey na avaliação de um dia, embora tenha ocorrido para o teste F. Para a arena totalmente tratada, a migração para a barreira adesiva foi menor do que nos frutos sem tratamento e não diferiu dos demais tratamentos. Isto pode ser explicado pela rápida e total mortalidade nestes frutos.

A mortalidade dos ácaros foi mais rápida para o cyhexatin em relação ao óxido de fenbutatina e ao dinocap, para os quais os resultados foram estatisticamente muitos

semelhantes. Para esta concentração dos acaricidas, as maiores migrações ocorreram nas arenas tratadas com o óxido de fenbutatina.

Na Tabela 4 está apresentada a porcentagem de mortalidade e de migração dos ácaros para a barreira adesiva, após a aplicação dos acaricidas na concentração equivalente a metade da dosagem comercial.

Com 0,036% de propargite, a mortalidade dos ácaros não diferiu para aqueles transferidos sobre a área parcialmente tratada e para a arena toda tratada. Não houve diferença significativa para a mortalidade dos ácaros transferidos para as áreas adjacentes à área tratada e para as áreas de escape. Nas avaliações de um e três dias não houve diferença significativa entre a mortalidade dos ácaros transferidos para a área de escape e para as arenas sem tratamento. Nas avaliações de seis a doze dias a mortalidade nas arenas sem tratamento foi significativamente menor do que nas tratadas. A partir da avaliação de nove dias verificou-se mortalidade de 100% dos indivíduos presentes nas arenas totalmente tratadas. Em relação à migração para a barreira adesiva, somente houve diferença significativa na avaliação de um dia e entre as parcelas em que os ácaros foram transferidos para a área de escape, com maior porcentagem de migração em relação aos ácaros transferidos na arena totalmente tratada e para a área adjacente a área tratada. Nos demais tratamentos e avaliações não houve diferença significativa, embora ocorra uma tendência numérica de migração maior do que na arena sem tratamento.

Com 0,02% de óxido de fenbutatina, verifica-se que a mortalidade foi maior na arena totalmente tratada. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em que os ácaros foram transferidos sobre a área tratada, sobre a área não tratada e sobre a área de escape. Nas arenas sem tratamento, em relação às tratadas, a mortalidade somente não foi significativamente menor na avaliação de um dia, quando houve mortalidade significativamente maior apenas nos frutos com a arena totalmente tratada. Nas demais avaliações, a mortalidade nas arenas não tratadas foi estatisticamente menor que naquelas tratadas.

Considerando a migração dos ácaros para a barreira adesiva, somente não houve diferença significativa na avaliação de um dia. Na avaliação de três dias a

migração foi significativamente maior na arena totalmente tratada. Nas demais avaliações a migração foi significativamente menor nos frutos não tratados.

Tabela 4. Mortalidade e migração para a barreira adesiva do ácaro *B. phoenicis*, após aplicação dos acaricidas na metade da dosagem comercial. Jaboticabal-SP, 2001.

Área do fruto para onde foram transferidos os ácaros ¹							
0,036% de propargite - Porcentagem de Mortalidade na Arena ²							
D.A.A. ³	Toda tratada	Na Tratada	Adjacente	De Escape	Sem tratamento	F	CV(%)
1	56,0a	62,6a	22,0b	5,0bc	0,0c	19,1**	54,6
3	67,4a	80,2a	35,2b	12,1bc	0,0c	26,9**	43,5
6	84,9a	87,1a	40,3b	24,4b	0,0c	31,6**	37,7
9	100,0a	90,4a	47,3b	26,6b	0,0c	54,9**	29,7
12	100,0a	91,5a	52,6b	26,9b	1,4c	43,9**	31,6
Porcentagem de Ácaros na Barreira Adesiva							
1	0,0 b	2,0ab	0,0 b	7,0a	1,0ab	3,1*	71,3
3	9,0a	4,0a	7,0a	17,0a	6,0a	1,5ns	71,7
6	16,0a	10,0a	12,0a	23,0a	6,0a	1,5ns	67,8
9	23,0a	13,0a	23,0a	27,0a	16,0a	0,9ns	61,3
12	23,0a	13,0a	28,0a	28,0a	18,0a	1,1ns	58,6
0,02% de óxido de fenbutatina - Porcentagem de Mortalidade Mortalidade na Arena							
1	20,8a	4,0b	7,8b	7,2b	0,0b	7,3**	62,0
3	100,0a	10,6b	14,7b	11,7b	0,0 c	231,6**	22,5
6	100,0a	62,6b	45,3b	44,2b	1,0 c	29,6**	36,2
9	100,0a	64,1b	48,4b	44,4b	1,0 c	30,2**	35,4
12	100,0a	75,8b	70,5b	69,4b	2,0 c	38,4**	26,6
Porcentagem de Ácaros na Barreira Adesiva							
1	6,0a	2,0a	1,9a	34,3a	0,0a	1,5ns	74,1
3	20,1a	2,0 b	2,8 b	3,1 b	0,0 b	19,0**	50,7
6	20,1a	24,0a	22,8a	14,1a	1,0 b	11,0**	38,9
9	20,1a	24,0a	22,8a	15,0a	1,0 b	9,9**	40,5
12	20,1a	30,0a	28,0a	22,0a	3,0 b	12,5**	32,6
0,0185% de dinocap - Porcentagem de Mortalidade Mortalidade na Arena							
1	44,6a	26,8a	7,0b	4,0b	0,0b	25,4**	46,8
3	96,9a	21,0 b	8,0bc	1,0 c	0,0 c	141,6**	31,6
6	99,0a	79,8 b	25,7 cd	27,6 c	4,0 d	53,8**	30,0
9	99,0a	84,8a	23,4bc	30,1b	4,5 c	48,9**	32,2
12	99,0a	85,8a	44,5b	32,9bc	8,2 c	31,9**	32,8
Porcentagem de Ácaros na Barreira Adesiva							
1	7,0a	0,0a	0,0a	0,0a	1,0a	1,4ns	94,5
3	7,0a	0,0a	0,0a	0,0a	1,0a	1,4ns	52,5
6	7,0a	8,0a	5,0a	4,0a	4,0a	0,4ns	71,2
9	7,0a	8,0a	9,0a	5,0a	16,0a	1,1ns	67,1
12	7,0a	9,0a	13,0a	12,0a	18,0a	0,8ns	66,4

¹Análise estatística aplicada aos dados transformados ($\arcsin \sqrt{\%/+1}$). ²Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

³D.A.A.= dias após as aplicações.

Com 0,0185% de dinocap, verifica-se nas avaliações de um, nove e doze dias que não houve diferença significativa na mortalidade dos ácaros transferidos para a arena totalmente tratada e sobre a área parcialmente tratada. Nas avaliações de três e seis dias houve mortalidade significativamente maior na arena totalmente tratada. Na avaliação de três dias não houve diferença significativa entre os frutos parcialmente tratados em que os ácaros foram transferidos sobre e ao lado das áreas que receberam acaricida. Também não houve diferença significativa entre a mortalidade dos ácaros na área adjacente e para os transferidos na área de escape e nas arenas sem tratamento. Na avaliação de nove dias não houve diferença significativa para a mortalidade nas arenas em que os ácaros foram transferidos sobre a área de escape e adjacente e entre esta última com as arenas sem tratamento. Na avaliação de nove dias não houve diferença para a mortalidade dos ácaros transferidos para a área adjacente e frutos não tratados, enquanto na última avaliação, não houve diferença para a mortalidade nos frutos em que os ácaros foram transferidos para a área adjacente à tratada e para a área de escape e entre estes últimos e com os frutos sem tratamento. Para a migração não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo verificadas neste experimento as menores porcentagens de ácaros na barreira adesiva.

De maneira geral, em relação à migração dos ácaros para a barreira adesiva, não houve diferença significativa entre as arenas totalmente tratadas e não tratadas, exceto para o óxido de fenbutatina. Isto pode ser explicado pela elevada mortalidade nas arenas tratadas. As maiores migrações ocorreram nas áreas onde os ácaros foram colocados em áreas adjacentes às áreas tratadas, indicando comportamento de migração do ácaro, uma vez que diferem de forma significativa das arenas não tratadas.

As diferentes porcentagens de migração dos ácaros em relação às áreas tratadas e aos acaricidas nas concentrações testadas indicam um comportamento diferencial podendo ser devido a tipos e graus de efeito distintos sobre *B. phoenicis*. Este comportamento de migração já foi observado por outros pesquisadores em que os ácaros abandonaram a área tratada, mesmo que a migração fosse para a água, o que também resulta na morte dos ácaros, com uma relação direta do aumento da área coberta com a fuga dos ácaros (HALL & REICHARD, 1978; ALM et al., 1987).

Comportamentos diferentes para produtos diferentes também já foram observados para *T. urticae*, que migraram de discos de folhas de feijão para a água somente quando houve tratamento com clordimeform, o que não ocorreu nos discos tratados com formetanate, demonstrando interações diferentes entre os ácaros e os produtos testados (HALL & REICHARD, 1978).

No caso das arenas circundadas pela barreira adesiva, a migração dos ácaros foi relativamente controlada, ao passo que o adesivo “Tanglefoot®” foi um meio evitado. Isto foi visualmente verificado em microscópio estereoscópio, sendo várias vezes presenciada a aproximação de ácaros à barreira, em alguns casos até ocorrendo um teste de superfície em que o ácaro palpava a barreira e, em seguida, afastava-se. Ainda sem explicação aparente conclusiva, alguns indivíduos simplesmente ignoravam a barreira e adentravam-na, com conseqüente morte, mesmo nas arenas não tratadas. É provável que isto tenha ocorrido por fatores de estresse, causados nas ocasiões de transferência, ou avaliações em que os ácaros foram submetidos a condições de luminosidade, temperatura e umidades diferentes, uma vez que as avaliações foram realizadas fora da câmara climatizada, ou por estresse topológico, ou de alimentação, por atividade social na colônia, ou mesmo por fatores genéticos. Com metade da dosagem dos acaricidas, a migração foi expressivamente maior para o óxido de fenbutatina, em relação à arena não tratada. Para o dinocap ocorreram as menores porcentagens de migração para a barreira adesiva.

Os resultados de mortalidade nas arenas em que os ácaros foram transferidos ao lado da área tratada, diferem daqueles onde os ácaros foram transferidos sobre a área tratada. Isto evidencia que o ácaro necessita tomar contato com o produto e que, quanto maior o período de tempo de contato, maior a possibilidade de morte. Desta forma, o conhecimento da cobertura adequada do alvo pela calda para controle dos ácaros, torna-se imprescindível.

