

# ESTRATÉGIAS NO MANEJO DE RESISTÊNCIA A INSETICIDAS PARA O PULGÃO-GIGANTE-DO-PINUS (*Cinara pinivora* WILSON E *Cinara atlantica* WILSON; HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Álvaro Boson de Castro Faria\*, Nilton José Sousa\*\*

\*Eng. Florestal, M.Sc., Curso de Pós-Graduação em Eng. Florestal, UFPR - [alvaro.boson@onda.com.br](mailto:alvaro.boson@onda.com.br)

\*\*Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, UFPR - [nsousa@floresta.ufpr.br](mailto:nsousa@floresta.ufpr.br)

Recebido para publicação: 13/10/2004 - Aceito para publicação: 30/04/2005

## Resumo

*Estratégias no manejo de resistência a inseticidas para o pulgão-gigante-do-pinus (Cinara pinivora Wilson e Cinara atlantica Wilson; Hemiptera: Aphididae).* Avaliou-se o efeito dos inseticidas imidacloprid, deltamethrina, clorpirifós e carbaryl, no intuito de fornecer subsídios para o controle químico e o manejo de resistência do pulgão-gigante-do-pinus (*Cinara atlantica* Wilson e *Cinara pinivora* Wilson). Para o teste com inseticida sistêmico, foram utilizadas mudas de *Pinus taeda* L. em um delineamento inteiramente casualizado, composto pelo grupo-testemunha e três concentrações de Imidacloprid, avaliando-se a sobrevivência dos insetos durante 80 dias. Para o teste com inseticidas de contato foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos, que representavam três concentrações de cada inseticida utilizado, sendo realizadas avaliações durante 60 minutos. Os resultados indicaram a persistência de imidacloprid nas mudas durante o período de avaliações, não ocorrendo diferença significativa entre concentrações, comprovando a eficiência deste princípio ativo. Concluiu-se que a alternativa da adoção de aplicações em viveiros, de forma a proteger as plantas contra o ataque no plantio, é viável, devido à persistência residual do inseticida, e que a estratégia para o manejo de resistência poderia ser pela técnica de rotação de inseticidas no viveiro. Os resultados com inseticidas de contato indicaram a Deltamethrina como o melhor princípio ativo, devido a sua ação de choque, a partir das menores concentrações. Discutiu-se a adoção do controle em campo, em áreas específicas e hiperinfestadas, abordando a estratégia de mesclas inseticidas. Concluiu-se que, em função da necessidade de outros estudos que subsidiassem a adoção da estratégia em campo, esta alternativa não poderia ser adotada atualmente.

*Palavras-chave:* Plantação florestal; afídeos; *Pinus taeda*; Manejo Integrado de Pragas.

## Abstract

*Strategies for management of pesticide resistance in Pine Aphids (Cinara pinivora Wilson and Cinara atlantica Wilson; Hemiptera: Aphididae).* The effect of the insecticides imidacloprid, deltamethrin, clorpirifós and carbaryl was evaluated for supplying subsidies to the chemical control and the management of resistance for the pine aphid (*Cinara pinivora* Wilson and *Cinara atlantica* Wilson). In the systemic insecticide test, seedlings of *Pinus taeda* L. were used in a completely randomized design, composed by the control group and three concentrations of Imidacloprid, being evaluated survivals of the insects for 80 days. In the contact insecticides test, another completely randomized design was adopted with nine treatments that represented three concentrations of each used insecticide, by making evaluations for 60 minutes. The results indicated the persistence of Imidacloprid in the seedlings during the period of evaluations, with no significant differences among concentrations, proving the efficiency of this molecule. It was concluded that the alternative of making applications in nurseries, in way to protect the plants against the attack in the planting, is viable, due to the residual persistence of the insecticide, and the strategy for resistance management could be by rotationing insecticides in the nursery. The results with contact insecticides indicated Deltamethrin as the best molecule, because of his shock action, from the smallest concentrations. The adoption of field control in specific areas with high infestations was discussed, using the strategy of insecticide mixtures. It was concluded that in function of the need of other studies that would subsidize this strategy, actually this last alternative could not be used.

*Keywords:* Forest plantation; aphids; *Pinus* spp.; Integrated Pest Management.

## INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro é responsável por cerca de 4,5 % do produto interno bruto (PIB) nacional, gerando aproximadamente 6,75 milhões de empregos diretos e indiretos (Castanheira Neto, 2004). Dos cinco milhões de hectares de florestas plantadas existentes no Brasil, aproximadamente 36 % são compostos por espécies de pinus (Pinaceae) (Zapata, 2004), que se destacam neste mercado por fornecer matéria prima para a indústria de madeira serrada e laminada, indústria de papel e celulose, dentre outros. Neste contexto, o pulgão-gigante-do-pinus (*Cinara pinivora* Wilson, 1919 e *Cinara atlantica* Wilson, 1919, Hemiptera: Aphididae) vem sendo considerado a mais nova praga destas plantações, atacando desde mudas até árvores adultas.

Segundo Penteadó *et al.* (2000a,b), *C. pinivora*, espécie nativa da América do Norte, foi introduzida acidentalmente na Austrália, Argentina, Uruguai e Brasil. O registro em nosso país foi feito por Iede *et al.* (1998), nos municípios de Lages - SC e Cambará do Sul - RS, atacando plantios de *Pinus elliotii* Engelm e *Pinus taeda* L., e posteriormente se disseminando para os estados vizinhos. Em 1998, foi registrada a presença da espécie *C. atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae) por Lazzari e Zonta-de-Carvalho (2000) e, segundo Penteadó *et al.* (2000a), vem sendo encontrada em povoamentos de pinus nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais.

As árvores atacadas pelo pulgão-gigante-do-pinus podem apresentar clorose, deformação e queda prematura das acículas, com redução no desenvolvimento da planta, entortamento do fuste e perda de dominância apical (Penteadó *et al.* 2000a,b). Perdas com mortalidade de plantas no período após o plantio foram mencionados por Iede (2003). Também, Castro-Faria *et al.* (2003) citam sobre a possibilidade na queda da produção de sementes em pomares de pinus atacados por esta praga.

Os métodos existentes para controle de pragas podem ser resumidos em um conceito que se chama Manejo Integrado de pragas (MIP). Para Crocomo (1990), Vargas (1993), o MIP visa a integração das táticas e elementos estratégicos formando um plano geral que deve levar em conta interesses econômicos, sociais e ambientais.

As estratégias de controle que vem sendo pesquisadas para o pulgão-gigante-do-pinus incluem o controle biológico com o uso de parasitóides (Penteadó *et al.*, 2003; Reis Filho *et al.*, 2003), com predadores (Cardoso, 2001; Iede, 2003; Wilcken *et al.*, 2003b), com fungos entomopatogênicos (Loureiro *et al.*, 2003; Leite *et al.*, 2003), além de alternativas silviculturais (Oliveira, 2003).

Segundo Batista (1990), o controle de pragas a partir apenas do uso de métodos biológicos, muitas vezes, não é uma alternativa plenamente satisfatória, fazendo com que as medidas artificiais de controle dirigidas contra os insetos-praga devam também ser empregadas.

No contexto atual, a utilização de inseticidas para o controle do pulgão-gigante-do-pinus esbarra inicialmente no aspecto legal, pois não existem produtos registrados oficialmente para esta praga (Sousa, 2003). Entretanto, em função dos prejuízos ocasionados pelos ataques e da urgência que as empresas do setor vem demandando por estratégias de controle, a utilização do controle químico constitui uma linha de pesquisa para ser abordada cientificamente. Desta forma, as táticas químicas não poderiam negligenciar as prerrogativas do MIP, de forma a potencializar as vantagens de cada método, minimizando os efeitos negativos que cada estratégia poderia exercer ao homem e ao meio ambiente.

Segundo Cruz (2002), a introdução efetiva das táticas de manejo de resistência de insetos a inseticidas são imprescindíveis para que se alcance sucesso no manejo integrado de pragas, não sendo possível considerar estes conceitos separadamente.

