

Manejo Integrado de Pragas em *Pinus*

Edson Tadeu Iede, Wilson Reis Filho, Susete do Rocio Chiarello Penteado,
Nádia Caldato

1. Introdução

O aumento da demanda de madeira para geração de energia e para processamentos industriais exige o florestamento com diferentes espécies florestais, visando atender os vários segmentos industriais. Na Região Sul do Brasil, as espécies mais plantadas para atender essas demandas são do gênero *Pinus*. A constante busca pela eficiência produtiva e pela maior rentabilidade nesses plantios, invariavelmente, redundam em simplificação do ambiente e isto tende a gerar impactos diferenciados sobre a entomofauna. Os insetos fitófagos são favorecidos pela maior disponibilidade de alimento e pela redução da resistência ambiental, face à ausência de inimigos naturais. Nesses ambientes modificados, os inimigos naturais não encontram condições favoráveis, como a presença de hospedeiros alternativos e/ou intermediários, para se estabelecerem.

O aumento de áreas com plantios florestais monoespecíficos favorece o aparecimento e a dispersão de várias pragas que se tornam causadoras de danos nos povoamentos florestais. Esse aspecto tem despertado o setor florestal para a necessidade de programas racionais e econômicos de controle de pragas (IEDE et al., 1998b). O

conhecimento dos fatores que agem no ecossistema é um requisito imprescindível para resolver esses problemas, com o mínimo de impactos ambientais. Uma das estratégias preferidas é conhecida como Manejo Integrado de Pragas (MIP), proposta há aproximadamente 30 anos. Num programa de MIP, todos os métodos de controle têm seu espaço e importância. Entretanto, quando se trata de plantios florestais, o uso de produtos químicos apresenta sérias restrições, podendo ser adotado apenas como último recurso. Os métodos de controle biológico, físicos, silviculturais, mecânicos e biotécnicos são os que apresentam potencial de integração.

A execução de um programa de MIP requer, inicialmente, um sistema de monitoramento para a detecção precoce dos surtos e determinação da distribuição geográfica, assim como para a avaliação da densidade populacional da praga e da efetividade das medidas de controle. Um sistema de controle deve ser suficientemente preciso, sensível e capaz de acusar variações na densidade populacional da praga. Essa capacidade é essencial para fornecer os elementos requeridos na tomada de decisão quanto ao momento em que se devem utilizar diferentes métodos de controle, visando evitar perdas econômicas.

O uso de produtos fitossanitários no MIP está condicionado à disponibilidade de inseticidas de baixa toxicidade ao homem e aos animais. Além disso, eles não devem causar mais do que um baixo impacto ambiental, nem gerar subprodutos tóxicos. No MIP, o controle biológico se destaca como uma das táticas mais recomendadas para manter as pragas em baixos níveis populacionais e, também, pela fácil harmonização com outros métodos de controle e a baixa probabilidade de causar impactos ambientais.

2. Principais Pragas de *Pinus* no Brasil

Dos 1,84 milhão de ha plantados com *Pinus*, no Brasil, 57 % encontram-se na Região Sul, basicamente com as espécies *P. taeda* e *P. elliottii* (SBS, 2007). O limitado número de espécies usadas nos plantios, a alta densidade populacional e a falta de manejo adequado dos povoamentos florestais têm propiciado condições ideais para o aparecimento de surtos de pragas.

O fator que despertou preocupação do setor florestal brasileiro quanto à prevenção e ao monitoramento de pragas nos povoamentos de *Pinus* foi a constatação da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), em 1988, no Estado do Rio Grande do Sul. Atualmente, essa praga está presente em aproximadamente 350 mil ha de povoamentos de *Pinus* spp. localizados nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (IEDE et al., 1988; 1998a).

Na década de 1990, várias outras pragas importantes foram introduzidas e constatadas nos plantios florestais brasileiros. Entre elas, os pulgões-gigantes-do-pínus *Cinara pinivora* e *C. atlantica* (Hemiptera: Aphididae), que foram detectados, respectivamente, em 1996 e 1998 (IEDE et al., 1998a; LAZZARI; ZONTA-

DE-CARVALHO, 2000). Seu controle vem sendo efetivado mediante programas de MIP, com ênfase no controle biológico. As espécies *Pissodes castaneus* (Coleoptera: Curculionidae), denominado de gorgulho-do-pínus, introduzido em 2001, e *Pineus boernerii* (Hemiptera: Adelgidae), introduzido em 2003 (PENTEADO et al., 2004), são pragas com grande potencial de danos em plantios de pínus. Porém, até o momento, os danos causados por essas pragas têm sido pequenos e limitados aos povoamentos submetidos a estresse por falta de manejo (IEDE, 2003). Lepidópteros desfolhadores nativos como *Eacles ducalis*, *Melanolophia apicallis*, *Pherothesia confusata*, *Glena bipennaria* e algumas pragas de solo, como o besouro *Diloboderus abderus* (Scarabaeidae), causam surtos esporádicos.

As formigas cortadeiras são pragas constantes em plantios florestais. Na Região Sul, predominam as quenquéns (*Acromyrmex* spp.) e, nas demais regiões do país, as saúvas (*Atta* spp.).