Considerando-se um caminhamento casual do ácaro sobre as áreas parcialmente tratadas, seria de se esperar mortalidades semelhantes nos frutos parcialmente tratados. Porém, é facilmente visualizada uma mortalidade gradativamente menor, quanto mais afastados poderiam estar os ácaros da área tratada. O efeito de

intoxicação dos ácaros poderia ser levantado, o que também justificaria a graduação observada. Para elucidar os aspectos da seletividade, sugerem-se experimentos sobre interações químicas e biológicas dos ácaros com os acaricidas.

As maiores porcentagens de migração para a barreira adesiva foram observadas para os produtos óxido de fenbutatina e propargite na metade da dosagem comercial e as menores para o dinocap na dosagem comercial. Estes resultados concordam com os verificados por OLIVEIRA & OLIVEIRA (1995) que verificaram alta porcentagem de indivíduos na barreira adesiva das arenas tratadas com óxido de fenbutatina, em relação ao fenpyroximate. OLIVEIRA & MATUO (1999) trabalhando com a variação de temperatura e umidade relativa do ar sobre o efeito de óxido de fenbutatina na mortalidade de *B. phoenicis*, verificaram migração de até 44% quando utilizaram metade da dosagem, enquanto que, para a dosagem completa, a migração não passou de 18%. A diferença observada pode estar indicando uma graduação no comportamento dos ácaros frente às áreas tratadas com cada produto. Com base na mortalidade dos ácaros, para o propargite este comportamento é reforçado pela mortalidade fortemente decrescente nas áreas não tratadas para as quais foram transferidos os ácaros. Para o óxido de fenbutatina aparentemente houve maior efeito do produto sobre os ácaros nas arenas tratadas com a concentração de 0,04%. Os dados concordam com os resultados verificados na literatura em que maior cobertura, via de regra, resulta em maiores efeitos sobre ácaros, bem como apenas alguns dias são suficientes para a queda drástica destes efeitos e retorno da atividade do ácaro sobre as áreas tratadas, sem alteração comportamental aparente (FISHER & HANSELL, 1964; ALM et al., 1987).

Um dia após a aplicação, a mortalidade dos ácaros foi mais rápida quanto maior o contato destes com os acaricidas (Figura 9). Como pôde ser discutido nas Tabelas 3 e 4, já na avaliação de um dia após a aplicação a mortalidade dos ácaros foi bastante alta, sobretudo na dosagem recomendada (Figura 9). Entretanto, para o propargite na concentração de 0,036%, a mortalidade dos ácaros transferidos na área tratada parcialmente, foi ligeiramente maior do que a dos ácaros transferidos para a arena toda tratada. Nesta avaliação a mortalidade dos ácaros nas arenas em que estes foram

transferidos em locais não tratados é expressivamente menor do que aquela verificada quando os ácaros foram transferidos sobre a área tratada.

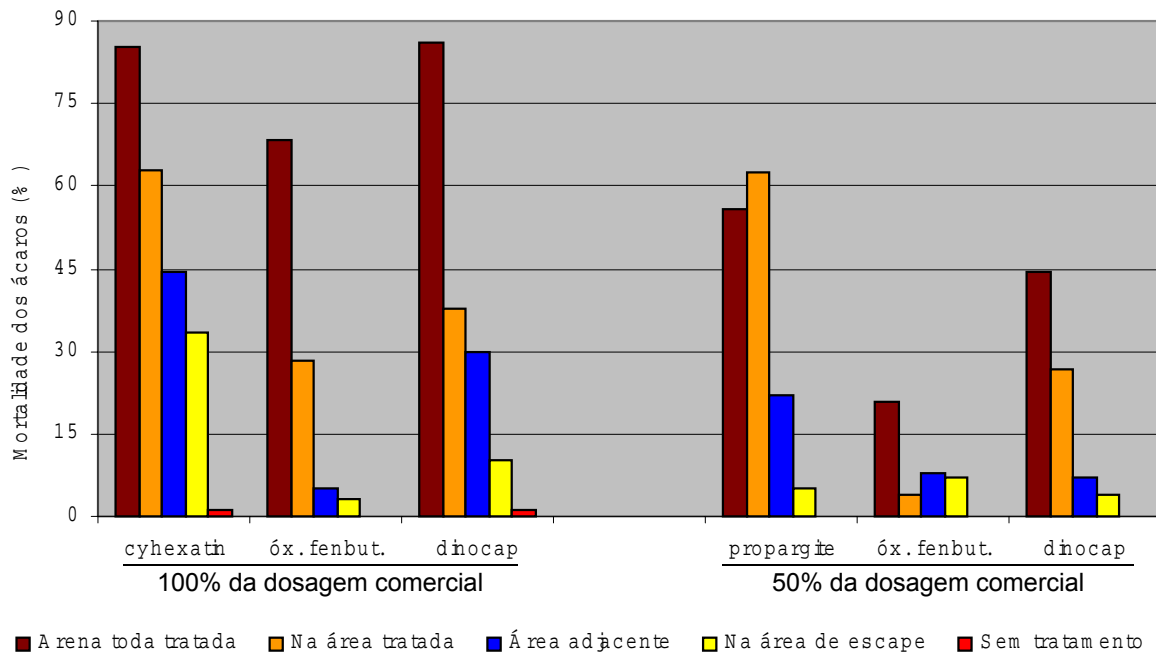


Figura 9. Mortalidade de *B. phoenicis* em função da sua posição de transferência em relação à área tratada, em frutos de laranja doce, um dia após a aplicação.

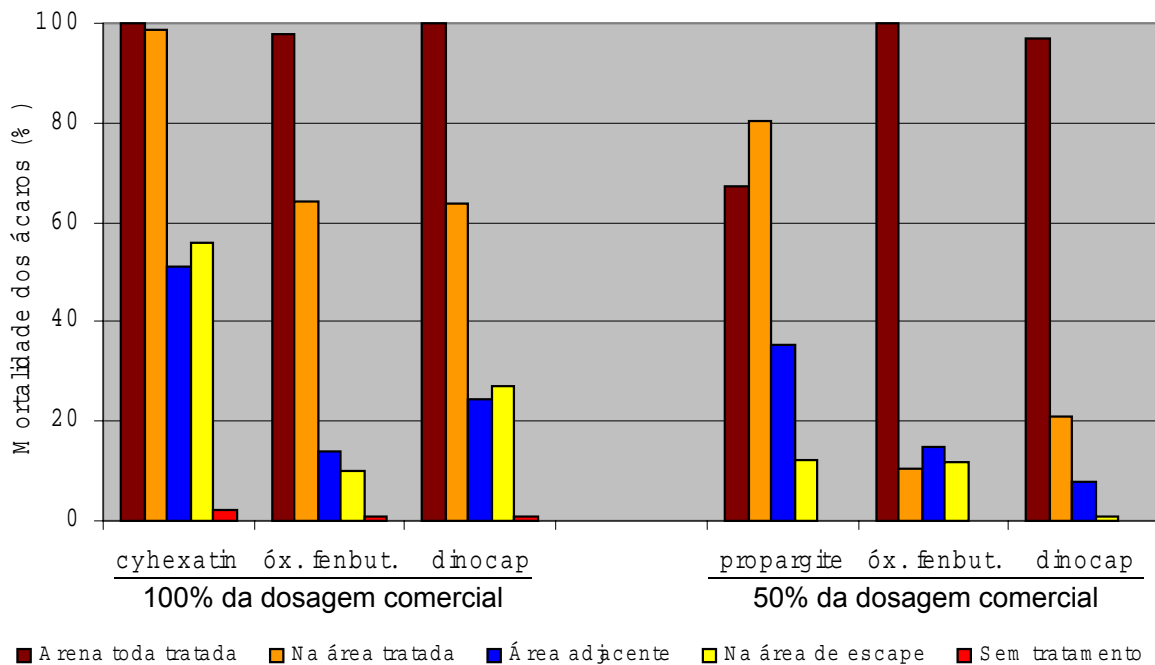


Figura 10. Mortalidade de *B. phoenicis* em função da sua posição de transferência em relação à área tratada, em frutos de laranja doce, três dias após a aplicação.

Aos três dias após a aplicação, em alguns tratamentos já não haviam mais ácaros vivos (Figura 10). A diferença na porcentagem de mortalidade dos ácaros em relação ao local de transferência diminuiu nas arenas tratadas na dosagem comercial e acentuou-se nas arenas tratadas com a metade desta.

Na última avaliação, aos doze dias após as aplicações a mortalidade ainda mantinha a tendência relacionada ao local onde foram depositadas as caldas e a área de transferência dos ácaros, porém menos acentuada e visível do que nas avaliações de um e três dias após as aplicações (Figura 11).

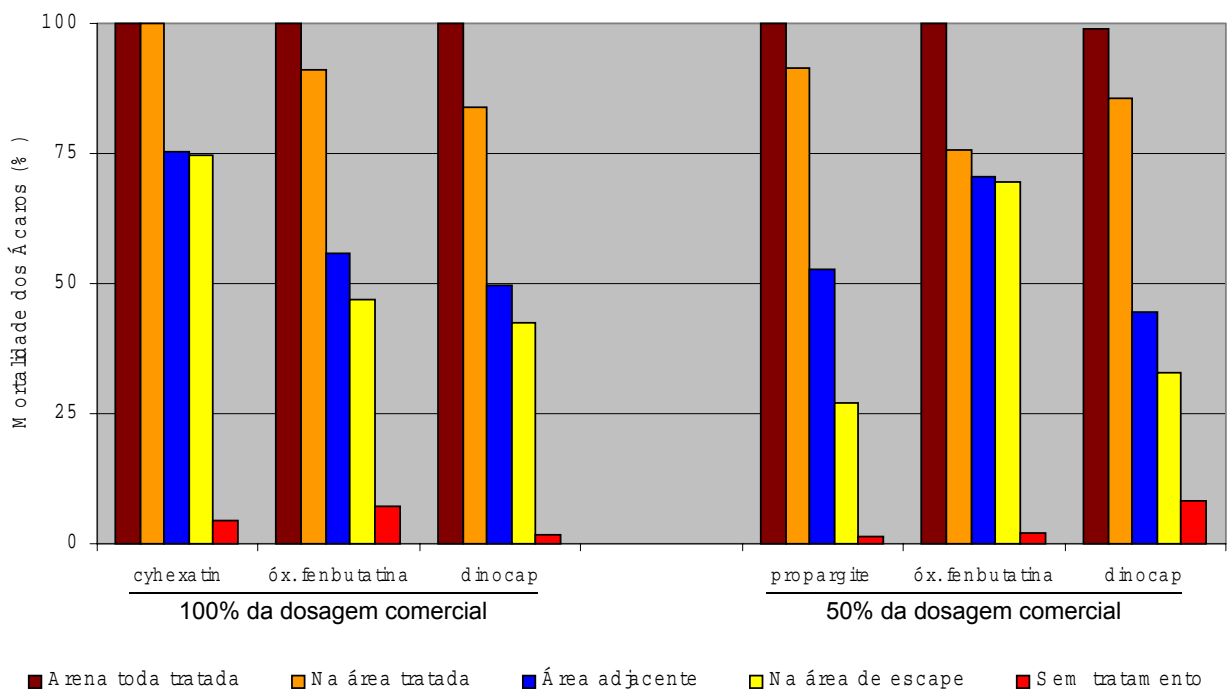


Figura 11. Mortalidade de *B. phoenicis* em função da sua posição de transferência em relação à área tratada, em frutos de laranja doce, doze dias após a aplicação.