Omoto (2004b) define a resistência de insetos a inseticidas como sendo o desenvolvimento de uma habilidade em uma linhagem de um organismo em tolerar doses de tóxicos que seriam letais para a maioria da população normal (suscetível) da mesma espécie. Para o mesmo autor (*ibidem*), a resistência é uma característica hereditária, e o processo determinante no seu desenvolvimento é a pressão contínua de seleção, ou seja, o uso freqüente de um determinado inseticida.

Para o pulgão-gigante-do-pinus, o desenvolvimento de resistência desta praga a algum princípio ativo inseticida constitui uma preocupação incipiente (Sousa, 2003 comentou sobre a perspectiva da liberação da molécula imidacloprid para uso em pinus). Algumas pesquisas envolvendo o uso do controle químico já foram desenvolvidas, onde Wilcken *et al.* (2002) testaram os neonicotinóides imidacloprid e thiacloprid, além de acefato (organofosforado sistêmico), na forma de pulverização e rega. Imidacloprid e acefato apresentaram período residual de controle de 29 dias.

Harmuch *et al.* (2002) e Kubo *et al.* (2002) testaram imidacloprid na forma de aplicação tópica da calda inseticida na base de mudas de tubete de *P. taeda*, constatando sua eficiência na concentração de 0,0058 g de ingrediente ativo (i.a.) por muda.

Testes relatados por Wilcken (2003b) constataram a eficiência do carbamato sistêmico pirimicarb, com eficiência residual de 15 dias, além dos resultados de baixa eficiência de thiametoxam, discordando do teste de Marzagao *et al.* (2003), que testaram este outro neonicotinóide no controle do pulgão-gigante-do-pinus, constatando a sua eficiência, porém sem determinar seu período residual.

Castro-Faria *et al.* (2003) testaram imidacloprid em duas formas de aplicação, absorção pelo sistema radicial e pincelamento de tronco, em árvores porta-sementes de *P. taeda*, na hipótese de que o ataque do pulgão-gigante-do-pinus estivesse influenciando na produtividade de sementes.

Ramires (2003) testou mesclas inseticidas com imidacloprid e thiametoxam, concluindo que todos foram eficientes, entretanto com indicativos de que imidacloprid apresenta maior período residual, em relação a thiametoxam.

Uma das prerrogativas para o desenvolvimento de qualquer tática de manejo de resistência deve ser diminuir a velocidade de estabelecimento de populações com alta frequência de genes que conferem resistência a determinado agente de controle (Cruz, 2002). Ainda segundo Marçon (2004), os programas de manejo da resistência são mais efetivos quando implementados de modo preventivo, ou seja, no início da evolução da resistência. Também, Marçon (2004) conclui que desta forma, torna-se viável a mensuração da frequência de indivíduos resistentes antes da observância das falhas de controle, a tempo de se fazerem correções nas táticas de manejo adotadas.

Autores como Lema (1995), Sousa (2003), dividem as estratégias de manejo da resistência em três grupos, ou seja, manejo por moderação, manejo por saturação e manejo por ataque múltiplo, descritas no parágrafo seguinte.

O princípio básico do “manejo por moderação” está na redução da pressão de seleção para preservar os indivíduos suscetíveis em uma determinada população. Algumas recomendações dentro desta estratégia incluem a aplicação menos freqüente de pesticidas e controle em reboladeiras (quando viável), dentre outros. O “manejo por saturação” tem por objetivo reduzir o valor adaptativo dos indivíduos resistentes através do uso de sinergistas ou de altas dosagens do produto. E por último, o “manejo por ataque múltiplo”, envolve a utilização de dois ou mais produtos em técnicas como rotação ou misturas.

Georghiou e Taylor (1977) comentam sobre a importância da manutenção de áreas de refúgio para os insetos-praga, pois outros fatores (como genéticos e ecobiológicos) não podem ser manipulados pelo homem, fazendo com que a frequência inicial dos alelos resistentes, o potencial reprodutivo do inseto e a dominância dos alelos que conferem a resistência, também se tornem de difícil controle. Para os mesmos autores (*ibidem*), fatores operacionais como dosagens, frequência de aplicações e manutenção intencional de parte da população sem que sejam aplicados inseticidas, são alternativas que podem ser utilizadas para amenizar o risco da ocorrência da resistência. Estes autores (*ibidem*) também comentam que os genótipos resistentes freqüentemente possuem potencial reprodutivo inferior ao dos indivíduos suscetíveis.

Para Tabashnik (1989), o uso de “rotação de inseticidas” é baseado no princípio de que a frequência de indivíduos resistentes a um inseticida tende a declinar durante a aplicação de outros produtos alternadamente. O mesmo autor (*ibidem*) relata que o uso de misturas para retardar a resistência é baseado no fato de que a resistência para cada composto é inicialmente rara, fazendo com que a resistência para dois compostos distintos seja extremamente rara.

Alguns produtos inseticidas passaram a ser testados no Laboratório de Proteção Florestal do Centro de Ciências Florestais e da Madeira, na Universidade Federal do Paraná, de forma a indicar possíveis estratégias de controle químico para o pulgão-gigante-do-pinus, que pudessem estar associadas ao manejo integrado e ao manejo de resistência de inseticidas. Desta forma, duas estratégias de controle químico estão sendo propostas e discutidas neste trabalho, conforme descrição a seguir.

Como estratégia de controle químico preventivo aos ataques do pulgão-gigante-do-pinus, o foco de seleção de um produto pode ter como objetivo a utilização de moléculas inseticidas seletivas a esta praga, com boa eficiência aliada ao poder residual, desde que sejam economicamente, ambientalmente e operacionalmente viáveis (Sousa, 2003).

Os inseticidas sistêmicos são os que mais se aproximam das características mencionadas, como os do grupo dos organofosforados e carbamatos. Entretanto, o grupo dos neonicotinóides também apresenta

estes pré-requisitos e segundo Angelini *et al.* (1997), Bertelli *et al.* (2001) e Tomizawa e Casida (2003), disponibilizam princípios ativos pouco tóxicos ambientalmente e para o homem.

As vantagens da utilização dos inseticidas sistêmicos seriam que, a partir de aplicações em viveiros de pinus, poder-se-ia levar a campo a capacidade residual do produto, fazendo com que as plantas permanecessem protegidas até a degradação da molécula inseticida, diminuindo a mortalidade no plantio (decorrente do ataque do pulgão-gigante-do-pinus). Também, este procedimento poderia promover uma economia em mudas e em mão de obra nas atividades de replantio (executada nos primeiros meses após o plantio), imprescindível em culturas de longo prazo, como no caso do pinus.

Para os produtos com ação de contato, existe a evidência de que estes, devido à sua falta de seletividade, poderiam comprometer a cadeia de inimigos naturais do pulgão-gigante-do-pinus. Todavia, este grupo de produtos poderia ser utilizado em campo em áreas restritas ou em reboleiras, onde houvesse infestações em níveis que causassem danos comprovadamente significativos, como uma forma de controle curativo e emergencial.

Finalizando as justificativas deste trabalho, as estratégias de manejo de resistência devem considerar diferentes concentrações de inseticidas, para que se possam utilizar as diferentes técnicas de manejo de resistência revisadas. Desta forma, objetivou-se testar a eficiência em diferentes concentrações dos ingredientes ativos imidacloprid, deltamethrina, clorpirifós e carbaryl, para o controle do pulgão-gigante-do-pinus.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Teste de produto com ação sistêmica

Foi utilizado o ingrediente ativo (i.a.) imidacloprid (do grupo químico neonicotinóide), na formulação de grânulos dispersíveis em água, com concentração de 70% de i.a. e 30% de materiais inertes (produto comercial Confidor® 700 GRDA). Esta escolha ocorreu por este ingrediente ativo possuir baixa toxicidade ambiental (Classe toxicológica IV), aliada à persistência residual, pelos estudos revisados.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, que foram três concentrações diferentes de imidacloprid, mais o grupo testemunha. Para cada tratamento foram utilizadas vinte mudas de tubete de *P. taeda* previamente infestadas com o pulgão-gigante-do-pinus, totalizando 80 mudas.