2.1. Vespa-da-madeira

A vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) é uma praga de origem eurásiana que, no Brasil, foi registrada, pela primeira vez, em 1988, no Estado do Rio Grande do Sul (IEDE et al., 1988). Posteriormente, ela foi constatada em Santa Catarina (1989), no Paraná (1996), em São Paulo (2004) e em Minas Gerais (2006). Nas suas regiões de origem (Europa, Ásia e Norte da África), ela é considerada uma praga secundária. Porém, nos países onde foi introduzida, como na Nova Zelândia, Austrália, Uruguai, Argentina, Brasil, África do Sul e, mais recentemente, no Chile, tornou-se a principal praga nos povoamentos de pínus (IEDE et al., 1988) (Figura 1).



Figura 1. Árvores de *Pinus taeda* atacadas pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*).
Foto: Edson Tadeu Iede.

Face à ameaça que a vespa-da-madeira representa para o patrimônio florestal brasileiro, foi criado, em 1989, o Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA), mediante a integração da iniciativa privada com órgãos públicos, tendo como objetivo dar suporte ao Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM). Esse programa contemplou intensas atividades de pesquisa, visando à geração e à adaptação de tecnologias de controle. Na sua fase inicial, foi priorizado o controle biológico, pela introdução, criação massal e liberação do nematóide *Deladenus (Beddingia) siricidicola*.

O uso do nematóide tem sido a medida mais eficaz para o controle da vespa-da-madeira.

Esse inimigo natural é um parasita que, após infestar a fêmea da vespa, torna-a estéril e, ao mesmo tempo, transforma-a em uma disseminadora de mais nematóides em seu ato de oviposição nos troncos do pínus. Além disso, a constatação do parasitóide *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae) e a introdução dos parasitóides *Rhyssa persuasoria* e *Megarhyssa nortoni* (Hymenoptera: Ichneumonidae), da Austrália, associadas ao manejo apropriado dos povoamentos florestais, têm possibilitado um controle efetivo desta praga.

O PNCVM contempla, ainda, o monitoramento para a detecção precoce e o controle da dispersão da vespa-da-madeira com uso de árvores-armadilha. Estas são

árvores submetidas ao estressamento, mediante aplicação de herbicidas, a fim de atrair os insetos.

Medidas de prevenção são enfatizadas no PNCVM, especialmente quanto ao manejo das áreas, com a aplicação de desbastes em intensidades e periodicidades apropriadas, visando melhorar as condições fitossanitárias e, assim, minimizar o ataque da vespa. Outra linha de ação é a adoção de medidas quarentenárias, visando ao controle e ao retardamento da dispersão da praga.

Uma das atividades de maior destaque no PNCVM refere-se ao treinamento dos componentes da equipe técnica, bem como à ampla divulgação do programa de controle, por meio de palestras e cursos destinados aos produtores e técnicos da comunidade, visando atingir todas as áreas plantadas com pínus. Nesse programa, além dos órgãos públicos, estão envolvidas mais de uma centena de empresas que adotaram a tecnologia de manejo intergrado (IEDE et al., 1998a).

2.1.1. Características morfológicas

Os adultos da vespa-da-madeira apresentam diferenças acentuadas entre machos e fêmeas. Os machos são de coloração azul metálica, com asas, abdome (do terceiro ao sétimo segmentos), fronte e pernas, anteriores e medianas, de coloração alaranjada; suas patas posteriores são negras. As fêmeas apresentam coloração azul escura metálica, com as pernas e asas de coloração âmbar. O ovipositor é protegido por uma bainha e se apresenta como uma projeção na extremidade do abdome.

Os ovos da vespa-da-madeira são alongados, de coloração branca e superfície

lisa. Durante a postura, a vespa pode realizar perfurações, simples ou múltiplas, com profundidade média de 12 mm, no alburno dos troncos de pínus.

As larvas, de ambos os sexos (Figura 2), apresentam um espinho supra-anal proeminente (cerco) que é utilizado para comprimir o "frass" (massa constituída pela mistura de serragem, fezes e excreções do inseto) durante a sua atividade alimentar. Elas são de formato cilíndrico, dotadas de vestígios de pernas torácicas e sua coloração, em geral, é creme. Suas mandíbulas são fortes e denteadas. As pupas são brancas, do tipo exarata (com apêndices livres – por exemplo, patas e antenas – que não permanecem "colados" ao corpo), e apresentam um tegumento fino e transparente que se torna escurecido na época próxima à sua transformação em adultos.

2.1.2. Biologia e ecologia

Os adultos da vespa-da-madeira começam a emergir do interior do tronco do pínus, geralmente, no período compreendido entre a primavera (outubro) até o princípio do verão (janeiro), com picos populacionais entre novembro e dezembro. Entretanto, podem ocorrer variações devido a diferenças nas condições climáticas. Uma pequena parte da população (2 % a 3 %) apresenta um segundo período de emergência que pode ocorrer no outono (entre março e maio), dando origem a insetos com ciclo de vida curto. Normalmente, os machos emergem antes das fêmeas e ficam aglomerados nos ramos superiores das árvores. É nesse local, aonde as fêmeas emergentes se dirigirem, que ocorre o acasalamento.



Figura 2. Larva da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*). Foto: Arquivo Embrapa Florestas.

Durante a postura, além dos ovos, a fêmea da vespa introduz na árvore uma muco-secreção fitotóxica, oriunda da glândula localizada na base do ovipositor, juntamente com esporos de um fungo simbiote (*Amylostereum areolatum*), também armazenado no interior do seu corpo. Este fungo, quando espalhado no interior do tronco do pínus, obstrui os vasos de seiva; a muco-secreção provoca mudanças fisiológicas rápidas no metabolismo da árvore, afetando a respiração, a transpiração, a fotossíntese e a divisão celular, levando-a à morte. A ação combinada do muco fitotóxico e do crescimento do fungo cria um "habitat" propício para o desenvolvimento das larvas da vespa-da-madeira, em crescimento no interior do tronco.