O acaricida cyhexatin proporcionou maior mortalidade dos ácaros, sendo considerado o mais eficiente mesmo quando as arenas não foram totalmente tratadas. Para outros produtos somente houve 100% de mortalidade dos ácaros nas arenas totalmente tratadas, indicando que alguns indivíduos, mesmo tomando contato com o produto nas arenas onde foram transferidos sobre as áreas tratadas, provavelmente saíram rapidamente da área, refugiando-se nos locais não tratados. Isto é reforçado pelo fato de que em nenhum dos outros tratamentos houve mortalidade total dos

ácaros, relacionando-se ao seu comportamento em relação às áreas tratadas. Para ácaros do gênero *Tetranychus* este comportamento foi observado, sendo que estes ou foram para a área tratada ou dela saíram para outras adjacentes, mesmo que isto compromettesse a sua sobrevivência (FISHER & HANSELL, 1964; FISHER & MORGAN, 1968 e ALM et al., 1987). É descrito também que fêmeas de *T. urticae* evitaram áreas tratadas com o acaricida dicofol, fazendo sua postura nas áreas entres as deposições (FISHER & MORGAN, 1968). Com o passar dos dias, a mortalidade dos ácaros aumentou principalmente nas arenas para onde os ácaros foram transferidos para fora da área tratada. É possível que o efeito de repelência dos acaricidas testados tenha diminuído com o tempo após a aplicação. Desta forma, os ácaros passaram a adentrar cada vez mais à área tratada, porém ainda sofrendo efeito dos resíduos depositados, com maior ou menor grau, dependendo de cada acaricida. Comportamento semelhante foi descrito por FISHER & HANSELL (1964) e ALM et al. (1987), em que após dois a oito dias da aplicação de acaricidas os ácaros passaram a caminhar indistintamente sobre áreas tratadas e não tratadas sobre folhas de feijão e de pêsego, com a mortalidade tendo aumentado cumulativamente. Entretanto, para os ácaros transferidos a zero, um, dois, sete e treze dias após o tratamento sobre folhas de pêsego, houve decréscimo acentuado do efeito do acaricida com a transferência sobre os depósitos de maior idade.

Para acaricidas organoestânicos, KONO et al. (2001) verificaram pouca resistência de populações de *B. phoenicis*, quando aplicados a intervalos de cerca de doze meses, sendo de grande importância a rotação de produtos como estratégia de manutenção da não resistência. Ressalta-se a necessidade de se conseguir uma cobertura uniforme da calda sobre as plantas, para aumentar a possibilidade e o tempo de contato dos ácaros com os produtos e minimizando as possibilidades de sua migração para áreas não tratadas (FISHER & MORGAN, 1968; FISHER et al. 1974; HALL & REICHARD, 1978; ALM et al. 1987). Como em todos os tratamentos os ácaros foram transferidos sobre áreas já tratadas e com a calda seca, pode-se inferir que não é obrigatório que as gotas atinjam os ácaros no momento da pulverização, desde que a distribuição e a deposição sejam suficientes para o contato letal dos indivíduos com os

acaricidas. OLIVEIRA et al. (1998) verificaram que volumes acima de vinte litros por planta proporcionaram maior mortalidade de *B. phoenicis*, podendo-se atribuir isto à maior cobertura da planta resultante dos maiores volumes. Porém, a forma de distribuição deste volume e os volumes mínimos para controle dos ácaros em citros ainda não estão bem determinados e são objetivos desta pesquisa, cujos resultados serão apresentados no subitem a seguir.

A diferença verificada com a sobrevivência de alguns indivíduos é altamente prejudicial ao controle da praga e da doença, uma vez que estas terão oportunidade de ressurgirem rapidamente. Como o ácaro *B. phoenicis* é o vetor da leprose dos citros, os indivíduos remanescentes podem ser portadores da doença, mantendo a fonte de inóculo na cultura, além de manter a transmissão durante o seu ciclo de vida. Sendo assim, deve-se utilizar formas que evitem falhas na cobertura das plantas durante a pulverização, a fim de inviabilizar a sobrevivência dos ácaros nas áreas não atingidas pela calda aplicada.

4.3. Determinação do diâmetro e da quantidade de gotas por centímetro quadrado para controle do ácaro da leprose

Nos resultados das avaliações do experimento sobre a mínima quantidade de gotas necessária para o controle do ácaro *B. phoenicis*, com 0,036% de propargite sem espalhante adesivo (Tabela 5) não houve diferença significativa para a mortalidade dos ácaros. Por isto, os dados foram suprimidos da tabela.

Houve uma leve tendência de aumento nas maiores quantidades de gotas por cm^2 , porém, não atingindo 45%, na média dos dois dmv. Esta baixa mortalidade pode ser explicada pelo volume de aplicação equivalente a quantidades de 31 a 930 L/ha (considerando área foliar e área superficial dos frutos), muito abaixo dos volumes praticados. Decorrente disto, a concentração de ingrediente ativo nas gotas que atingiram a área, pode ter sido insuficiente para causar a mortalidade dos ácaros, sobretudo as menores gotas e densidades.

Tabela 5. Migração de ácaros para a barreira adesiva em função do número e do diâmetro de gotas à 0,036% de propargite. Jaboticabal, 2001.

		Número de gotas por cm ² (Diâmetro das gotas)				CV(%)
		1	2	3	4	
Gotas/cm ²	dmv ⁽¹⁾ 1	5 (383µm)	26 (291µm)	32 (251µm)	75 (294µm)	
	dmv 2	65 (117µm)	131 (136µm)	296 (158µm)	425 (233µm)	
DAA ⁽²⁾		Ácaros na barreira adesiva ⁽³⁾				
1	dmv 1	14,4cA ⁽⁴⁾	26,0bcA	46,6aA	35,8abA	54,0
	dmv 2	27,1aA	27,9aA	24,4aB	26,4aA	
3	dmv 1	17,8bB	32,7abA	51,5aA	46,6aA	46,2
	dmv 2	36,8aA	33,7aA	31,0aB	32,4aA	
6	dmv 1	25,9bA	40,9abA	61,9aA	59,3aA	38,5
	dmv 2	43,2aA	40,9aA	43,2aB	36,2aB	
10	dmv 1	22,6bB	50,6aA	67,1aA	61,8aA	39,0
	dmv 2	47,2aA	35,5aA	44,7aB	40,3aB	
14	dmv 1	35,8bA	58,6abA	73,3aA	63,9aA	37,7
	dmv 2	50,8aA	37,3aB	47,2aB	56,7aA	

⁽¹⁾dmv: diâmetro mediano volumétrico (µm). ⁽²⁾DAA: dias após a aplicação. ⁽³⁾Dados transformados: $(\arcsin \sqrt{(\% + 1)/100})$. ⁽⁴⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada avaliação, não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

Em relação à migração dos ácaros para a barreira adesiva, só houve diferença significativa nas arenas que receberam gotas maiores. Em relação ao diâmetro, no maior, diferenças importantes na migração ocorreram somente nas densidades dois e três em que números de gotas de cinco a dez vezes menores proporcionaram maiores migrações. Estes resultados estão de acordo com os verificados por ALM et al. (1987), em que o número de ácaros repelidos de discos de folhas aumentou com o número de gotas depositadas, para diâmetros de 120 e 200 µm. Como no dmv menor, a quantidade de gotas por cm² foi maior, pode-se relacionar a migração dos ácaros com a maior possibilidade de contato com os depósitos de calda. Como na densidade um do maior dmv havia, em média, menos de cinco gotas por cm², o comportamento dos

ácaros praticamente não foi afetado. No dmv maior, o aumento da densidade de gotas (maior cobertura) resultou na maior migração para a barreira adesiva, como já se havia verificado nos experimentos sobre comportamento. A migração dos ácaros da área tratada pode se dever a um efeito de desconforto agudo, em que os indivíduos buscariam, a qualquer custo, uma outra situação. Este desconforto pode variar de produto para produto, com a concentração da calda e a densidade de gotas de um mesmo produto sobre a superfície onde o ácaro está sobrevivendo, conforme já foram discutidos com base nos resultados verificados por HALL & REICHARD (1978), quando houve comportamentos diferentes de *T. urticae* para os acaricidas chlordimeform e formetanate, sendo que no primeiro deles a reação do ácaro custou a sua vida, pois estes saíram dos discos de folhas onde estavam (seu habitat natural) e foram para a água, onde os discos estavam flutuando, local onde, até por instinto de sobrevivência, provavelmente os indivíduos evitariam.

Para os maiores dmv, há tendência de crescimento da migração dos ácaros para a barreira adesiva com o aumento do número de gotas por cm^2 , exceto na maior quantidade, em que a migração diminuiu, ao passo que a mortalidade aumenta, explicando a menor migração.

Com o dmv médio em torno de $300 \mu\text{m}$, houve efeito sobre os ácaros, sendo que, acima de trinta gotas por centímetro quadrado reduziram a cerca de 20% a sobrevivência nas arenas tratadas (Figura 12).

No dmv médio de cerca de $160 \mu\text{m}$ não houve efeito do aumento do número de gotas por cm^2 na sobrevivência dos ácaros.

Os resultados do experimento com adição de 0,025% de Silwet L-77 Ag à calda com 0,036% de propargite, estão apresentados na Tabela 6 e Figura 13.

Houve migração dos ácaros para a barreira adesiva significativamente maior na densidade um, para o dmv menor e, na densidade três, para o dmv maior, exceto na última avaliação. No dmv um, a maior migração ocorreu na densidade três. Para o dmv maior, a migração foi maior na densidade um. Porém, há uma tendência de aumento da migração conforme se aumenta o número de gotas por cm^2 .