Para a infestação das mudas, estas foram separadas em uma bandeja, onde se introduziram os pulgões (*Cinara* spp.), coletados na área de regeneração de pinus ao redor do Centro de Ciências Florestais e da Madeira, no município de Curitiba, PR. O procedimento adotado fez com que os pulgões se deslocassem naturalmente para as plantas. Após uma semana fez-se a triagem, sendo selecionadas as mudas que apresentavam entre 15 e 17 pulgões, e que representou a pré-avaliação.

Foram utilizadas mudas de *Pinus taeda*, com mesma procedência genética (fornecidas pela Rigesa S.A., semeadas em setembro de 2001), cultivadas em substrato elaborado a partir da mistura de Plantmax e Osmocote. As mudas foram acondicionadas nas imediações do Centro de Ciências Florestais - UFPR, em bandejas com espaçamento de 3 x 3 centímetros, protegidas na parte superior com tela sombrite 50 %, sendo suspensas por suportes a uma altura de 30 centímetros do solo. Regas sistemáticas foram executadas três vezes por semana, sempre no final da tarde.

Para a determinação de concentrações a serem utilizadas em pinus, partiu-se de informações referentes a diferentes culturas para as quais esta molécula foi testada e é usualmente utilizada (Andrei, 1999). Assim, entre as culturas relacionadas, a escolha recaiu sobre o cultivo do fumo, que por ser estabelecido em canteiros, fornecia uma relação de área que poderia ser adaptada à área das bandejas onde as mudas de pinus produzidas de tubetes são acondicionadas.

A concentração recomendada para o fumo em canteiros (Andrei, 1999) consiste em 15 g de produto comercial para 50 m<sup>2</sup> de canteiro, diluídos em 40 l de água. Com isso, ao relacionar as quantidades necessárias para tratamento de 1 m<sup>2</sup> de canteiro e posteriormente para a área ocupada por uma bandeja de tubetes (que no experimento possuía 0,18 m<sup>2</sup>), obteve-se uma concentração inicial de 0,054 g de produto comercial para 144 ml de água. Porém, para facilitar a preparação das dosagens, esta concentração de 0,054 g foi diluída em 100 ml de água, que extrapolados para 50 m<sup>2</sup> de canteiro equivalem a 21,6 g para 40 l de água.

Assim, a partir da determinação da concentração de 0,054 g de produto comercial para 100 ml de

água, esta passou a ser denominada de concentração “Intermediária”, para mudas de pinus. Foram também utilizadas as concentrações “Alta” e “Baixa”, correspondendo a 200 % (dobro) e a 50% (metade) da concentração intermediária, respectivamente.

Definidas as concentrações de imidacloprid a serem utilizadas, foi padronizada a quantidade de calda por muda, como sendo 15 ml. Este valor foi determinado a partir de um teste preliminar que indicou esta quantidade como suficiente para saturar o substrato das mudas de tubete utilizadas, sem causar muito desperdício da calda inseticida (ocasionado pelo gotejamento no orifício inferior do tubete). Como foram utilizadas 20 mudas por tratamento, foram necessários 300 ml de calda para cada concentração de inseticida.

Após o preparo das concentrações (em copos de Becker), foi introduzida a quantidade de calda inseticida diretamente no substrato da planta. A quantidade de ingrediente ativo (i.a.) por muda, considerando o volume de calda utilizado foi de 0,0029 g, 0,0058 g e 0,0116 g, para as concentrações baixa, intermediária e alta, respectivamente, excetuando o grupo da testemunha, que recebeu apenas água (Tabela 1). A aplicação foi iniciada a partir das 17:30 horas, para amenizar a fotodegradabilidade associada ao princípio ativo imidacloprid.

Após a aplicação, foram realizadas avaliações a cada cinco dias, durante 80 dias, visando a determinação da eficiência e do período residual do ingrediente ativo. A partir do momento em que se observava a ausência de pulgões nas mudas, procedia-se à re-infestação induzida das mesmas, introduzindo nestas novos insetos.

A variável analisada foi o número de pulgões vivos por muda. Os dados obtidos foram normalizados quadraticamente. Posteriormente, foram submetidos à Análise de Variância (ANAVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1. Concentrações utilizadas nos tratamentos com imidacloprid.

Table 1. Concentrations used in the treatments with imidacloprid.

Tratamento	Calda por muda (ml)	Mudas por tratamento	Calda por tratamento (ml)
Testemunha	15	20	300
Concentração baixa	15	20	300
Concentração intermediária	15	20	300
Concentração alta	15	20	300
			i.a. por muda
Tratamento	Produto por tratamento (g)	Produto por muda (g)	(g)
Testemunha	-	-	-
Concentração baixa	0,083	0,0042	0,0029
Concentração intermediária	0,165	0,0083	0,0058
Concentração alta	0,330	0,0165	0,0116

#### Teste de produtos com ação de contato

Os pulgões utilizados nos testes com inseticidas de contato foram provenientes de colônias instaladas na área de regeneração natural de pinus ao redor do Centro de Ciências Florestais e da Madeira, no município de Curitiba, PR. Com auxílio de uma tesoura de poda, fazia-se a coleta dos ramos de pinus infestados, sendo este material levado para o laboratório, para serem submetidos aos testes.

Foram selecionados três ingredientes ativos com ação de contato, representando os grupos químicos dos piretróides, dos organofosforados e dos carbamatos, que foram deltamethrina, clorpirifós e carbaryl, respectivamente (Tabela 2). O critério para a determinação de concentrações destes inseticidas para o pinus partiu do que se denominou concentração “Intermediária”, equivalente a 0,2 ml (de produto comercial) para 100 ml de água, que indicou as demais concentrações, caracterizadas como concentração “Baixa (50% da concentração intermediária) e Alta (200% da concentração intermediária)” (Tabela 2).

Tabela 2. Produtos com ação de contato e concentrações utilizadas.

Table 2. Products with contact action and used concentrations.

Grupo químico	i.a.	Concentração de produto comercial		Concentração de i.a.
Piretróide	Deltamethrina	Alta	0,4 ml	0,0100 g
Piretróide	Deltamethrina	Intermediária	0,2 ml	0,0050 g
Piretróide	Deltamethrina	Baixa	0,1 ml	0,0025 g
Organofosforado	Clorpirifós	Alta	0,4 ml	0,1920 g
Organofosforado	Clorpirifós	Intermediária	0,2 ml	0,0960 g
Organofosforado	Clorpirifós	Baixa	0,1 ml	0,0480 g
Carbamato	Carbaryl	Alta	0,4 ml	0,1920 g
Carbamato	Carbaryl	Intermediária	0,2 ml	0,0960 g
Carbamato	Carbaryl	Baixa	0,1 ml	0,0480 g

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos, representados pelos três ingredientes ativos (i.a.) em três concentrações cada um (Tabela 2). Por tratamento foram utilizadas 25 repetições caracterizadas por placas de Petri forradas previamente com papel “filtro” e contendo entre dez e vinte pulgões.

As aplicações foram executadas com pulverizador do tipo manual, em câmara com fluxo de ar contínuo, previamente forrada com papel do tipo “jornal”. A superfície de aplicação foi estimada em 706,9 cm<sup>2</sup>, em função da área ocupada pelas placas utilizadas. A calda inseticida foi preparada diluindo-se a quantidade de produto (estabelecida por tratamento) em 100 ml de água destilada. Esta foi a quantidade pulverizada por tratamento, utilizada por ser a suficiente para atingir homogênea todas as repetições, sem saturar demasiadamente a câmara de aplicação. Os testes foram realizados entre o período de setembro a novembro de 2002.

Após a aplicação dos tratamentos, foram realizadas avaliações a cada dez minutos, durante uma hora. O parâmetro analisado foi o número de pulgões vivos (que se movimentavam) por placa de Petri. Os dados obtidos foram normalizados quadraticamente. Posteriormente foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

### Teste de produto com ação sistêmica

Na primeira avaliação, todas as três concentrações exerceram redução drástica na população de pulgões, excetuando a testemunha, que também teve um decréscimo, mas não tão expressivo (passando de 4,1 para 3,9, equivalentes a 16,4 para 14,4 pulgões, Tabela 3).