Cada fêmea da vespa (Figura 3) põe, em média, 226 ovos. Os insetos maiores chegam a pôr entre 300 e 500 ovos. As vespas fêmeas, na fase adulta, vivem aproximadamente quatro dias e, os machos, cinco. O período de incubação (da postura dos ovos até a emergência dos adultos) pode durar de 14 a 28 dias.

Logo após a eclosão, a larva passa a se alimentar e, nesse processo, constrói galerias próximas aos locais da postura. No terceiro ou no quarto ínstar, elas estendem as galerias para as partes mais internas do tronco. No período pré-pupal, a larva dirige-se para próximo à periferia do tronco e, geralmente após três semanas, emergem na forma de adultos. No Brasil, 97 % da população da

vespa-da-madeira completa o seu desenvolvimento no período de um ano. Porém, foram observados, também, ciclos curtos de três a quatro meses, em troncos ou em ponteiros de árvores com diâmetro entre 5 cm e 15 cm.



Figura 3. Forma adulta da fêmea da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*).
Foto: Wilson Reis Filho.

2.1.3. Danos e importância econômica

Os principais danos provocados pela vespa-da-madeira são as perfurações no tronco, ocasionadas pelas larvas e adultos. O tronco

atacado apresenta deterioração na madeira devido à ação do fungo *A. areolatum* e a entrada de patógenos secundários da madeira, como fungos do gênero *Botryodiplodia* (Figura 4).

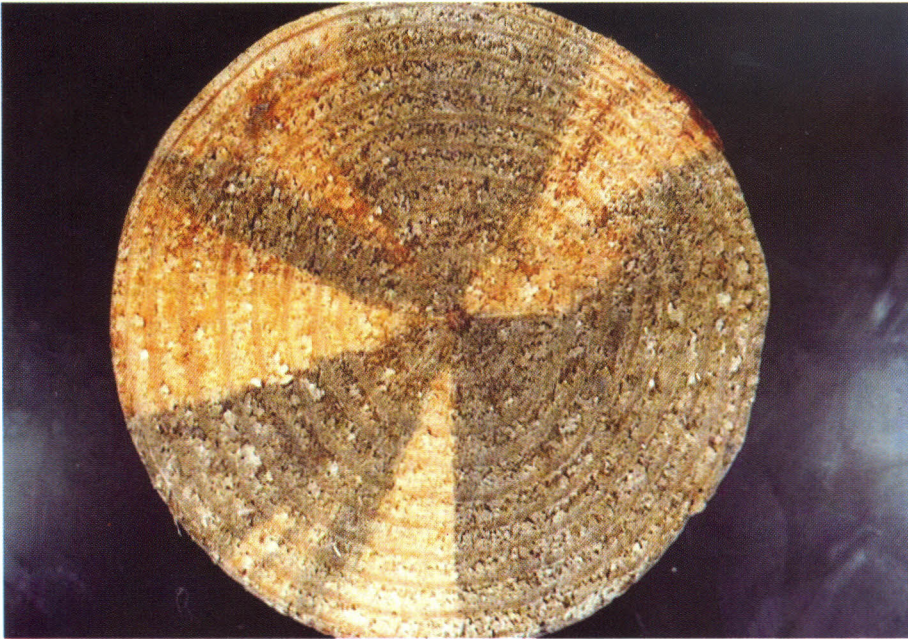


Figura 4. Seção transversal de uma tora de pínus com sinais de ataque do fungo *Botryodiplodia*. Foto: Arquivo Embrapa Florestas.

Os sintomas externos mais visíveis de ataque da vespa-da-madeira se expressam na forma de um progressivo amarelecimento da copa até atingir a coloração marrom-avermelhada. As árvores atacadas apresentam copa sem vitalidade, com perda de acículas. Nos locais de postura dos ovos, ocorrem respingos ou escorrimento de resina pela casca e, nos locais de emergência, são observados orifícios de diâmetro equivalente ao diâmetro do corpo dos insetos adultos (Figura 5).



Figura 5. Orifícios de emergência da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) do tronco de pínus. Foto: Arquivo Embrapa Florestas.

Os sintomas internos incluem a presença de manchas marrons na região do câmbio (tecido localizado logo abaixo da casca), causadas pelo fungo *A. areolatum*, a presença de galerias e a penetração de agentes secundários, que comprometem a qualidade da madeira, limitando o seu uso ou tornando-a imprópria para o mercado.

Na Nova Zelândia, a vespa-da-madeira causou perdas estimadas em 30 % das árvores em 120 mil ha de plantios de *Pinus radiata*. Na Tasmânia (Austrália), no final da década de 1950, foram perdidas, aproximadamente, 40 % das árvores. Em toda a Austrália, foram estimados prejuízos econômicos da ordem de oito milhões de dólares, em decorrência da perda de cinco milhões de árvores após ataques da vespa-da-madeira, ocorridos no período de 1987 a 1989. No Uruguai, da mesma forma que na Argentina e no Brasil, a vespa-da-madeira provocou mortalidade de até 60 % das árvores em algumas plantações de pínus. No Brasil, a vespa-da-madeira está presente em 350 mil ha de pínus e, considerando-se perdas médias de 5 árvores/ha.ano, atribuíveis ao seu ataque, estimam-se perdas econômicas da ordem de R\$ 42 milhões anuais. Entretanto, dada à efetividade das ações do PNCVM, as perdas estão reduzidas a 30 % dessas estimativas.