Para a mortalidade somente houve diferença significativa entre o número de

gotas/cm² na avaliação aos doze dias após as aplicações e somente para o dmv maior, em que a mortalidade foi maior na densidade três. Também foi significativamente maior a mortalidade dos ácaros no dmv maior, na densidade três.

Tabela 6. Migração para a barreira adesiva e mortalidade de ácaros em função do número e do diâmetro de gotas de 0,036% de propargite, com 0,025% de Silwet L-77 Ag. Jaboticabal, 2001.

		Número de gotas por cm ² (Diâmetro das gotas)				CV (%)
		1	2	3	4	
Gotas/cm ²	dmv 1 ⁽¹⁾	23 (206µm)	28 (233µm)	42 (207µm)	55 (225µm)	
	dmv 2	330 (102µm)	402 (120µm)	483 (120µm)	580 (146µm)	
DAA ⁽²⁾		Ácaros na barreira adesiva ⁽³⁾				
1	dmv 1	7,7abA ⁽⁴⁾	7,4abA	16,1aA	5,7bB	76,8
	dmv 2	10,1abA	5,7bA	5,7bB	16,0aA	
3	dmv 1	7,6bB	13,7bA	28,0aA	7,6bA	75,2
	dmv 2	20,2aA	15,1aA	9,5aB	16,3aA	
6	dmv 1	11,4bB	9,5bA	31,4aA	10,1bA	82,2
	dmv 2	26,8aA	15,2aA	10,3aB	15,9aA	
10	dmv 1	9,9bB	12,0bA	40,8aA	16,6bA	83,5
	dmv 2	32,2aA	15,2aA	15,7aB	23,1aA	
14	dmv 1	9,9bB	14,7abA	39,9aA	20,0abA	85,3
	dmv 2	34,6aA	16,5aA	21,6aA	32,6aA	
DAA		Mortalidade de ácaros na arena				
14	dmv 1	9,1bA	10,4bA	44,0aA	14,1bA	94,9
	dmv 2	17,5aA	9,5aA	14,7aB	19,4aA	

⁽¹⁾dmv: diâmetro mediano volumétrico (µm). ⁽²⁾DAA: dias após a aplicação. ⁽³⁾Dados transformados: $(\arcsin \sqrt{(\% + 1)/100})$. ⁽⁴⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada avaliação, não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

A combinação entre a pequena redução no dmv da densidade três, porém com o dobro do número de gotas, poderia explicar a elevação da mortalidade. Algumas variações não implicam necessariamente em diferença significativa, sobretudo em baixas concentrações do produto fitossanitário testado.

A sobrevivência dos ácaros sofreu menor efeito do acaricida com a adição do

espalhante e foi maior que 50%, mesmo nas maiores densidades de gotas (Figura 13).

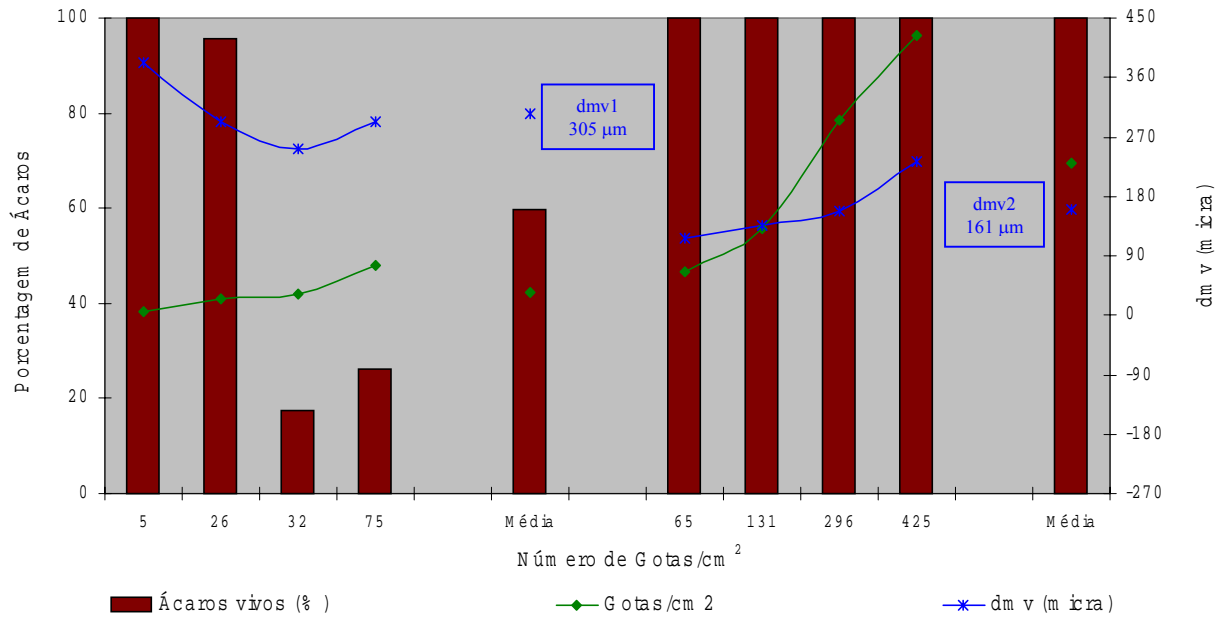


Figura 12. Sobrevivência de *B. phoenicis*, calculada a partir da mortalidade corrigida pela fórmula de HENDERSON & TILTON (1955), em relação ao número e diâmetro de gotas, aos 14 dias após a aplicação de 0,036% de propargite.

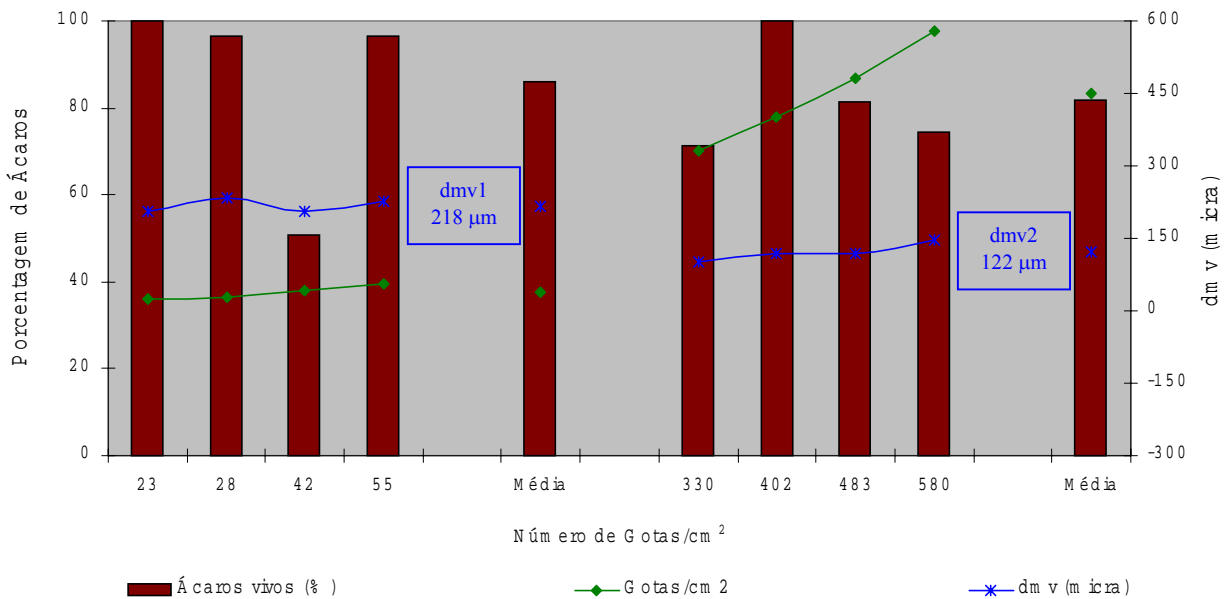


Figura 13. Sobrevivência de *B. phoenicis*, calculada a partir da mortalidade corrigida pela fórmula de HENDERSON & TILTON (1955), em relação ao número e diâmetro de gotas, aos 14 dias após a aplicação de 0,036% de propargite, com 0,025% de Silwet L-77 AG.

No dmv menor, em que as densidades foram mais que dez vezes maiores, houve uma leve tendência do aumento do número de gotas diminuir a sobrevivência dos ácaros.

FISHER & MORGAN (1968) utilizaram três concentrações do dicofol em discos de folhas de feijão (*P. coccineus*) para controle de *T. urticae*. Com 10 gotas de 1 μL , 50 gotas de 0,2 μL e 100 gotas de 0,1 μL . Verificaram redução significativa na postura de ovos com o aumento do número de gotas de 10 para 50. Porém, de 50 para 100 gotas não houve redução significativa do número de ovos. Em outro experimento com o diâmetro de gotas constante, variaram a concentração do dicofol (0,092, 0,046, 0,023%) e o número de gotas por disco (13, 50, 100). Verificaram que não houve aumento significativo do efeito das concentrações sobre os ácaros com 13 e 100 gotas por disco. Já para 50 gotas por disco o aumento na concentração do dicofol teve efeito significativo tanto no aumento da mortalidade como na diminuição da postura de ovos. Com o aumento do número de gotas nos discos, tanto a mortalidade quanto a postura foram afetadas, embora na concentração de 0,092% a mortalidade entre 50 e 100 gotas tenha sido muito semelhante.

Nos dois experimentos do presente trabalho, com a concentração de 0,036% do propargite a mortalidade dos ácaros foi baixa (menor que 80%) e a migração da área tratada foi elevada (até maiores que 80%), o que dificulta a interpretação dos resultados de mortalidade, quando aplicada em volumes baixos de calda.

Resultados semelhantes a estes foram constatados para os ácaros de *T. urticae* que saíram da área tratada sobre discos de folhas indo para a água (HALL & REICHARD, 1978; ALM et al., 1987). FISHER et al. (1974), em trabalho para definição de critérios relacionados às gotas e concentração ideal da calda com dicofol, em folhas de pêsego, para controle de *Panonychus ulmi* (Koch), verificaram que aproximadamente 250 gotas de 100 $\mu\text{m}/\text{cm}^2$, 150 gotas de 200 $\mu\text{m}/\text{cm}^2$ e 120 gotas de 245 $\mu\text{m}/\text{cm}^2$, proporcionaram 95% de mortalidade dos ácaros, correspondendo, respectivamente, a depósitos de 0,7, 1,0 e 1,4 μg de dicofol (i.a.)/ cm^2 de folha. Decorrente disto, os autores optaram por utilizar o número de ovos postos e o número de ácaros vivos presentes nos discos, como fator de avaliação. ALM et al. (1987)

verificaram um rápido aumento da migração dos ácaros com o aumento do número de gotas de 120 e 200 μm nos discos de folhas, bem como uma drástica redução no número de ovos postos. Os autores indicaram que as menores gotas resultaram em menor número de ácaros sobre os discos e menor número de ovos.