A ANAVA na primeira avaliação não comprovou diferenças significativas entre as concentrações de imidacloprid aplicadas, porém demonstrou diferenças para testemunha e concentrações ( $F = 55,71$ ,  $p < 0,05$ ). Entretanto, observou-se uma tendência da concentração alta resultar maior mortalidade (1,1, equivalente a 0,15 pulgões por muda), seguida pela concentração intermediária (1,3, equivalente a 0,20 pulgões por muda) e baixa (1,4, equivalente a 0,25 pulgões por muda) respectivamente, sugerindo que o aumento da quantidade de i.a., por muda, exerceu maior mortalidade para este período, porém sem diferença significativa.

Este resultado foi concordante ao de Foster *et al.* (2003), que utilizaram imidacloprid para o controle de *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae), os quais observaram que as dosagens menores exerceram baixa mortalidade inicial do afídeo. Também foram concordantes com o teste de Harmuch *et al.* (2002), que obtiveram resultados satisfatórios de controle para o pulgão-gigante-do-pinus, com imidacloprid na concentração de 0,0058 g de i.a. por muda de *P. taeda*, e que corresponde à concentração intermediária deste teste.

Na segunda avaliação, a tendência mostrada anteriormente se manteve, não havendo diferença entre concentrações, mas sim entre testemunha e dosagens ( $F = 79,63$ ,  $p < 0,05$ ). Esta diferença mostrou ser mais significativa do que na avaliação anterior, porém o número de pulgões na testemunha continuou decrescendo (de 3,9 para 3,6, equivalentes a 14,4 para 12,2 pulgões). Este fato pode ser atribuído à mobilidade dos pulgões, que ao se deslocarem na bandeja, saíam das mudas sem inseticida (testemunha) e entravam em contato com as mudas tratadas, se contaminando.

Tabela 3. Sobrevivência do pulgão-gigante-do-pinus (*Cinara spp.*) a intervalos variáveis de tempo, para o teste com imidacloprid.

Table 3. Survival of the pine aphid (*Cinara spp.*) to variable intervals of time, in imidacloprid test.

Tratamento	Sobrevivência <sup>1</sup> (dias)															
	0			5			10			25						
Testemunha	4.1	±	0.81	a	3.9	±	0.70	a	3.6	±	1.20	a	2.2	±	0.90	a
Concentração baixa	4.1	±	0.60	a	1.4	±	0.78	b	0.9	±	0.67	b	0.8	±	0.43	b
Concentração intermediária	4.1	±	1.73	a	1.3	±	0.81	b	0.8	±	0.36	b	0.8	±	0.55	b
Concentração alta	4.0	±	1.05	a	1.1	±	1.02	b	0.8	±	0.43	b	0.8	±	0.43	b
F (Trat.)	0,02 <sup>ns</sup>				55,71*				79,63*				34,40*			
	(Reinfestação) 50				55				(Reinfestação) 75				80			
Testemunha	1.1	±	1.02	a	1.3	±	0.95	a	1.2	±	1.19	-	1.4	±	0.60	-
Concentração baixa	0.8	±	0.30	a	0.7	±	0.26	b	0.7	±	0.00	-	0.7	±	0.00	-
Concentração intermediária	0.9	±	0.87	a	0.8	±	0.30	b	0.7	±	0.00	-	0.7	±	0.00	-
Concentração alta	0.9	±	0.41	a	0.7	±	0.00	b	0.7	±	0.00	-	0.7	±	0.00	-
F (Trat.)	0,61 <sup>ns</sup>				10,14*				-				-			

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5 % probabilidade.

\* significativo (p = 0,05); ns = não significativo.

Esta mobilidade também foi detectada por Harmuch *et al.* (2002) e Marzagao *et al.* (2003), que utilizaram a mesma metodologia deste trabalho, e observaram a alta mobilidade dos pulgões entre as bandejas dos testes, e a conseqüente contaminação nas mudas tratadas com inseticidas. Assim, esta mobilidade pode ser mais um fator que auxilia a rápida dispersão dos pulgões, juntamente com a dispersão pelo vento relatada por Iede (2003), Penteado *et al.* (2003) e Reis Filho *et al.* (2003).

A ocorrência de pulgões nas mudas tratadas com imidacloprid, da primeira até a terceira avaliação, apresentou pulgões mesmo que em índices baixos, não havendo a mortalidade de todos os insetos, sugerindo que os pulgões remanescentes possuíam algum tipo de tolerância ao inseticida, para as concentrações testadas, fato descrito por Lorini (2002) e Omoto (2004b), que relatam a capacidade dos insetos em detoxificar ou metabolizar o inseticida por enzimas.

Outra possibilidade que pode explicar a ocorrência é mencionada por Oliveira Filho (1999), os quais citam que os insetos podem possuir a capacidade de evitar o contato com o inseticida, poupando-se de receber a concentração letal, ou seja, uma resistência relacionada ao comportamento do inseto. Considerando que os pulgões são insetos sugadores de seiva e necessariamente entrariam em contato com o produto inseticida presente dentro das plantas, por este ser sistêmico, a hipótese destes insetos terem tolerância e não resistência por fatores comportamentais, torna-se mais aceitável.

Assim, a possibilidade de tolerância não pode ser negligenciada, pois futuramente o pulgão-gigante-do-pinus poderia desenvolver resistência ao imidacloprid, caso as técnicas de manejo de resistência não sejam adotadas a longo prazo, concordando com as premissas de Casida e Quistad (1998), Tomizawa e Casida (2003), quanto ao risco de ocorrência de resistência múltipla ou cruzada para o imidacloprid.

Após 50 dias da aplicação de imidacloprid, não ocorreu mais diferença entre concentrações e testemunha devido ao decréscimo de pulgões na testemunha, sendo que a ANAVA não mais detectou diferenças significativas (F = 0,61, p < 0,05). Em função deste resultado, foram colocados, aleatoriamente, novos pulgões em todos os tratamentos, para determinação da persistência residual de imidacloprid dentro das mudas.

Decorridos cinco dias após a re-introdução de pulgões nas mudas, na quinta avaliação, houve

aumento da população de pulgões na testemunha (de 1,1 para 1,3, equivalentes a 0,6 para 1,3 pulgões), não ocorrendo o mesmo nos tratamentos com diferentes concentrações de imidacloprid, onde a população permaneceu com 0,7 a 0,8 pulgões (Tabela 3). A ANAVA nesta avaliação voltou a detectar diferenças apenas entre concentrações e testemunha ( $F = 10,14$ ,  $p < 0,05$ ). Este resultado representa um indicativo da existência do ingrediente ativo imidacloprid nas mudas tratadas, mesmo decorridos 55 dias de aplicação do inseticida.

Na sexta avaliação, 75 dias após a aplicação de imidacloprid e 25 dias após a re-introdução de pulgões aos tratamentos, não haviam mais insetos nas mudas dos tratamentos com imidacloprid, mas apenas na testemunha (1,2, equivalente a 0,9 pulgões por muda). A ausência de pulgões nas mudas tratadas com imidacloprid pode estar relacionada à persistência deste i.a. nas plantas, que pode ter causado a mortalidade dos indivíduos reinoculados para estas mudas. Assim, foi novamente realizada uma introdução de pulgões nos tratamentos, para verificação do possível efeito residual pertinente ao inseticida.

Assim, na sétima e última avaliação, 80 dias após a instalação do teste, restaram pulgões somente na testemunha (1,4, equivalente a 1,5 pulgões por muda). Estes resultados representam um indicativo de que as mudas tratadas com imidacloprid mantiveram-se protegidas no intervalo de tempo das avaliações, pois houve aumento do número de pulgões neste grupo (entre 75 e 80 dias, Tabela 3), sendo que nos outros tratamentos não foi constatada a presença dos insetos.

Portanto, conclui-se que as três concentrações foram eficientes e em nenhum momento diferiram entre si significativamente. Os resultados mostraram que as mudas tratadas com imidacloprid, nas diversas concentrações e no decorrer do tempo, apresentaram redução significativa no número de pulgões (Tabela 3), promovendo um controle satisfatório. Entretanto, seria aconselhável a adoção de testes químicos específicos para a detecção do ingrediente ativo no tecido vegetal das mudas, de forma a comprovar com mais exatidão a presença da molécula dentro das plantas, e seus efeitos.