2.1.4. Monitoramento

Vários fatores contribuem para que uma árvore se torne atrativa e apresente as condições propícias para o ataque e desenvolvimento da vespa-da-madeira. Esta atração decorre da liberação de hidrocarbonetos (monoterpenos) pela casca da árvore. Esses compostos são originários do floema ou do câmbio de plantas que se encontram estressadas. Nessas

circunstâncias, as árvores apresentam declínio na pressão osmótica e paralisação temporária do crescimento. As árvores mais suscetíveis ao ataque da vespa-da-madeira são as dominadas e de menor diâmetro no povoamento, embora tenham sido constatados, também, ataques em algumas árvores dominantes.

Os povoamentos de pínus mais suscetíveis são aqueles com alta densidade, com desbastes atrasados, idade entre 10 e 25 anos e localizados em sítios de baixa qualidade. Povoamentos que tenham sofrido danos de natureza biótica ou abiótica são considerados de alto risco, sobretudo se estiverem localizados próximos às áreas infestadas. Os locais onde é mais provável a constatação da vespa-da-madeira são junto às áreas de circulação de cargas de madeira, provenientes de regiões infestadas, e nas proximidades de depósitos de embalagens de madeira e de indústrias de processamento mecânico da madeira.

2.1.4.1. Utilização de árvores-armadilha

Visto que a vespa-da-madeira é atraída, preferencialmente, para as árvores debilitadas, o estressamento artificial de algumas delas torna-as alvos preferenciais dessa praga, permitindo, assim, a sua detecção precoce. Essas são as chamadas "árvores-armadilha", que são estressadas mediante anelamento ou pela aplicação de herbicida, como o "Padron" ou o "Tordon", na concentração de 10 %. Essa é uma técnica muito eficiente que vem sendo utilizada com sucesso, em vários países, para confirmar a presença e monitorar o ataque dessa praga em povoamentos de pínus.

As árvores-armadilha devem ser instaladas em locais de maior risco (locais de maior

probabilidade de constatação) e de fácil acesso, procurando cobrir toda a área do povoamento, tais como:

a) próximos aos plantios, bosquetes ou cortinas quebra-ventos;

b) próximos às bordas dos povoamentos para facilitar a inspeção e a derrubada das árvores – considerar, também, a possível direção de dispersão da praga (direção dos ventos, intensidade e direção do transporte de madeira ou de outras mercadorias em embalagens de madeira);

c) em áreas onde já tenha sido constatada a presença da vespa-da-madeira, instalar grupos de cinco árvores-armadilha a cada 500 m em locais até 10 km do foco do ataque;

d) em áreas localizadas entre 11 km e 50 km do foco do ataque, os grupos de árvores-armadilha deverão ser instalados a cada 1.000 m;

e) nas áreas localizadas a mais de 50 km do foco, sobretudo em áreas de fronteira interestadual ou internacional, os grupos de árvores-armadilha deverão ser instalados a cada 10 km.

As árvores-armadilha devem ser instaladas dois meses antes do pico populacional dos adultos da vespa-da-madeira. No Brasil, esse pico ocorre, geralmente, entre os meses de novembro e dezembro. Para a instalação dos grupos de árvores-armadilha, deverão ser adotadas as seguintes recomendações:

a) decidir, antecipadamente, o local e o número de grupos que deverão ser instalados;

b) os grupos de árvores-armadilha deverão ser de cinco árvores vivas, de preferência, com

DAP (diâmetro do tronco a 1,3 m de altura) entre 10 cm e 20 cm;

c) em povoamentos não desbastados, o grupo de árvores-armadilha deve ser formado por árvores dispostas em linha; em povoamentos desbastados, as árvores do grupo podem ser dispersas;

d) identificar cada árvore com o número do seu grupo;

e) aplicar o herbicida, observando-se os seguintes detalhes:

- retirar os ramos da parte inferior para facilitar a operação;

- fazer um entalhe, com uma machadinha, num ângulo de aproximadamente 45° e injetar o herbicida com uma seringa;

- em árvores com DAP menor que 30 cm, aplicar uma dose para cada 10 cm de circunferência; em árvores com DAP maior que 30 cm, aplicar uma dose para cada 8 cm de circunferência;

- registrar a data da aplicação, o local de instalação das árvores-armadilha, o DAP da árvore e outros detalhes julgados importantes.

A detecção precoce do ataque da vespa-da-madeira é um fator muito importante, pois possibilita a adoção das medidas de controle como a liberação de inimigos naturais, antes que a população da praga ocasione danos econômicos. O ideal é detectá-lo antes que tenha causado mortalidade de 0,1 % das árvores. Isto seria equivalente a uma ou duas árvores atacadas por hectare, em um povoamento não desbastado. Os grupos de árvores-armadilha deverão ser revisados dois a quatro meses após os picos de emergência

dos adultos, para verificar a presença do inseto. Durante esse período, deverão ser realizadas inspeções, observando-se os seguintes sintomas:

- presença de respingos e/ou escorrimento de resina no tronco;
- presença de manchas marrom-alaranjadas, produzidas pelo fungo *simbionte*, abaixo da casca, próximas às perfurações feitas pela vespa-da-madeira para a postura dos ovos – essas manchas, normalmente, dão uma indicação da presença da vespa, embora, algumas vezes, a sua detecção seja difícil.