Devido às dificuldades de interpretação dos dados de mortalidade em função da migração para a barreira adesiva passou-se a considerar o número de ácaros vivos também nas tabelas com os resultados das análises estatísticas, por apresentar melhor clareza e coerência na relação com o número e diâmetro de gotas nas concentrações de 0,072 e 0,144% de propargite, cujos resultados são apresentados a seguir.

Somente houve diferença significativa da sobrevivência de *B. phoenicis* em função do número e do diâmetro de gotas de 0,072% de propargite (Tabela 7), na avaliação um dia após a aplicação, quando a sobrevivência foi estatisticamente maior na densidade um em relação a dois, sem diferença significativa entre as demais.

Tabela 7. Sobrevivência de *B. phoenicis* em função do número e do diâmetro de gotas de 0,072% de propargite. Jaboticabal, 2002.

		Número de gotas por cm^2 (Diâmetro das gotas)				CV (%)
		1	2	3	4	
Gotas / cm^2	dmv	1 33 (349 μm)	40 (247 μm)	53 (283 μm)	55 (317 μm)	
		2 61 (106 μm)	302 (116 μm)	143 (141 μm)	303 (156 μm)	
DAA		Ácaros vivos na arena ¹				
	1	63,7a	47,5b	53,7ab	49,2ab	32,1
	3	33,3a	31,7a	45,8a	32,9a	49,7
	6	24,6a	22,6a	35,8a	25,8a	60,5
	10	17,5a	15,6a	26,5a	15,7a	73,3
	14	17,3a	10,6a	15,9a	8,2a	86,0

⁽¹⁾dmv: diâmetro mediano volumétrico (μm). ⁽²⁾DAA: dias após a aplicação. ⁽³⁾Dados transformados: $(\text{arc sen } \sqrt{(\% + 1)/100})$. ⁽⁴⁾Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Na Figura 14 pode-se visualizar que houve menor média de sobrevivência dos ácaros no dmv maior, mesmo com o número de gotas até seis vezes menor do que com o maior diâmetro, embora com resultados semelhantes na maior densidade de gotas.

A cada alteração na densidade há um reflexo inverso na sobrevivência dos

ácaros. Ou seja, aumentando-se o número de gotas/cm², diminui a porcentagem de ácaros vivos no fruto e vice-versa.

Na avaliação aos quatorze dias após a aplicação a sobrevivência média dos ácaros foi cerca de 10% para o dmv médio de aproximadamente 299 μ m e de 20%, para o dmv de 130 μ m.

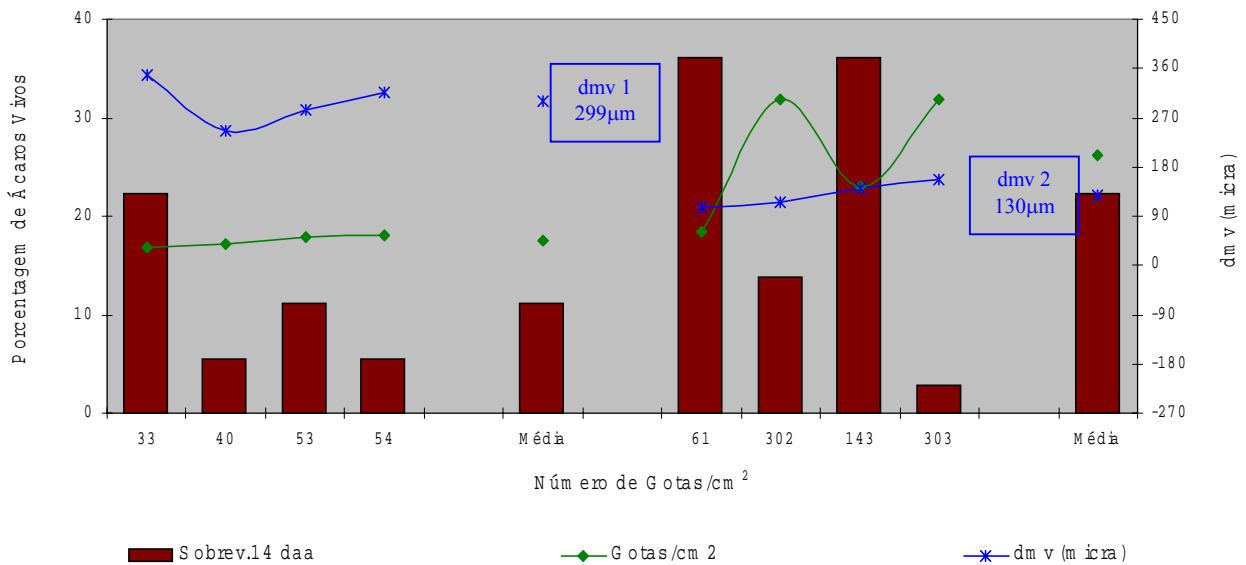


Figura 14. Sobrevivência de *B. phoenicis*, calculada a partir da mortalidade corrigida pela fórmula de HENDERSON & TILTON (1955), em relação ao número e diâmetro de gotas, aos 14 dias após a aplicação de 0,072% de propargite.

A porcentagem de sobrevivência de ácaros em função do número e do diâmetro das gotas com propargite, na concentração de 0,072%, com 0,025% de Silwet L-77 Ag (Tabela 8) foi maior no menor dmv, conforme pode ser observado na maior densidade de gotas na avaliação aos três dias após a aplicação. Houve diferença significativa da sobrevivência dos ácaros no dmv maior das avaliações aos três e seis dias após a aplicação. Os extremos do número de gotas por cm² (densidades um e quatro) proporcionaram diferenças significativas entre si, nestas avaliações, sendo que as maiores densidades proporcionaram menor sobrevivência dos ácaros. Não houve diferença significativa entre a testemunha e as médias dos tratamentos, para médias de sobrevivência entre os tratamentos e as testemunhas, o que se havia verificado para a mortalidade dos ácaros na concentração de 0,036%, com a adição do Silwet L-77 Ag.

Tabela 8. Sobrevivência de *B. phoenicis* em função do número e do diâmetro de gotas de 0,072% de propargite, com 0,025% de Silwet L-77 Ag. Jaboticabal, 2002.

		Número de gotas por cm ² (Diâmetro das gotas)				
		1	2	3	4	CV (%)
Gotas/cm ²	dmv ⁽¹⁾ 1	76 (184µm)	81 (217µm)	93 (307µm)	191 (281µm)	
	2	64 (92µm)	258 (112µm)	118 (109µm)	429 (176µm)	
DAA ⁽²⁾	Ácaros vivos na arena ⁽³⁾					
1		80,21a	80,20a	73,60a	71,61a	19,3
3	dmv	63,35aA ⁽⁴⁾	65,21aA	40,24abA	26,17bB	40,6
	2	61,01aA	60,68aA	59,28aA	63,51aA	
6		74,37a	71,41ab	63,40ab	54,57b	30,7
10		69,86a	65,27a	55,84a	50,07a	35,4
14		50,20a	39,15a	48,79a	29,57a	61,9

⁽¹⁾dmv: diâmetro mediano volumétrico (µm). ⁽²⁾DAA: dias após a aplicação. ⁽³⁾Dados transformados: $(\arcsin \sqrt{(\% + 1)/100})$. ⁽⁴⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada avaliação, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Neste experimento o efeito da cobertura de gotas na sobrevivência dos ácaros fica aparente apenas no dmv maior, afetando inversamente a sobrevivência dos ácaros (Figura 15). A sobrevivência foi maior quando o dmv foi menor.

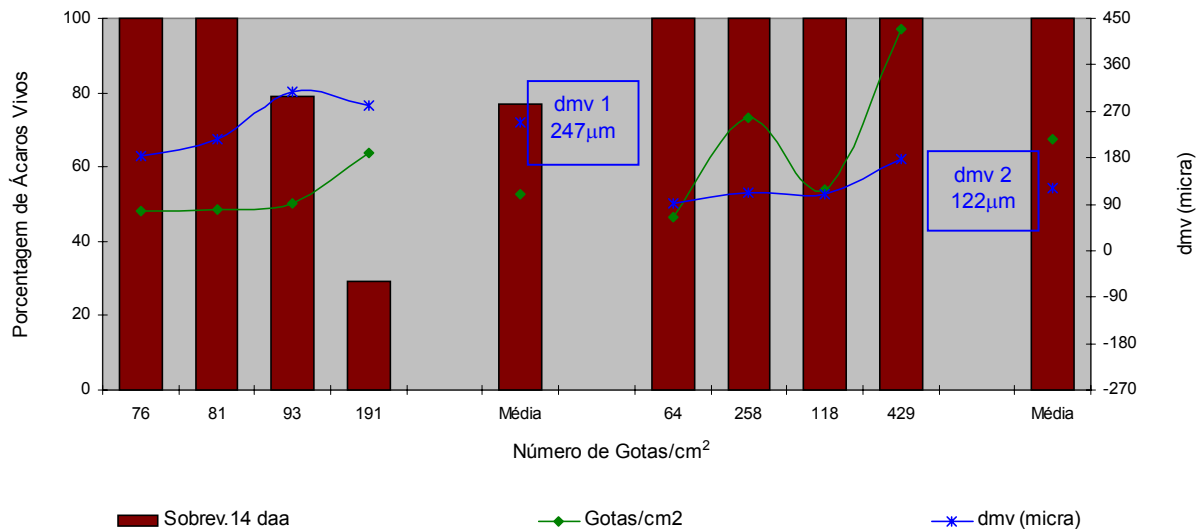


Figura 15. Sobrevivência de *B. phoenicis*, calculada a partir da mortalidade corrigida pela fórmula de HENDERSON & TILTON (1955), em relação ao número e diâmetro de gotas, aos 14 dias após a aplicação de 0,072% de propargite, com 0,025% de Silwet L-77 AG.

Para o dmv maior, com uma densidade de 191 gotas restaram em torno de 25% de ácaros vivos na área. Nas demais arenas, a sobrevivência foi maior que 80%, aos quatorze dias após as aplicações (Figura 15).