Visando avaliar a persistência residual dos tratamentos, protegendo as plantas e protegendo-as no campo contra a mortalidade no plantio (decorrente dos ataques, citada por Penteadó *et al.*, 2000a,b e Iede 2003), ressalta-se a necessidade da execução de experimentos de campo. Quanto à dosagem a ser utilizada, os resultados aqui descritos sugerem que a menor concentração seria suficiente para promover a proteção residual mencionada.

As vantagens que a aplicação em viveiro traria para o manejo integrado do pulgão-gigante-do-pinus, estariam relacionadas à restrição da área de aplicação do produto, no viveiro, representando economia de tempo, mão-de-obra, menor risco de intoxicações e menor gasto com inseticidas, além de facilitar o recolhimento das embalagens dos produtos. Para tanto, a alta densidade de mudas comumente presente nos viveiros de pinus, sugere que o rendimento operacional da aplicação de produtos sistêmicos nestas áreas tornaria a atividade viável sobre o aspecto da economicidade desta operação.

Em conformidade com as estratégias de manejo de resistência, a partir das considerações de Casida e Quistad (1998), Tomizawa e Casida (2003), Sousa (2003), e a partir dos resultados descritos, a utilização de imidacloprid como único ingrediente ativo para o controle do pulgão-gigante-do-pinus tornar-se-ia um risco real para a ocorrência a médio e longo prazo no desenvolvimento de resistência para esta praga.

Outros grupos químicos sistêmicos poderiam representar uma boa alternativa para o manejo de resistência, na forma de rotação de inseticidas, prolongando-se a vida útil de cada ingrediente ativo utilizado, pois as aplicações em viveiro permitiriam proteger as plantas com produtos que atuassem em diferentes modos de ação nos pulgões, diminuindo a pressão de seleção decorrente da utilização de apenas uma molécula inseticida.

Existem indicativos de que os organofosforados e carbamatos sistêmicos possuem menor proteção residual (Wilcken *et al.*, 2002; Wilcken, 2003b) em relação ao imidacloprid, além de serem mais susceptíveis ao desenvolvimento de resistência (a partir de resultados com outros afídeos, estudados por Weichel e Nauen, 2003 e Nauen e Elbert, 2003). Desta forma, torna-se necessária a realização de testes com metodologias semelhantes às deste trabalho, para que se possa comparar a diferença efetiva de proteção destas moléculas.

Outras afirmativas, como as de Cruz (2002), no qual a rotação contribui para que nem todas as gerações dos insetos-praga sejam expostas ao mesmo produto, e a de Tabashnik (1989), no qual o uso de “rotação de inseticidas” é baseado no princípio de que a frequência de indivíduos resistentes a um

inseticida tende a declinar durante a aplicação de outros produtos alternadamente, fortalecem a argumentação na qual a rotação de produtos sistêmicos em viveiro minimizaria o risco de ocorrência de resistência do pulgão-gigante-do-pinus para algum princípio ativo.

Em relação ao complexo de inimigos naturais pertinentes ao pulgão-gigante-do-pinus (Cardoso, 2001; Loureiro *et al.*, 2003; Oliveira, 2003; Penteadó *et al.*, 2003; Reis Filho *et al.*, 2003; Zaleski, 2003), a adoção dos procedimentos propostos sugere que estes organismos estariam sendo pouco influenciados pelos tratamentos em viveiro, em função da característica sistêmica dos produtos, a partir do uso de princípios ativos de baixa toxicidade.

Diante destes fatos, conclui-se que a utilização de rotação de inseticidas sistêmicos em viveiros de pinus, para proteger os plantios contra o ataque inicial de *C. atlantica* e *C. pinivora*, configura-se como uma alternativa viável para o manejo de resistência destes insetos, sendo que a pesquisa deve avançar no sentido de viabilizar outros produtos que possam exercer eficiências semelhantes à verificada com imidacloprid, acatando argumentos como os de Marçon (2004), no intuito de agir preventivamente quanto a possibilidade da evolução da resistência destes insetos.

### **Teste de produtos com ação de contato**

Na primeira avaliação, a ação de contato da deltamethrina foi observada imediatamente, pois houve grande mortalidade nos primeiros dez minutos após as aplicações, e a sobrevivência dos insetos foi de 1,5 (concentração alta), 1,8 (concentração intermediária) e 1,6 pulgões (concentração baixa, obtidos pela normalização), não diferindo entre concentrações. Clorpirifós foi o segundo i.a. mais eficiente, também sem diferenças significativas entre concentrações e apresentando valores de sobrevivência de 3,8, 4,0 e 4,4 pulgões, para as concentrações alta, intermediária e baixa, respectivamente. Por último, carbaryl foi o que apresentou o pior desempenho em termos de mortalidade do pulgão-gigante-do-pinus, com valores de 6,2 (concentração alta), 6,4 (concentração intermediária) e 6,4 (concentração baixa) pulgões, sem diferenças entre concentrações ( $F = 31,48$ , Tabela 4). Na segunda avaliação, a mesma tendência foi observada, os tratamentos com deltamethrina apresentaram a menor sobrevivência de afídeos (0,7, 1,5 e 1,3 pulgões (concentração alta, intermediária e baixa, respectivamente), seguido dos tratamentos com clorpirifós (3,0, 3,5 e 3,5 pulgões) e com os tratamentos a base de carbaryl apresentando os maiores valores de sobrevivência (5,7, 6,2 e 5,6 pulgões) (Tabela 4,  $F = 27,45$ ,  $p < 0,05$ ).

Entretanto, neste intervalo de vinte minutos, o tratamento com a maior concentração de clorpirifós não apresentou diferenças significativas com as diversas concentrações da deltamethrina, embora tenha apresentado um valor de sobrevivência de pulgões superior a este piretróide. Comparando-se a quantidade de i.a. utilizada neste (0,1920 g para 100 ml de água), em relação as concentrações utilizadas nos tratamentos com deltamethrina (0,0025 a 0,01 g, Tabela 2), notou-se que foram necessárias quantidades muito superiores da molécula clorpirifós para alcançar a eficiência dos tratamentos com deltamethrina em relação à mortalidade dos pulgões.

Na terceira avaliação, notaram-se os mesmos resultados da avaliação anterior, mas a sobrevivência dos pulgões foi diminuindo, em função da presença residual dos inseticidas na câmara de aplicação. Os valores para os diversos tratamentos foram de 0,7, 1,2 e 1,0 (deltamethrina; concentração alta, intermediária e baixa); 2,4, 2,7, 2,8 (clorpirifós; concentração alta, intermediária e baixa) e 4,8, 6,2 e 5,2 (carbaryl; concentração alta, intermediária, baixa) (Tabela 4;  $F = 36,09$ ,  $p < 0,05$ ).

Na quarta avaliação, uma hora da aplicação dos tratamentos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos com piretróides e organofosforados (deltamethrina: 0,7, 0,8 e 0,8 pulgões; clorpirifós: 0,8, 1,3, 0,9 pulgões), o que permitiu concluir que ambos os tratamentos foram eficientes, por terem apresentado eficiências residuais equivalentes no intervalo de tempo avaliado, e que a deltamethrina foi a molécula mais viável, por ter apresentado ação de choque, a partir de aplicações com menores quantidades de i.a., em relação ao clorpirifós.

Os tratamentos com o princípio ativo carbaryl não foram eficientes em relação aos outros i.a. testados, tendo apresentado valores de 3,1 (alta), 5,1 (intermediária) e 4,5 (baixa) pulgões para a quarta avaliação ( $F = 101,44$ ,  $p < 0,05$ ). Também foi verificado que, o tratamento com concentração alta deste carbamato, diferiu de suas demais concentrações, mas tendo menor eficiência que os tratamentos com o piretróide e o organofosforado, citado anteriormente (Tabela 4). A partir destes resultados, conclui-se que se torna inviável a recomendação deste i.a. para futuras estratégias de controle com inseticidas de contato para o pulgão-gigante-do-pinus, pois os resultados apontaram outros i.a. mais eficientes.