2.1.4.2. Avaliação da infestação

Uma vez confirmado o sintoma de ataque da vespa-da-madeira, a árvore deverá ser derrubada para inspeção, verificando-se a presença de galerias e larvas no interior do tronco. De cada árvore atacada, deverão ser tomadas, no mínimo, cinco amostras (segmentos do tronco com 1 m de comprimento), retirando:

- uma do terço inferior da árvore, a 2 m de altura;
- três do terço médio, distanciadas de 1 m entre elas;
- uma da metade do terço superior.

As amostras deverão ser seccionadas em segmentos de 25 cm de comprimento e

divididas, longitudinalmente, em pelo menos oito partes. Cada uma dessas deverá ser minuciosamente inspecionada, anotando-se a presença, a extensão e o diâmetro das galerias e, especialmente, a presença de serragem compactada em seu interior. Deve-se observar, também, a presença de orifícios de emergência dos adultos e sua coloração. A coloração creme (amarela-clara) indica que esses orifícios são da emergência ocorrida no ano corrente; a coloração acinzentada indica que são de emergências de anos anteriores.

2.1.4.3. Amostragem para estimar a intensidade de infestação - amostragem seqüencial

A identificação da área infestada e o monitoramento da disseminação da vespa-da-madeira são atividades essenciais em um programa de controle desse inseto. Isto deve ser feito segundo uma metodologia amostral que leve em conta a grande extensão dos povoamentos de pínus, os níveis de ataque da praga, a aplicabilidade do método e os custos da atividade. A metodologia recomendada para esses casos é conhecida como amostragem seqüencial (Tabela 1), que é dimensionada no campo, em função dos níveis de ataque (PENTEADO et al., 2002). Com esse método, evita-se a baixa precisão que ocorreria em caso de amostras insuficientes, bem como desperdício de recursos com amostragens excessivas.

Tabela 1. Amostragem seqüencial para determinar a proporção de árvores infestadas pela vespa-da-madeira em povoamentos de *Pinus* spp.

Número de Árvores	
Amostradas	* Atacadas
Mínimo para interromper a amostragem	
68	34
74	36
80	37
87	38
94	39
102	41
111	42
121	44
132	45
145	46
159	48
175	49
194	50
215	52
241	53
272	54
272	*

* Neste ponto, interromper a amostragem, independentemente do número de árvores atacadas encontradas na amostra.

Para a amostragem da infestação da vespa-da-madeira, recomendam-se os seguintes procedimentos:

- iniciar com a amostragem de um mínimo de 68 árvores;

- anotar, na segunda coluna da tabela, o número de árvores atacadas da amostra e comparar com o número crítico de árvores, da terceira coluna - neste caso, 34;

- se o número de árvores atacadas na amostra for igual ou maior que 34, considera-se a amostragem completa;

- se o número de árvores atacadas for menor que 34, deve-se continuar o processo de amostragem, incluindo mais seis árvores para totalizar 74 árvores amostradas;

- se o número de árvores atacadas for 36 ou mais, interromper a amostragem;

- se o número de árvores atacadas for menor que 36, prosseguir a amostragem, até que seja obtido o número de árvores atacadas requerido na terceira coluna da tabela;

- quando atingir 272 árvores amostradas, deve-se interromper a amostragem e utilizar, para o cálculo da intensidade de infestação, o número de árvores atacadas encontradas na amostra;

- o percentual de árvores atacadas é calculado usando-se a expressão:

$$\% \text{ de ataque} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de árvores atacadas}}{\text{N}^\circ \text{ de árvores amostradas}} \right) \times 100$$

- tomar uma amostra por talhão, preferencialmente no centro do povoamento;

- a partir de uma árvore inicial, localizada na parte central do povoamento, fazer o caminharmento, avaliando 40 árvores, sistematicamente, ao longo da linha;

- ao final de cada linha, repetir o procedimento na quarta linha seguinte e avaliar mais 40 árvores e, assim, sucessivamente, até atingir

o número mínimo requerido (terceira coluna da Tabela 1);

- no caso de talhões com mais de 10 ha, a retomada das avaliações deverá ser feita a cada oitava linha;

- se o talhão apresentar grande variabilidade, deve-se realizar pelo menos uma amostragem adicional e a frequência de árvores atacadas deverá ser expressa em porcentagem em relação ao número de árvores avaliadas.

A época recomendada para a amostragem é o período compreendido entre o final do verão e o início do outono. Isto porque o ataque da vespa-da-madeira, no Brasil, tem sido observado desde meados da primavera até o início do verão. Assim, a partir do final do verão, grande parte das árvores que tenham sido atacadas já estariam apresentando os sintomas. A vantagem da amostragem nesse período é a possibilidade de se estimar não só o nível de ataque, mas, também, o número de árvores que devem ser tratadas com os agentes de controle biológico.