Na Tabela 9 são apresentados os resultados de sobrevivência de *B. phoenicis* em função do diâmetro e do número médios de gotas com 0,072% de propargite, com e sem 0,025% do espalhante-adesivante Silwet L-77 Ag.

Tabela 9. Sobrevivência de *B. phoenicis* em função do diâmetro e do número de gotas de 0,072% de propargite, com e sem 0,025% de Silwet L-77 Ag. Jaboticabal, 2002.

Sobrevivência de ácaros nas arenas tratadas com 0,072 % de propargite ⁽¹⁾						
DAA ⁽³⁾	Sem Silwet L-77 Ag			Com Silwet L-77 Ag		
	dmv médio (µm) ⁽²⁾		CV(%)	dmv médio (µm)		CV(%)
	299	130		247	122	
1	51,8a ⁽⁴⁾	55,3a	32,1	73,4a	79,4a	19,3
3	28,9 b	43,0a	49,7	48,7 b	61,1a	40,6
6	19,4 b	35,0a	60,5	59,0 b	72,9a	30,7
10	13,0 b	24,7a	73,3	53,0 b	67,5a	35,4
14	11,4a	14,7a	86,0	37,8a	46,0a	61,9
N. médio gotas/cm ²	45	202		110	217	

⁽¹⁾Dados transformados: $(\arcsin \sqrt{(\% + 1)/100})$. ⁽²⁾dmv: diâmetro mediano volumétrico (µm).

⁽³⁾DAA: dias após a aplicação. ⁽⁴⁾Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

Nas avaliações aos três, seis e dez dias após a aplicação, houve sobrevivência de ácaros significativamente maior nas arenas em que o diâmetro de gotas foi menor, mesmo com densidades de gotas duas a quatro vezes maior, tanto para a calda com o espalhante quanto sem a adição deste. Não houve diferença significativa nas avaliações de um e quatorze dias após a aplicação, embora se mantenha a tendência de sobrevivência maior nas arenas tratadas com gotas de dmv menores. Nota-se que a porcentagem de sobrevivência foi maior nas arenas tratadas pela calda com o espalhante, embora estas não tenham sido comparadas estatisticamente entre si.

Numa repetição do experimento com 0,072% de propargite sem o espalhante (Tabela 10) houve maior sobrevivência dos ácaros no menor dmv, como pode ser

observado na avaliação aos três dias após as aplicações e nas densidades um e dois, da avaliação de um dia após a aplicação. Na avaliação aos seis dias após a aplicação, porém, houve maior sobrevivência no maior dmV. Isto pode ter ocorrido devido a uma diferença de apenas 40 μm entre os dmV, porém, no menor, havia quase o dobro do número de gotas.

Tabela 10. Sobrevivência de *B. phoenicis* em função do número e do diâmetro das gotas com propargite na concentração de 0,072%. Jaboticabal, 2002.

		Número de gotas por cm^2 (Diâmetro das gotas)					CV (%)
		1	2	3	4		
Gotas/ cm^2	dmv ⁽¹⁾	1	53 (390 μm)	18 (294 μm)	35 (217 μm)	137 (265 μm)	
		2	27 (159 μm)	93 (188 μm)	68 (176 μm)	245 (266 μm)	
DAA ⁽²⁾		1	Ácaros vivos na arena ⁽³⁾				
1	dmv	1	76,4aB ⁽⁴⁾	81,0aB	82,5aA	87,8aA	10,3
		2	90,0aA	90,0aA	80,8aA	85,6aA	
3	47,94b	65,18a	58,5a	56,0a	57,5a	54,2a	39,5
6	dmv	1	30,7aA	31,4aA	57,4aA	38,9aA	51,7
		2	46,2aA	47,6aA	33,1aB	34,9aA	
10			21,8a	27,2a	23,9a	27,1a	76,2
14			11,7a	14,9a	13,1a	21,5a	88,3

⁽¹⁾dmv: diâmetro mediano volumétrico (μm). ⁽²⁾DAA: dias após a aplicação. ⁽³⁾Dados transformados: $(\text{arc sen } \sqrt{(\% + 1)/100})$. ⁽⁴⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada avaliação, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Neste experimento a porcentagem de sobrevivência foi significativamente menor do que a verificada nas testemunhas, na última avaliação, quando a porcentagem de ácaros vivos, na média dos dois dmV, foi de cerca de 21%, ou menor.

Com a finalidade de verificar o efeito da concentração da calda sobre a sobrevivência do ácaro *B. phoenicis*, com os volumes baixos de aplicação, utilizou-se 0,144% de propargite (Tabela 11). Na avaliação aos seis dias após as aplicações a sobrevivência foi maior no dmV menor, semelhante ao que ocorreu nos experimentos anteriores. Nas avaliações aos três e seis dias após as aplicações houve diferença

significativa da sobrevivência dos ácaros em relação ao número de gotas por cm^2 .

Tabela 11. Sobrevivência de *B. phoenicis* em função do número e do diâmetro de gotas de propargite na concentração de 0,144%. Jaboticabal, 2002.

Gotas/ cm^2	dmv ⁽¹⁾	Número de gotas por cm^2 (Diâmetro das gotas)				CV (%)	
		1	2	3	4		
		19 (301 μm)	33 (313 μm)	51 (295 μm)	99 (319 μm)		
		24 (154 μm)	144 (193 μm)	138 (194 μm)	200 (233 μm)		
DAA ⁽²⁾	1	2	Ácaros vivos na arena ⁽³⁾				
1			81,0a ⁽⁴⁾	82,9a	86,3a	76,5a	13,4
3			73,0a	53,7ab	67,3a	42,0b	34,5
6	35,78b	48,01a	54,9a	37,6ab	48,3ab	26,7b	51,6
10			34,2a	14,4a	26,5a	18,3a	73,8
14			19,1a	10,2a	10,8a	9,9a	60,5

⁽¹⁾dmv: diâmetro mediano volumétrico (μm). ⁽²⁾DAA: dias após a aplicação. ⁽³⁾Dados transformados: $(\text{arc sen } \sqrt{(\%+1)/100})$. ⁽⁴⁾Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Com a densidade um houve sobrevivência significativamente maior que a densidade quatro, embora esta diferença não tenha ocorrido nas avaliações aos dez e 14 dias após a aplicação, para o nível de probabilidade estudado.

Na Figura 16 é possível visualizar a relação de sobrevivência com o diâmetro e número de gotas por cm^2 .

Para o maior diâmetro, na avaliação aos quatorze dias após a aplicação, com aproximadamente vinte até cerca de cem gotas por cm^2 mantiveram sobrevivência próximas ou menores que 10%, indicando possibilidades de utilização destes volumes baixos, na concentração 0,144% de propargite, sendo que não houveram sobreviventes com 33 gotas/ cm^2 , com diâmetro em torno de 300 μm .

No dmv de 153 μm , aproximadamente 24 gotas foram suficientes para uma sobrevivência de cerca de 15% de ácaros, nesta concentração do acaricida, mas foram necessárias 137 gotas de 153 μm para uma sobrevivência de 5%. Entre tratamentos e testemunhas, houve diferença significativa em todas as avaliações.

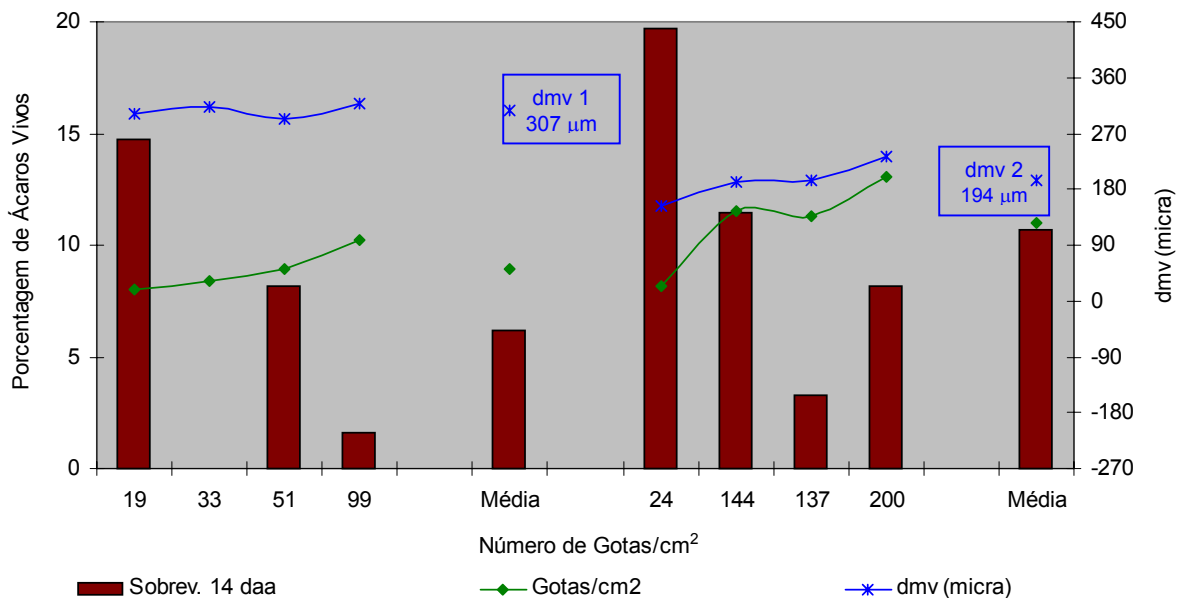


Figura 16. Sobrevivência de *B. phoenicis*, calculada a partir da mortalidade corrigida pela fórmula de HENDERSON & TILTON (1955), em relação ao número e diâmetro de gotas, aos 14 dias após a aplicação de 0,144% de propargite.

Embora alguns autores considerem controle de 80% de ácaros como suficiente, ou considerando-se de maneira análoga, 20% de sobrevivência (FISHER et al., 1974; ALM et al., 1987), para o ácaro da leprose estes valores podem ser considerados muito altos pela característica da praga ser vetor de uma das mais graves doenças dos citros (CHIAVEGATO & KHARFAN, 1993). Desta forma, serão considerados para as condições deste estudo para a determinação do mínimo número de gotas necessário, valores de sobrevivência menores que dez por cento para indicação de combinações de diâmetro e número de gotas e concentrações do acaricida propargite, com ou sem a adição do espalhante-adesionante organossiliconado Silwet L77Ag (Tabela 12).