Tabela 4. Sobrevivência do pulgão-gigante-do-pinus (*Cinara* spp.) a intervalos variáveis de tempo, pela ação dos tratamentos com produtos de contato.

Table 4. Survival of the pine aphid (*Cinara* spp.) to variable intervals of time, for the action of the treatments with contact products.

Tratamento	Concentração	Sobrevivência <sup>1</sup> (min.)											
		0				10				20			
Deltamethrina	Alta	8,0	±	0,86	a	1,5	±	1,05	a	0,7	±	0,00	a
Deltamethrina	Intermediária	8,3	±	0,96	a	1,8	±	0,69	a	1,5	±	0,71	a
Deltamethrina	Baixa	8,4	±	0,70	a	1,6	±	0,88	a	1,3	±	1,03	a
Clorpirifós	Alta	8,0	±	0,85	a	3,8	±	1,19	b	3,0	±	1,32	ab
Clorpirifós	Intermediária	8,0	±	0,59	a	4,0	±	0,71	b	3,5	±	0,88	b
Clorpirifós	Baixa	8,1	±	0,42	a	4,4	±	0,62	b	3,5	±	1,23	b
Carbaryl	Alta	8,4	±	0,69	a	6,2	±	0,30	c	5,7	±	0,34	c
Carbaryl	Intermediária	8,4	±	0,73	a	6,4	±	0,61	c	6,2	±	0,40	c
Carbaryl	Baixa	8,5	±	0,65	a	6,4	±	0,91	c	5,6	±	0,93	c
F (Trat.)		0,40 <sup>ns</sup>				31,48*				27,45*			
						30				60			
Deltamethrina	Alta					0,7	±	0,00	a	0,7	±	0,00	a
Deltamethrina	Intermediária					1,2	±	0,48	a	0,8	±	0,28	a
Deltamethrina	Baixa					1,0	±	0,63	a	0,8	±	0,23	a
Clorpirifós	Alta					2,4	±	0,32	ab	0,8	±	0,23	a
Clorpirifós	Intermediária					2,7	±	0,56	b	1,3	±	0,36	a
Clorpirifós	Baixa					2,8	±	0,51	b	0,9	±	0,39	a
Carbaryl	Alta					4,8	±	0,92	c	3,1	±	0,51	b
Carbaryl	Intermediária					6,2	±	0,79	c	5,1	±	0,71	c
Carbaryl	Baixa					5,2	±	1,42	c	4,5	±	0,41	c
F (Trat.)						36,09*				101,44*			

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5 % probabilidade.

\* significativo (p = 0,05); ns = não significativo.

Devido aos resultados obtidos, a escolha de um produto para ser utilizado como controle curativo e emergencial de *Cinara* spp. em plantios jovens de pinus, a partir de aplicações em áreas restritas, poderia ser viável com utilização da deltamethrina. O tratamento com a concentração alta da deltamethrina apresentou mortalidade total a partir da avaliação de vinte minutos. Doravante, também foi possível verificar a existência de pulgões sobreviventes às concentrações intermediária e baixa, o que sugere a suscetibilidade destes insetos em apresentarem indivíduos resistentes às concentrações adotadas. Conforme discutido nas avaliações com inseticida sistêmico, este comportamento pode estar mais relacionado à capacidade dos insetos em detoxificar o i.a. (Lorini, 2002), do que à capacidade em evitar o contato com o inseticida (Oliveira Filho, 1999), uma vez que pela metodologia adotada nos tratamentos, todos os pulgões entraram em contato com as concentrações utilizadas. Desta forma, a estratégia para o manejo de resistência deve também visar a utilização de técnicas descritas por Lema (1995), Cruz (2002) e Sousa (2003), como o manejo por moderação, o manejo por saturação e o manejo por ataque múltiplo.

Os resultados relatados nos testes com inseticidas de contato sugerem que, devido ao fato do pulgão-gigante-do-pinus (tanto *C. atlantica* como *C. pinivora*) não apresentar resistência em campo para nenhum destes produtos atualmente, a utilização de concentrações baixas dos inseticidas (no caso a deltamethrina), seria suficiente para conferir a eficiência destas aplicações, como uma estratégia de manejo por moderação mencionada por Sousa (2003). Recomenda-se a execução de novos testes com concentrações de deltamethrina inferiores às utilizadas no presente trabalho, de forma a fornecer informações mais apuradas

quanto às melhores concentrações para o controle do pulgão-gigante-do-pinus.

A partir das afirmações de Sousa (2003), no qual a Certificação Florestal recrimina em plantações a utilização de inseticidas com classes toxicológicas I (extremamente tóxicos) e II (altamente tóxicos), e considerando que o produto a base de deltamethrina utilizado nos presentes testes possui classe toxicológica III (medianamente tóxico, Andrei, 1999), este fato tornaria viável a sua recomendação para as estratégias propostas neste trabalho. Entretanto, recomenda-se a execução de testes com outras formulações comerciais deste princípio ativo, que apresentem toxicidades ainda menores (Classe IV, pouco tóxicos), no intuito de determinar as melhores marcas comerciais deste ingrediente ativo para o controle do pulgão-gigante-do-pinus.

Também, a adoção de técnicas de manejo por ataque múltiplo, como mesclas inseticidas (citados por Lema, 1995; Sousa, 2003), podem fornecer bons resultados quanto à eficiência de tratamentos em aplicações no campo, para a estratégia de controle emergencial sugerida, com aplicações apenas em áreas restritas e hiper infestadas. Os argumentos de Lema (1995), no qual o uso de mesclas tende a diminuir a probabilidade da transmissão do gene de resistência, além das afirmativas de Cruz (2002), no qual o uso de um segundo inseticida dificulta com que os indivíduos sobreviventes tenham a resistência ao primeiro produto, bem como a prerrogativa de Tabashnik (1989), na qual o uso de mesclas faz com que a resistência para dois compostos distintos torne-se rara, fortalecem esta hipótese. Considerando que a frequência de indivíduos resistentes em campo é atualmente nula, pois o controle químico não vem sendo adotado para o pulgão-gigante-do-pinus, a estratégia de mesclas acataria as recomendações de Omoto (2004a), no qual esta estratégia não poderia ser adotada quando a frequência de resistência se encontra elevada, diferentemente do caso abordado neste trabalho.

Como exemplo, Bertelli *et al.* (2001) relatam as vantagens na utilização de ciflutrina (piretróide) e imidacloprid, na proteção de culturas agrícolas. No Brasil, já existe registro para a cultura do fumo (Andrei, 1999; 2003) de um produto com estas características. Com base no exemplo citado, a utilização de mesclas necessitaria que as moléculas sistêmicas fossem de absorção foliar, não conflitando com o modo de aplicação dos piretróides, que necessitariam ser aplicados em toda a planta.

Desta forma, se aproveitaria o alto poder de choque do primeiro grupo inseticida (piretróide), reduzindo imediatamente a população de pulgões nestas áreas, com a vantagem destes possuírem baixa persistência ambiental. Adicionalmente, a ação do neonicotinóide promoveria o controle através de sua persistência residual. Como a utilização de mesclas inseticidas estaria sendo executada apenas em áreas onde as populações do pulgão-gigante-do-pinus estivessem em um nível elevado, se viabilizaria a participação complementar de outras medidas de controle (em áreas com infestações menores), tais como as alternativas biológicas.

Entretanto, os aspectos que dizem respeito à seletividade dos produtos de contato aos organismos relacionados na ecologia do pulgão-gigante-do-pinus (estudados por Cardoso, 2001; Loureiro *et al.*, 2003; Oliveira, 2003; Penteado *et al.*, 2003; Reis Filho *et al.*, 2003; Zaleski, 2003) não podem ser negligenciados. Em função de os piretróides apresentarem largo espectro, estas influências levam a crer que para cada situação devem ser realizados estudos próprios.