Para verificar a variação na densidade populacional da vespa-da-madeira nos povoamentos de pínus, recomenda-se:

- entre os meses de setembro e início de outubro (no Brasil), coletar amostras de pelo menos três árvores atacadas, com DAP em torno de 20 cm, para cada 20 ha de povoamento;

- do terço médio do fuste de cada árvore, retirar três toretes de 80 cm de comprimento;

- caso haja limitação de espaço para o armazenamento dos toretes, poderão ser retiradas amostras de apenas um torete por

árvore, aumentando-se para cinco o número de árvores amostras;

- acondicionar os toretes em tambores de 200 litros ou em gaiolas, identificando-os com dados da data e local de coleta;

- no período entre meados da primavera e o final do verão, coletar, semanalmente, os adultos da vespa-da-madeira que emergirem, anotando-se o período da emergência, o sexo e a eventual presença de parasitóides ou nematóides.

2.1.5. Controle da vespa-da-madeira

Árvores sem danos mecânicos, que apresentem crescimento vigoroso, situadas em povoamentos bem manejados, em sítios de boa qualidade, são as menos suscetíveis ao ataque da vespa-da-madeira. Dentro de um mesmo povoamento, a mortalidade atribuída a essa praga é significativamente maior em árvores com menor diâmetro do tronco (DAVIS, 1966). Por outro lado, quanto mais tempo a árvore permanece no povoamento, maior será a probabilidade de ser atacada. Assim, as práticas de manejo, visando à redução dos danos pela vespa-da-madeira, precisam ser direcionadas no sentido de limitar a idade das rotações. Mais importante, ainda, é a adoção de medidas para diversificar a composição, a estrutura etária e a manutenção do alto vigor da floresta.

As práticas silviculturais, quando aplicadas corretamente, podem reduzir, significativamente, os danos causados pelas pragas (DAVIS, 1966). Dentre essas, o desbaste para minimizar a competição entre árvores e, assim, o estresse no seu crescimento, é fundamental. Nesse processo,

todas as árvores dominadas deverão ser removidas e o número das co-dominantes reduzido para que não se tornem dominadas em pouco tempo. O desbaste pode ser visto como uma medida preventiva de alta eficácia, pois, além de resultar na eliminação das árvores mais suscetíveis, proporciona condições para que as remanescentes aumentem o vigor e, assim, a resistência ao ataque da vespa. Porém, o desbaste deve ser realizado em época apropriada. Se for realizado no período de revoada da vespa, poderá resultar em maior suscetibilidade a essa praga.

Na estratégia de MIP em culturas de espécies florestais introduzidas, o controle biológico é um dos métodos mais eficazes para reduzir os danos pelas pragas. Entre os agentes de controle biológico da vespa-da-madeira, destaca-se o nematóide *Deladenus (Beddingia) siricidicola*, que pode parasitar e esterilizar, em média, 70 % das fêmeas. Este nematóide apresenta dois ciclos de vida. Um de vida livre, em que se alimenta do mesmo fungo simbiote (*Amylostereum areolatum*) da vespa-da-madeira e outro, de vida parasitária, que ocorre dentro de larvas, pupas e adultos da vespa. Por apresentar o ciclo de vida livre, ele pode ser facilmente criado em laboratório para posterior liberação no campo. Isto pode ser feito mediante inoculação em árvores atacadas pela vespa (Figura 6) e, com isso, atingir altos níveis de parasitismo em praticamente todas as árvores atacadas pela vespa, no povoamento (BEDDING; AKHURST, 1974).

Os nematóides são criados massalmente em laboratório e enviados ao campo, em doses de 20 ml (cada dose com aproximadamente um milhão de nematóides de 5 mm a 25 mm de comprimento), para inoculação nas árvores



Figura 6. Procedimento para inoculação de nematóides em troncos de pinus para o controle da vespa-da-madeira. Foto: William Ciesla.

atacadas. No campo, eles são misturados, na concentração de 10 %, em uma solução gelatinosa. Usando-se um martelo especial, são feitos orifícios, a cada 30 cm ao longo do tronco do pinus e, com uma seringa, introduz-se, nesses orifícios, a solução gelatinosa com os nematóides. Os nematóides inoculados penetram na madeira em busca de alimento (o fungo) e se reproduzem, dando origem aos nematóides juvenis de vida livre. No entanto, ao encontrar larvas da vespa-da-madeira, esses nematóides se desenvolvem até atingir

a forma adulta infectiva e penetram no corpo das larvas da vespa, deixando uma cicatriz no seu tegumento. Dentro da larva, os nematóides crescem, atingindo até o dobro do seu tamanho juvenil. Quando ocorre a pupação da vespa, há liberação de milhares de nematóides juvenis, que saem do corpo da fêmea do nematóide. Posteriormente, estes juvenis migram para os órgãos reprodutores da vespa e, no caso das fêmeas, os nematóides penetram em todos os ovos e suprimem o desenvolvimento dos ovários, tornando-as estéreis. Nos hospedeiros machos, os testículos tornam-se uma sólida massa de nematóides juvenis. No entanto, os machos permanecem férteis e, no início da pupação do hospedeiro, a maioria dos espermatozóides passa para as vesículas seminais onde os nematóides não conseguem penetrar e, assim, os espermatozóides são normalmente transferidos durante a cópula (BEDDING, 1972). Quando a fêmea adulta da vespa infectada emerge da árvore e faz postura em outras árvores, seus ovos estarão

inférteis e, além disso, poderão conter até 200 nematóides cada (BEDDING; AKHURST, 1974).