Como não se obteve mais de 85% de mortalidade em nenhuma das densidades e diâmetros de gotas para o propargite a 0,036%, não se considerou esta concentração com possibilidade de recomendação. Para as concentrações de 0,072 e 0,144%, diversas combinações podem resultar em menos de dez por cento de ácaros sobreviventes na área tratada.

Tabela 12. Efeito de combinações de diâmetro, número de gotas/cm², concentração da calda e adição de espalhante no controle de ácaros, volume de aplicação e dosagem de propargite, aos 14 dias após a aplicação num pomar de hipotético¹.

Calda de propargite	Gotas / cm ²	dmv (μm)	Ácaros vivos (%)	Volume (L/ha) ²	propargite (kg)/ha
0,144% Sem espalhante	33	313	0	443	0,64
0,072% Sem espalhante	303	156	1	499	0,36
0,144% Sem espalhante	99	319	1	1395	2,01
0,072% Sem espalhante	40	247	3	257	0,19
0,072% Sem espalhante	18	293	3	193	0,14
0,072% Sem espalhante	54	317	3	750	0,54
0,144% Sem espalhante	138	194	4	426	0,61
0,072% Sem espalhante	68	176	4	160	0,12
0,072% Sem espalhante	53	390	4	1366	0,98
0,144% Sem espalhante	200	233	5	1094	1,58
0,072% Sem espalhante	53	283	5	523	0,38
0,072% Sem espalhante	27	159	5	46	0,03
0,144% Sem espalhante	51	295	6	564	0,81
0,072% Sem espalhante	302	116	6	201	0,14
0,072% Sem espalhante	33	349	9	602	0,43
0,144% Sem espalhante	144	193	9	442	0,64
0,072% Com espalhante	191	281	10	1814	1,31
0,144% Sem espalhante	19	301	11	227	0,33
0,072% Sem espalhante	35	217	13	153	0,11
0,072% Sem espalhante	61	106	14	31	0,02
0,072% Sem espalhante	93	188	15	264	0,19
0,072% Sem espalhante	143	141	16	173	0,12
0,144% Sem espalhante	24	154	16	38	0,05
0,072% Sem espalhante	245	266	16	1984	1,43
0,072% Sem espalhante	137	265	18	1100	0,79
0,072% Com espalhante	93	307	37	1153	0,83
0,072% Com espalhante	81	217	41	357	0,26
0,072% Com espalhante	258	112	45	158	0,11
0,072% Com espalhante	429	176	48	1012	0,73
0,072% Com espalhante	64	92	52	22	0,02
0,072% Com espalhante	76	184	57	201	0,14
0,072% Com espalhante	118	109	59	66	0,05

¹Laranjeira Natal, com 12 anos, plantada no espaçamento de 7,5 por 4 metros, com 240 m² de área foliar e produtividade média de 25 t/ha. ² Estimado matematicamente

através da seguinte fórmula, adaptada de MATTHEWS (1979): $Q = \frac{\pi}{60} \left(\frac{d}{100} \right)^3 \times n$,

onde: Q é o volume de aplicação, em L/ha; d é o diâmetro das gotas, em μm; e n é número de gotas por centímetro quadrado.*Valores considerados para confecção da Tabela 13.

Nenhum ácaro sobreviveu nas arenas tratadas com 33 gotas de 313 μm, que

resulta em um volume de aplicação de 443 L/ha, com consumo de 0,64 kg de propargite por hectare. Desta forma, é possível se recomendar a utilização de gotas separadas para o controle do ácaro da leprose, com alto grau de sucesso, desde que a cobertura atinja o mínimo número de gotas e deposição necessária, no local de mais difícil acesso no alvo. Para outras pragas esta possibilidade já foi verificada, até com volumes ultra-baixos. JOHNSTONE et al. (1972) utilizou 84 mL para cobrir uma superfície foliar de 160 m², numa densidade de 100 gotas de 100 µm/cm². Fizeram aplicações de malathion, direcionadas de fora para dentro e de dentro para fora das copas de pomelo, obtendo controle da cochonilha *P. citri* duas vezes maior do que na aplicação convencional com 20 litros por planta.

No estágio atual da prática de pulverização em citros são utilizados elevados volumes de calda com elevada taxa de escorrimento, resultando em quantidades, por vezes, superiores a quinze mil litros por hectare (WHITNEY et al., 1978; PEREGRINE et al., 1986; WILES, 1996). Isto se deve à tentativa de controle da praga nas plantas as mais diversas e à inexistência de uma indicação segura de qual o mínimo necessário para levar a população da praga a níveis aceitáveis. Com a determinação, desta característica, é possível se buscar calibrações mais eficientes na colocação no alvo, da quantidade mínima necessária para o controle da praga, nas fazendas produtoras, com os equipamentos já em utilização. Como o ácaro localiza-se no interior das copas das plantas, local de difícil acesso, é possível que a quantidade de escorrimento ainda permaneça relativamente alta, pois a maioria dos equipamentos disponíveis faz a aplicação da calda de fora para dentro das copas, necessitando atravessar uma densa massa de folhas que atua como filtro, barrando grande parte do volume aplicado e gerando o escorrimento.

No caso de desenvolvimento de novas máquinas, o conhecimento dos valores de número, diâmetro e deposições mínimas necessárias para controle do ácaro poderá ser utilizado como base.

O uso de espalhante-adesionante, mesmo nas aplicações a baixo volume de calda, é desfavorável ao controle da praga, sendo que nas arenas tratadas com calda contendo o adjuvante ocorreram as maiores sobrevivências. Isto também já havia sido

verificado por outros pesquisadores, quando o adjuvante não melhorou o resultado do tratamento fitossanitário e, no caso da aplicação a volume alto, proporcionou menor eficiência, uma vez que resultou em menor retenção de calda do que quando da sua não utilização (MATUO & BABA, 1981; OCAMPO-RUIZ, 1992; CHIAVEGATO et al., 1993; OLIVEIRA et al., 1997). STEVENS et al. (1996) sugeriram que os adjuvantes organossiliconados poderiam ter bom potencial de utilização no caso do volume baixo de aplicação, uma vez que poderiam aumentar o espalhamento da calda sobre a superfície tratada, com conseqüente melhoria na cobertura. Porém, os resultados verificados nesta pesquisa discordam do proposto pelos pesquisadores, uma vez que houve efeito prejudicial da adição do adjuvante à calda acaricida.

Selecionando-se os tratamentos que forneceram os menores valores de sobrevivência podem ser evidenciados os tratamentos constantes na Tabela 13.

Tabela 13. Tratamentos do experimento de diâmetro e número de gotas em duas concentrações de propargite com sobrevivência do ácaro *B. phoenicis* menores que 3%.

Calda de propargite (%)	Gotas / cm ²	dmv (μm)	Ácaros vivos (%)	Volume (L/ha) ²	propargite (kg)/ha
0,072	18	293	3	193	0,14
0,072	40	247	3	257	0,19
0,072	303	156	1	499	0,36
0,072	54	317	3	750	0,54
0,144	33	313	0	443	0,64
0,144	99	319	1	1395	2,01

Admitindo-se como aceitável a sobrevivência de 3% para o ácaro *B. phoenicis*, a cobertura proporcionada por 18 gotas de 293 μm é o que resulta na menor quantidade de propargite (0,14 kg/ha), podendo ser considerada a cobertura mínima necessária.

Valores semelhantes já foram verificados na literatura. SALYANI (1988) encontrou que gotas na faixa de 240 e 340 μm proporcionaram melhor deposição em folhas de citros.

FISHER & MENZIES (1973) verificaram que aproximadamente 25 gotas com 200

μm de diâmetro representam o limite de resposta para calda de dicofol, depositadas sobre discos de um centímetro de raio para controle do ácaro vermelho europeu (Acari: Tetranychidae) e consideram que cada produto deve exercer efeito específico os ácaros o que dificulta encontrar uma combinação única entre o número e diâmetro de gotas e a concentração necessária ideal ao controle da praga, requerendo estudos específicos para cada praga e produto fitossanitário. Afirmam ainda que a relação entre número de gotas por unidade de área e número de contatos pelo ácaro fornece um importante ponto de partida no estudo da eficiência biológica das gotas de pulverização.

FISHER et al. (1974) verificaram que 250 gotas de 100 μm , 150 gotas de 200 μm e 120 gotas de 245 μm , por centímetro quadrado proporcionaram 95% de mortalidade de *P. ulmi*. Para *T. urticae*, ALM et al. (1987) verificaram que 41 gotas de 120 μm , 8 gotas de 145 μm e 18 gotas de 200 μm por centímetro quadrado, proporcionaram redução de 80% no número de ovos postos sobre discos de folhas de feijão. A pequena densidade de gotas verificada por ALM et al. (1987) pode ser explicada também pela taxa de 80% na redução, uma vez que para se atingir porcentagens maiores o acréscimo no número ou diâmetro de gotas necessita aumentar drasticamente.

Considerando-se um pomar no espaçamento 7,5m x 4m (333,3 plantas/ha) com uma produtividade de média de 25 t/ha, ter-se-ia uma área superficial total média de 6,78 m^2 de frutos por planta. Sendo, em média, 158.780,6 frutos por hectare a área superficial será de 2.261,36 m^2 por hectare. A área foliar por hectare para o espaçamento em questão, para 240 m^2 de área foliar por planta (MATUO & BABA, 1981) será de 80.000 m^2 . Somando-se as áreas de folhas e frutos têm-se uma área total de 82.261,36 m^2 por hectare para ser coberta pela pulverização. Neste caso área de folhas e frutos a serem cobertas por hectare seria equivalente a 8,23 vezes mais do que um hectare de área plana. Assim, para a combinação de 20 gotas de 300 $\mu\text{m}/\text{cm}^2$, estar-se-ia utilizando cerca de 199 L/ha ou 0,60 L/planta. Obviamente isto seria possível somente se não houvessem perdas. Porém sabe-se que se perde cerca de 50% do que se aplica por escorrimento ou deriva (MATUO, 1988). Neste caso seriam necessários 1,20 L/planta. Melhorando-se o direcionamento dos jatos do pulverizador e adequando-

se para minimizar perdas, aceitando-se não mais do que 20%, ter-se-ia a necessidade de cerca de 0,72 L/planta, com um consumo aproximado de 239 L de calda e 0,17 kg do propargite, por hectare. No sistema atual, utilizar-se-ia para um pomar semelhante ao proposto, provavelmente mais do que 4.500 L de calda, consumindo 3,24 kg (i.a.) do acaricida, em um hectare da cultura. MATUO & BABA (1981) observaram resultados semelhantes, sugerindo um volume de calda de 3,5 L para plantas com 218 m² de área foliar (1166 L/ha), no caso de um filme contínuo do acaricida sobre folhas. Caso se utilizasse o espalhante Tritton X-114 a retenção seria, no máximo, de 1,9 L (633 L/ha).