Ao analisar os relatos de Otatti *et al.* (2002), Penteado *et al.* (2002) e Zaleski (2003), nos quais o pulgão-gigante-do-pinus apresenta longevidade entre 12 e 73 dias (influenciado pela temperatura e outros fatores ambientais), havendo picos populacionais e de colonização no outono e no inverno (Eskiviski *et al.*, 2003; Iede, 2003; Wilcken *et al.*, 2003a), a estratégia sugerida (mesclas) poderia ser adotada somente nestas estações do ano, e nas áreas com infestações que causassem danos comprovadamente significativos, pois autores como Georghiou e Taylor (1977) e Cruz (2002), defendem que quanto menor a frequência de aplicação de inseticidas, maior a capacidade dos insetos suscetíveis para reproduzirem-se, e, portanto, diminuindo o risco da ocorrência da resistência, pelo cruzamento dos indivíduos resistentes.

Um fator extremamente necessário para a utilização do controle químico em campo a partir das estratégias propostas, seria a adoção conjunta de técnicas eficazes de monitoramento das populações. Tais técnicas são importantes para a tomada de decisão sobre os métodos de controle disponíveis, e também para se obter antecipadamente informações sobre quando e onde agir (Ciesla, 1991; Day *et al.*, 1993; Iede, 2003).

Atualmente, os diversos métodos de monitoramento disponíveis, descritos por Cadenazzi *et al.* (2003), Santos *et al.* (2003) e Wilcken *et al.* (2003b), promoveram estimativas do número de pulgões por

planta. Além destes, Iede (2003) sugere a utilização de armadilhas, como a de Moericke (1951)<sup>1</sup>, que fornecem informações precisas sobre os picos de revoada (dispersão e colonização) das fêmeas aladas do pulgão-gigante-do-pinus.

Estas técnicas precisam ser melhor estudadas para a avaliação precisa dos danos decorrentes dos ataques, conforme prerrogativas de Weiss (1991) e Day *et al.* (1993), no qual o método de monitoramento deve ser de fácil adoção e representativo. Rensburg (1979), Day *et al.* (1993) e Iede (2003) comentam sobre a deficiência do método de contagem nas plantas, que pode ser pouco preciso, devido à dificuldade de se contar o número exato de pulgões em campo.

Estes métodos puderam fornecer informações sobre a flutuação populacional do pulgão-gigante-do-pinus, porém ainda seriam necessários mais estudos para a determinação do nível de infestação que conferiria os diversos danos às plantas, relatados por Penteado *et al.* (2000b), como mortalidade, entortamento de fuste, perda de dominância apical, dentre outros.

Portanto, quanto à utilização do controle químico para *C. atlantica* e *C. pinivora*, a partir de aplicações de inseticidas em áreas com altos índices de infestação no campo, conclui-se que a necessidade de outros estudos que fundamentem esta possibilidade (como o monitoramento da infestação, influência sobre inimigos naturais, aspectos econômicos e operacionais, entre outros), inviabilizam a recomendação imediata da utilização da deltamethrina e das técnicas de manejo de resistência propostas, mas não impedem que futuramente estas estratégias possam ser empregadas, no intuito de promover o manejo integrado do pulgão-gigante-do-pinus.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Márcio Pereira da Rocha, por ceder os equipamentos utilizados nos testes executados no Laboratório de Biodegradação da Madeira da UFPR. Ainda, à Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná e à Rigesa S/A, por fornecerem suporte legal e financeiro para esta pesquisa, e os demais materiais utilizados.

## REFERÊNCIAS

ANDREI. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 6. ed. São Paulo, 1999. Andrei.

ANDREI. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 6. ed. São Paulo, 2003. Andrei. v. 2.

ANGELINI, R.; CANTÓN, A.; GAMBI, E. Confidor® e Gaucho®: nuovi insetticidi sistemici a base di Imidacloprid. **Informatore Fitopatológico**, Milano, v. 1, p. 25-34. 1997.

BATISTA, G. C. Seletividade de inseticidas e manejo integrado de pragas, p. 199-213. In: W.B. Crocomo (org.), **Manejo integrado de pragas**, São Paulo, UNESP, 358p. 1990.

BERTELLI, L.; A. CANTÓN, A. GUALCO. Confidor Supra (Imidacloprid e Ciflutrin): nuovo insetticida per la protezione delle colture orticole e industriali. **Informatore fitopatológico**, n. 11. p. 53-57. 2001.

CADENAZZI, M.; RIBEIRO, A.; TERZAGHI, A.. Muestreo secuencial de *Cinara atlantica* en plantaciones de *Pinus taeda* en rodales del departamento de paysandu, uruguay (estudio preliminar). In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

CARDOSO, J. T. **Capacidade de consumo e biologia de insetos predadores do Pulgão do Pinus *Cinara spp.* em laboratório**. Curitiba, 2001. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná.

CASIDA, J. E.; QUISTAD, G. B. Golden age of insecticide research: Past, present, or future? **Annual Review of Entomology**. Universidade da Califórnia, Berkeley, Califórnia, v. 43, p. 1-16. 1998.

---

<sup>1</sup> MOERICKE, V. Eine Farfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattausen, insbesondere der Pflirschblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz.). Nachr. Bl. dt. Pflschutzdienst. Stuttgart, 3: 23-24. 1951.

- CASTANHEIRA NETO, F. Contribuições das plantações florestais e da indústria da madeira para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PRODUTOS DE MADEIRA SÓLIDA E DE REFLORESTAMENTO, 2. 2004, Curitiba. **Anais...** ABIMCI, 2004. 1 CD-ROM.
- CASTRO-FARIA, A. B.; SOUSA, N. J.; KLEMBA, J.; RAMIRES, R.; RIBEIRO, M. M.; BRIDI, G. Proteção de árvores do pomar de sementes da Rigesa S.A. contra o pulgão-gigante-do-pinus. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.
- CIESLA, W. M. Survey and Monitoring. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. **A crisis in African forestry: proceedings**. Rome: FAO. p. 113-116. 1991.
- CROCOMO, W. B. O que é o Manejo de Pragas. In: **Manejo de Pragas. Botucatu** – SP. Editora Universidade Estadual Paulista. p. 9-34. 1990.
- CRUZ, I. Manejo de Resistência de Insetos-Praga a Inseticidas, com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Documentos** 21, Sete Lagoas, MG. Embrapa Milho e Sorgo. 15p. 2002.
- DAY, R. D.; ATUAHENE, S.; GICHORA, M.; MUTITU, E.; CHACHA, D. Sampling Cypress Aphids. Biological Control of Forest Aphids in Africa. Kenya, International Institute of Biological Control. **Technical Bulletin Series**, n. 2, 44 p. 1993.
- ESKIVISKI, E.; AGOSTINI, J.; TOLOZA, R.; COLL, O. Biología y efectos de *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae) em plantaciones juvenes de *Pinus* em las provincias de misiones y corrientes, Argentina. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.
- FOSTER, S. P.; DENHOLM, I.; THOMPSON, R. Variation in response to neonicotinoid insecticides in peach-potato aphids, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Pesticide Management Science**, Chichester, UK. v. 59, n. 2. p. 166-173, 2003.
- GEORGHIOU, G. P.; TAYLOR, C. E. Operational influences in the evolution of insecticide resistance. **J. Econ. Entomol.** 70: 653-658. 1977.
- HARMUCH, D.; CASTRO-FARIA, A. B.; SOUSA, N. J. Controle químico do pulgão-gigante-do-pinus, através da aplicação do inseticida Confidor 700 GRDA. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10. Curitiba. **Livro de Resumos...** Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná. p. 262. 2002.
- IEDE, E. T.; LAZZARI, S. M. N.; PENTEADO, S. R. C.; ZONTA-DE-CARVALHO, R. C.; RODRIGUES-TRENTIN, R. F. Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae, Lachnidae) em reflorestamento de *Pinus* spp. no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA. 1998. Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p. 141. 1998.
- IEDE, E. T. **Monitoramento das populações de *Cinara* spp., avaliação de danos e em plantios de *Pinus* spp. no sul do Brasil**. Curitiba, 2003. 171 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná.
- KUBO, K.; HARMUCH, D. A.; SOUSA, N. J.; CASTRO-FARIA, A. B.; MARZAGAO, M. M. Controle de *Cinara* spp., com Confidor 700 GRDA associado a gel condicionador de solo. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10. Curitiba. **Livro de Resumos...** Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná. p. 263. 2002.
- LAZZARI, S. M. N.; ZONTA-DE-CARVALHO, R. C. Aphids (Homoptera: Aphididae: Lachninae: Cinarini) on *Pinus* spp. and *Cupressus* sp. in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21; 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja. v. 1, p. 493. 2000.
- LEITE, M. S. P.; ZALESKI, S. R. M.; PENTEADO, S. R. C.; CAMARGO, J. M. M.; RIBEIRO, R. D. Patogenicidade de cepas do fungo *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas no controle de *Cinara atlantica*

(Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae). In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

LEMA, G. Estratégias para el manejo de resistencia de las plagas como complemento del MIP. **Revista Manejo Integrado de Plagas en cultivos y Medio Ambiente**. Colômbia. 1995.