Além do nematóide, são utilizados insetos parasitóides para o controle da vespa-da-madeira. Um deles, *Ibalia leucospoides* (Figura 7), foi introduzido juntamente com a vespa e detectado em 1990, em povoamentos de pínus atacados pela vespa, no município de São Francisco de Paula, no Estado do Rio Grande do Sul (CARVALHO, 1993). Atualmente, ele está presente em quase todos os povoamentos de pínus atacados por esta praga, também em Santa Catarina e no Paraná, onde a constatação da vespa foi mais recente. Avaliações nesses povoamentos indicaram níveis de parasitismo de até 39 %, com média de 25 %. Ele é um endoparasitóide de ovos e larvas de primeiro e segundo instares, que é atraído para os orifícios de oviposição da vespa-da-madeira, quando o fungo *Amylostereum areolatum* inicia o seu crescimento na madeira (MADDEN, 1968; SPRADBERY; KIRK, 1978).



Figura 7. Forma adulta do parasitóide *Ibalia leucospoides*. Foto: Wilson Reis Filho.

As outras espécies de parasitóides utilizadas no controle de *S. noctilio* são *Rhyssa persuasoria* e *Megarhyssa nortoni*. Esses são originários da Tasmânia e foram introduzidos no Brasil entre 1996 e 2003. Porém, o seu estabelecimento no Brasil ainda não foi confirmado. Por serem dotados de um longo ovipositor, estas espécies conseguem atacar larvas da vespa em estágios avançados de desenvolvimento, que se localizam na parte interna do tronco (TAYLOR, 1976). Estes parasitóides introduzem o ovipositor na madeira à procura das larvas hospedeiras, paralisando-as com a picada do ovipositor e depositam seus ovos sobre o corpo do hospedeiro. Após a eclosão, a larva do parasitóide alimenta-se do corpo do hospedeiro até se transformar em pupa (HOCKING, 1968). A maioria dos membros de cada geração destes parasitóides entra em diapausa no estágio larval. Quando estiverem completamente alimentados, a larva hospedeira se dirige em direção à casca da árvore para empupar na primavera seguinte. Aquelas que não entram em diapausa empupam, imediatamente, para emergir no início do verão (TAYLOR, 1976).

Ibalia leucospoides pode se dispersar, rapidamente, por distâncias de até 80 km e, quando chega a novas áreas, reproduz-se intensamente (TAYLOR, 1967). Foi observado também, que, em locais secos, esta espécie é mais eficiente do que os demais parasitóides. As distâncias de dispersão de *Rhyssa* spp. e *Megarhyssa* spp. foram estimadas em 7 km e 18 km, respectivamente, a partir do ponto de liberação.

Potencialmente, o complexo de parasitóides (*Ibalia*, *Rhyssa* e *Megarhyssa*) pode eliminar até 70 % da população da vespa-da-madeira, em determinados locais (NUTTALL, 1980). Porém, usualmente, sua ação não atinge mais do que

40 % da população. Isso não é suficiente para prevenir ataques da vespa-da-madeira em níveis elevados, mas é importante para manter o equilíbrio ecossistema/praga.

2.1.5.1. Medidas adicionais de controle

No programa de vigilância florestal, uma medida essencial para o controle da vespa-da-madeira é a instalação de barreiras fitossanitárias. Essas devem ser instaladas junto às fronteiras interestaduais ou internacionais, bem como nas proximidades de estradas com fluxo intenso de madeira e de povoados de alto risco. Além disso, outras atividades essenciais para o controle desta praga são a capacitação de operários (principalmente aqueles que atuam na colheita, transporte e desdobro de madeira de pinus) para a detecção de sinais de ataque da vespa-da-madeira. Uma vez confirmada a presença dessa praga, as equipes de controle devem ser prontamente notificadas. Também é importante a intensificação das inspeções, principalmente em bosquetes e cortinas quebra-vento que, normalmente, não recebem os mesmos tratamentos silviculturais dedicados aos plantios de grandes extensões.

2.2. Pulgões-gigantes-do-pinus

Os pulgões-gigantes-do-pinus (afídeos) são insetos do gênero *Cinara* (Homoptera: Aphididae), conhecidos também como afídeos gigantes das coníferas (CIESLA, 1991). Estes constituem o que se considera um grupo primitivo, devido às seguintes características: grande tamanho (2 mm a 7 mm), venação completa das asas, corpo muito pubescente, vestígios de um terceiro segmento tarsal, quarto e quinto segmentos do estilete bem definidos, olhos compostos (EASTOP, 1972).

O sucesso dos afídeos como praga deve-se aos fatores como: a) alta fecundidade; b) polimorfismo entre indivíduos, com a presença de formas ápteras e aladas (PEÑA-MARTINEZ; MUNIZ, 1991); c) forma de reprodução que pode ser por partenogenia, geralmente em regiões tropicais e subtropicais, dando origem apenas a fêmeas vivíparas e, em regiões temperadas, reprodução bissexuada, dando origem a machos e fêmeas ovíparas (CARVER et al., 1991). Algumas espécies do gênero *Cinara*, que atacam as coníferas nos Estados Unidos, são grandes, levemente cobertos por uma camada de pó de cera, dotadas de patas longas e assemelhadas a aranhas. Elas se alimentam das plantas, formando grandes colônias no caule das coníferas (JOHNSON; LION, 1976) e são encontradas, muitas vezes, associadas a formigas que se alimentam do *honeydew* (substância açucarada produzida pelos afídeos). As árvores afetadas ficam, freqüentemente, enegrecidas, devido à fumagina (fungo de coloração escura que se desenvolve sobre o *honeydew*). Estes insetos são facilmente transportados pelo vento ou juntamente com as mudas. É dessa forma que algumas espécies foram introduzidas e se tornaram pragas em áreas onde povoamentos de coníferas estão estabelecidos. A espécie mais importante, que ataca os pínus no sul dos Estados Unidos é *Cinara atlantica* (JOHNSON; LION, 1976).