Os experimentos constantes neste trabalho estabeleceram um método prático e confiável de análise para determinação do mínimo número de gotas de um determinado diâmetro e que resulte numa deposição sobre o alvo para controle de uma praga, o ácaro da leprose dos citros, por um único produto. Com estes critérios, rapidamente poder-se-á chegar a resultados expressivos também para outros acaricidas e outras pragas dos citros, bem como de outras culturas ou sistemas fitossanitários que utilizem a pulverização como método de controle de pragas, doenças, ou mesmo das plantas daninhas.

Os resultados de tamanho e número de gotas desta pesquisa resultaram de mais de 200 repetições de imagens capturadas dos papéis sensíveis utilizados nos experimentos. Isto dá segurança para referenciar a análise da cobertura pelo método de análise de imagem, uma vez que há uma relação direta com a eficiência do tratamento fitossanitário. Desta forma, a avaliação da cobertura das plantas cítricas por amostragem com o papel sensível e posterior análise de imagem pode se constituir numa importante ferramenta para o desenvolvimento de técnicas e equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários permitindo a evolução da atual fase empírica para a desejável e confiável fase científica.

5. CONCLUSÃO

Para a calda de 0,072% de propargite, a cobertura mínima necessária para o controle do ácaro *B. phoenicis* é de 18 gotas de 293 μm por centímetro quadrado.

6. REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2003. **Citros** - laranja. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. p.295-314.
- ALM, S.R., REICHARD, D.L., HALL, F.R. Effects of spray drop size and distribution of drops containing bifenthrin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v.80, n.2, p.517-20, 1987.
- ALBUQUERQUE, F.A., OLIVEIRA, C.A.L., BARRETO, M. Comportamento do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em frutos de citros. In: OLIVEIRA, C.A.L., DONADIO, L.C. (Ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. p.77-90.
- BASSANEZI, R.B., SPÓSITO, M. B., YAMAMOTO, P. T. Adeus à leprose. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, n. 10, 2001. (<http://revistacultivar.locaweb.com.br>, 09/05/2003)
- CAMARGO, P.N., SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: La Libreria, 1975. p.217-51.
- CHAIM, A. et al. Comparison of microscopic method and computacional program for pesticide deposition evaluation of spraying. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.493-6, 2002.
- CHAIM, A. MAIA, A.H.N., PESSOA, M.C.P.Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.6, p.963-9, 1999.
- CHIAVEGATO, L.G. et al. Efeito de espalhante adesivo na eficiência de hexythiazox no controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* G. (Acari: Tenuipalpidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.2, p.341-8, 1993.
- CHIAVEGATO, L.G., KHARFAN, P.R. Comportamento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* G. (Acari: Tenuipalpidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.2, p.355-9, 1993.
- CIBA-GEIGY. **Water sensitive paper for monitoring spray distribution**. New Yourk, sd. 15p. (Bulletin 332-W. AG7.3)
- CONCEIÇÃO, M.Z. Vendas de defensivos agrícolas por culturas de destinação. In: **CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO POR TUTORIA À DISTÂNCIA - PROTEÇÃO DE**

PLANTAS: Módulo 1: 1.1, 2003. Brasília. **Anexos...** p.60-1.

CROSS, J.V., BERRIE, A.M. Efficacy of reduced volume and reduced dose rate spray programmes in apple orchards. **Crop Protection**, v.9, n.3, p.207-17, 1990.

FERREIRA, M.C. **Validação de modelo matemático na avaliação da capacidade operacional de turboatomizadores em citros**. Jaboticabal, 2000. 69p. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

FISHER, R.W. et al. Parameters of dicofol spray deposit in relation to mortality of European red mite. **Journal of Economic Entomology**, v.67, n.1, p.124-6, 1974.

FISHER, R.W., HANSELL, R.I.C. Effect of pre- and post-treatment temperatures, age of deposit, and repellency on the toxicity of Kelthane to the two-spotted mite, *Tetranychus telarius* (L.) (Acarina: Tetranychidae). **The Canadian Entomologist**, v.96, 1307-12, 1964.

FISHER, R.W., MENZIES, D.R. Relationship of spatial density of spray droplet to frequency of contact by European red mite (Acarina: Tetranychidae). **The Canadian Entomologist**, v.105, 999-1001, 1973.

FISHER, R.W., MORGAN, N.G. The effect on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, of dicofol concentration and deposit distribution on the leaf surface. **The Canadian Entomologist**, v.100, n.7, p.777-81, 1968.

FLECHTMANN, C.H.W, OLIVEIRA, C.A.L., SANTOS, J.M. Aspectos taxonômicos do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis*. In: OLIVEIRA, C.A.L., DONADIO, L.C. (Ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. p.31-6.

FUNDAÇÃO SEADE. **SENSOR RURAL**: Boletim de Acompanhamento da Demanda da Força de Trabalho Agrícola no Estado de São Paulo e no Brasil. Agosto de 2002. (Internet: <http://www.seade.gov.br>, 08/05/2003).

GUIRADO, N., SILVERIO, J.L. Leprose e declínio: problemas sérios da citricultura paulista. **Laranja**, v.13, n.2, p.541-52, 1992.

HALL, F.R., REICHARD, D.L. Effects of spray droplet size, dosage, and solution per ha rates on mortality of twospotted spider mite. **Journal of Economic Entomology**, v.71, n.2, p.279-82, 1978.

- HENDERSON, C.F., TILTON, W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v.48, n.2, p.157-61, 1955.
- HILL, B.D., INABA, D.J. Use of water sensitive paper to monitor the deposition of aerially applied insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.3, p.974-80, 1989.
- HIMEL, C.M. The optimum size for insecticide spray droplets. **Journal of Economic Entomology**, v.62, n.4, p.919-25, 1969.
- HOFFMANN, W.C., SALYANI, M. Spray deposition on citrus canopies under different meteorological conditions. **Transactions of the ASAE**, v.39, n.1, p.17-22, 1996.
- JOHNSTONE, D.R. Spreading and retention of agricultural sprays on foliage. In: van VALKENBURG, W. (Ed.) **Pesticide formulations**. New York: Marcel Dekker, 1973. p.343-86.
- JOHNSTONE, D.R. Statistical description of spray drop size for controlled drop application. In: SYMPOSIUM ON CONTROLLED DROP APPLICATION, Reading, 1978. **Proceedings...**p.35-42 (BCPC Monograph, 22).
- JOHNSTONE, D.R., WALKER, P.T., HUNTINGTON, K.A. Ultra-low volume, hand-operated motorised sprayer for insecticide application in citrus. **International Pest Control**, v.14, n.5, p.8-15, 1972.
- KONNO, R.H., FRANCO, C.R., OMOTO, C. Suscetibilidade de populações de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas organoestânicos em citros. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.703-9, 2001.
- MAGGIONE, C.S. Planejamento e custo citrícola. **Citricultura Atual**, v.1, n.5, p.6, 1998.
- MATUO, T. **Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citros**. Jaboticabal, 1988. 167p. Tese (Livre docente) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- 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**, v.9, n.1, p.97-104, 1981.
- MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. Londo: Longman, 1979. 334p.

- 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.** Jaboticabal, 1992. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- OLIVEIRA, C.A.L. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Laranja**, v.7. p. 1-31, 1986.
- OLIVEIRA, C.A.L. Máquina de varredura de ácaro "Modelo Jaboticabal". **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.12, n.1, p.299-303, 1983.
- OLIVEIRA, C.P., OLIVEIRA, C.A.L. Efeito da adição de óleos mineral e vegetal a acaricidas no controle do *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17. Rio de Janeiro, 1998. **Resumos...** p.1064.
- OLIVEIRA, C.A.L., 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**, v.27, n.1, p.117-24, 1998.
- OLIVEIRA, C.A.L., MATUO, W.H. Efeito da umidade relativa do ar e temperatura sobre a eficiência do óxido de fenbutatina no controle ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). **Revista Ecosistema**, v.24, p.98-103, 1999.
- OLIVEIRA, C.A.L., MATUO, T., SANTOS JR., J.E., TOLEDO, M.C. Efeito de espalhante-adesivo na eficiência de acaricidas propargite e cyhexatin no controle o *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.3, p.487-93, 1997.
- OLIVEIRA, M.L., OLIVEIRA, C.A.L. Ação residual do fenpyroximate no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15. Caxambu, 1995, **Resumos...** p.11.
- OMOTO, C. Manejo da resistência de ácaros a acaricidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA. Manaus, 2002. **Anais...**, 5p.
- PEREGRINE, D.J. DOUGHTON, N.E., SOUTHCORBE, 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.307-14.
- PESSOA, M.C.P.Y., CHAIM, A. Programa computacional para estimativa de uniformidade de gotas de herbicidas aplicados por pulverização aérea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.45-56, 1999.
- PESSOA, M.C.P.Y., CHAIM, A., HERMES, L.C. **Programa computacional para estimar a uniformidade de gotas e volume de deposição de calda pulverizada (versão 0.5)**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. 1999. 31p.
- 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, p.824-51.
- RODRIGUES, J.C.V. O novo sítio de refúgio do ácaro da leprose. **Citricultura Atual**, v.2, n.7, p.12, 1998.
- SALYANI, M. Droplet size effect on spray deposition efficiency of citrus leaves. **Transactions of the ASAE**, v.31, n.6, 1680-4, 1988.
- SILVA, A.R.P. Rotação de acaricidas é fundamental no manejo de resistência de pragas. **Informativo Coopercitrus**, ano 17, n.197, p.20-1, 2003.
- STEVENS, P.J.G, POLICELLO, G.A., COGGINS, C.W. Organosilicone surfactantes as adjuvants for agrochemicals in citrus. **Proceedings of Internaional Citriculture**. v.2, p.1028-32, 1996.
- TRINDADE, M.L.B., CHIAVEGATO, L.G. Caracterização biológica dos ácaros *Brevipalpus obovatus* D., *B. californicus* B. e *B. phoenicis* G. (Acari: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n.2, p.189-95, 1994.
- TURNER, C.R.; HUNTINGTON, K.A. The use of a water sensitive dye for the detection and assessment of small spray droplets. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 15, n.4, p.385-7, 1970.
- VIOLANTE NETTO, A. Causas do insucesso no controle dos ácaros dos pomares de citros. **Laranja**, v.8, n.1, p.51-9. 1987.
- 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.163-7.

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.