LORINI, I. 2002. **Grãos armazenados: resistência de pragas a inseticidas químicos**. Embrapa Trigo. Comunicado Técnico On Line N° 45, Dez 1999. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co45.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co45.htm)> Acesso em 5 de julho de 2002.

LOUREIRO, E. S.; OLIVEIRA, N. C.; WILCKEN, C. F. Avaliação da patogenicidade do fungo *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas (Deuteromicotina: Hypomycetes) ao pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae). In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

MARÇON, P. C. R. G. **Programa global de manejo preventivo de resistência de pragas ao inseticida indoxacarb**. Disponível em: <<http://www.illac-br.org.br/arquivos/indoxacarb.doc>> Acesso em 10 fev. 2004.

MARZAGAO, M. M.; CASTRO-FARIA, A. B.; SOUSA, N. J. Avaliação da eficiência do inseticida Thiametoxam no controle do pulgão-gigante-do-pinus (*Cinara* sp.). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8; São Paulo. **Livro de Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2003.

NAUEN, R.; ELBERT, A. European monitoring of resistance to insecticides in *Mysus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to Imidacloprid. **Bull Entomol Res**. Fev, 93 (1): 47-54. 2003.

OLIVEIRA FILHO, A. M. 1999. A resistência dos insetos aos inseticidas e o controle dos vetores da malária. In: MARICONI, F. A. M. (Ed.) Insetos e outros invasores de residências. Piracicaba: **FEALQ**, v. 6, p. 379-402.

OLIVEIRA, N. C. 2003. **Efeito de diferentes sistemas de manejo de plantas invasoras sobre o controle biológico e incidência de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* e biologia de coccinelídeos (Coleoptera)**. Botucatu. 72 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

OMOTO, C. 2004a. **Avanços na implementação de programas de manejo da resistência de pragas a pesticidas no Brasil**. Disponível em: <<http://www.illac-br.org.br/arquivos/avancosimplprog.doc>> Acesso em 10 fev. 2004a.

OMOTO, C. 2004b. **Princípios e práticas de manejo da resistência de pragas a pesticidas**. Disponível em: <<http://www.illac-br.org.br/arquivos/principiosepraticas.doc>> Acesso em 10 fev. 2004b.

OTTATI, E. L.; WILCKEN, C. F.; OTTATI, A. L. T. Biologia de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Homoptera) em mudas de *Pinus taeda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19; 2002, Manaus. **Livro de Resumos...** Manaus: Sociedade Entomológica do Brasil, 2002. p. 150.

PENTEADO, S. R. C.; TRENTINI, R. F.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Ocorrência, distribuição, danos e controle de pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus* spp. no Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba. v. 30, n. 1/2, p. 55-64. 2000a.

PENTEADO, S. R. C.; TRENTINI, R. F.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Pulgão-gigante-do-pinus: nova praga florestal. **Serie Técnica IPEF**, Piracicaba. v. 13, n. 33, p. 97-102. 2000b.

PENTEADO, S. R. C.; QUEIROZ, E. C.; MESSA, S. R.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T. Biologia de *Cinara atlantica* (Homoptera: Aphididae: Lacchnae), em duas temperaturas, em laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19; Manaus. **Livro de Resumos...** Manaus: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 34. 2002.

PENTEADO, S. R. C.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T. Programa de controle biológico dos pulgões-gigantes-do-pinus no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...**

- Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.
- RAMIRES, R. 2003. Avaliação da eficiência de mesclas de inseticidas no controle do Pulgão-gigante-do-pinus (*Cinara* spp.). In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11; Curitiba. **Livro de Resumos...** Curitiba. Ed. Universidade Federal do Paraná, p. 248. 2003.
- REIS FILHO, W.; PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, S. Criação massal de parasitóides dos pulgões-gigantes-do-pinus, *Cinara* spp. em laboratório. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.
- RENSBURG, N. J. Van. *Cinara cronartii* on the roots of pine trees (Homoptera: Aphididae). **Journal of the Entomological Society of Southern Africa**, Pretoria, v. 42, p. 151-152. 1979.
- SANTOS, A. L.; WIKLER, C.; ANDRADE, F. M. Nichos ecológicos preferenciais do pulgão-gigante-do-pinus em árvores de *Pinus taeda* com idades entre zero e três anos. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.
- SOUSA, N. J. 2003. Importância do manejo de resistência de inseticidas no controle integrado dos pulgões-gigantes-do-pinus. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.
- TABASHNIK, B. E. Managing resistance with multiple pesticide tactics: theory, evidence and recommendations. **J. Econ. Entomol.**, 82: 1263-1269. 1989.
- TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. E. Selective Toxicity of Neonicotinoids Attributable to Specificity of Insect and Mammalian Nicotinic Receptors. **Annual Review of Entomology**, Universidade da California, Berkeley, California. v. 48, p. 339-364. 2003.
- VARGAS, R. A. **Producción y manejo integrado de plagas em viveros frutícolas**. San José, Costa Rica: Ministério de Agricultura y Ganadería. 1993.
- WEICHEL, L.; NAUEN, R. Monitoring of insecticide resistance in damson hop aphid, *Phorodon humuli* Schrank (Homoptera: Aphididae) from German hop gardens. **Pesticide Management Science**, Chichester, UK. Set; 59 (9): 991-8. 2003.
- WEISS, M. J. Compatibility of tactics: an overview. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. A crisis in African forestry: **Proceedings**. Rome: FAO. 1991. p. 133-135.
- WILCKEN, C. F.; OTTATI, A. L. T.; OLIVEIRA, N. C.; COUTO, E. B.; SANTOS, T. G.; SOUZA, A. P. Controle do pulgão-dos-pinheiros *Cinara atlantica* (Homoptera: Aphididae) em plantios de *Pinus*, com inseticidas cloronicotínicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19; 2002. Manaus. **Livro de Resumos...** Manaus: Sociedade Entomológica do Brasil, 2002. p. 153.
- WILCKEN, C. F.; OTTATI, A. L. T.; OLIVEIRA, N. C.; COUTO, E. B.; FERREIRA FILHO, P. J. Dinâmica da infestação de *Cinara atlantica* em diferentes espécies de *Pinus* em Buri, SP. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003a. 1 CD-ROM.
- WILCKEN, C. F.; OTTATI, A. L. T.; OLIVEIRA, N. C.; COUTO, E. B.; FERREIRA FILHO, P. J. Ações de pesquisa visando o Manejo Integrado dos pulgões-gigantes-do-pinus em São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE CINARA EM PINUS, 1. 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003b. 1 CD-ROM.
- ZALESKI, S. R. M. **Biologia, danos e determinação dos limites térmicos para o desenvolvimento de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Homoptera: Aphididae) em *Pinus taeda* L. (Pinaceae)**. Curitiba, 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná.
- ZAPATA, J. Tendências e perspectivas do Setor Florestal – Visão 2020 para o Cone Sul. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PRODUTOS DE MADEIRA SÓLIDA E DE REFLORESTAMENTO, 2. 2004, Curitiba. **Anais...** ABIMCI, 2004. 1 CD-ROM.