Na América do Sul, o gênero *Cinara* foi detectado, pela primeira vez, em *Cupressus lusitanica*, na Colômbia, em 1973. Ele foi, inicialmente, identificado como *C. fresai* e, posteriormente, reconhecido como *C. cupressi* (MILLS, 1990). No Brasil, foram introduzidas as espécies *C. cupressi*, *C. fresai*, *C. piniformosana*, *C. thujafilina*, *C. atlantica* e *C.*

pinivora. Estas duas últimas se destacaram como as mais prejudiciais aos povoamentos de pínus. *C. pinivora* e *C. atlantica* foram constatadas, pela primeira vez no Brasil, em 1996 (IEDE et al, 1998a) e 1998 (LAZZARI; ZONTA-DE-CARVALHO, 2000), respectivamente, atacando povoamentos de *P. taeda* e *P. elliottii*. Estes afídeos, que são originários dos Estados Unidos e do Canadá, foram introduzidos, acidentalmente, em nosso país, e se encontram amplamente distribuídos nas regiões Sul e Sudeste.

2.2.1. Características dos pulgões-gigantes-dos-pínus

Os pulgões *Cinara atlantica* e *C. pinivora*, embora similares, apresentam características distintas. A mais marcante é a forma dos sifúnculos (estruturas de coloração escura, localizadas na região postero-superior do abdomen, uma em cada lado do corpo). Em *C. pinivora*, o sifúnculo apresenta uma base menor que em *C. atlantica*, com formato à assemelhança de um cone, e pernas com áreas claras extensas. Em *C. atlantica*, o sifúnculo é mais achatado, com a base mais larga, e pernas mais escuras do que em *C. pinivora*. A diferenciação dos sifúnculos é mais facilmente visível em insetos adultos, tanto alados quanto ápteros. Porém, o tamanho dos indivíduos, as medidas das estruturas do corpo e a coloração geral são extremamente variáveis (PEPPER; TISSOT, 1973).

2.2.2. Biologia e ecologia

Para a sua alimentação, os afídeos inserem o seu estilete na planta até atingir o floema. Este é um processo demorado que pode levar de 25 minutos a 24 horas. A seiva do floema é rica em açúcares e pobre em aminoácidos.

Assim, eles necessitam ingerir uma grande quantidade de seiva para obter a quantidade de aminoácidos necessária à sua sobrevivência. Eles ingerem, também, uma grande quantidade de açúcares, que é eliminada na forma de *honeydew*. Este é utilizado como alimento por muitas espécies de insetos e fungos.

Os afídeos, tipicamente, têm várias gerações anuais, em grande parte, partenogenéticas. Usualmente, a última geração da temporada é sexuada. Entretanto, no Brasil, não se tem

observado, ainda, geração sexuada em afídeos do gênero *Cinara*.

Em regiões de clima temperado, os afídeos passam o inverno no estágio de ovo sobre as acículas ou casca do pínus. Durante a geração de verão, as fêmeas produzem ninfas por partenogênese. A maioria das espécies de *Cinara* alimenta-se em colônias, usualmente em brotos e ramos (Figura 8) e, ocasionalmente, nas raízes de seus hospedeiros.



Figura 8. Colônia de pulgão (*Cinara atlantica*) em um ramo de pínus.
Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteadó.

Todas as espécies de *Cinara* alimentam-se de coníferas. A maioria se alimenta das partes dos ramos e brotos, mas, também do caule e das raízes. Infestações altas desse inseto causam amarelecimento da folhagem e redução no crescimento, especialmente em árvores jovens (FURNISS; CAROLIN, 1977). Em locais onde há alternância de períodos úmidos e secos, as colônias de *Cinara* tendem a ser mais abundantes e causar danos durante a estação seca (CIESLA, 1991).

Alterações nas condições nutricionais da planta hospedeira podem causar diferentes reações nos afídeos que se alimentam dela (CARTER; WATSON, 1991). Mudanças sazonais no hospedeiro, também, influenciam o tamanho dos afídeos. Insetos adultos criados em acículas maduras, em laboratório, são consideravelmente menores que os criados em brotos de plantas em crescimento (KIDD; TOZER, 1984). Presumivelmente, trocas químicas contribuem para a variação no crescimento e desenvolvimento dos afídeos. Porém, isso ainda não está esclarecido, pois não se conhecem sequer os componentes químicos de maior importância no processo (KIDD; TOZER, 1984; KIDD, 1988).

A performance dos afídeos tem sido mais freqüentemente interpretada em relação à qualidade nutricional da seiva do floema que tem, em sua constituição, aminas, amidas, aminoácidos e proteínas. Porém, outras substâncias como os aleloquímicos, também, podem ser importantes (KIDD; TOZER, 1984; KIDD, 1988).

O ritmo de crescimento e a fecundidade dos afídeos podem ser, significativamente, variados entre as encontradas em árvores distintas, mesmo da mesma espécie de

conífera (CARTER; WATSON, 1991). Colônias com alto potencial de danos consistem, essencialmente, de fêmeas partenogenéticas que, devido ao curto período de geração, podem responder rapidamente às condições nutricionais proporcionadas pelo hospedeiro.

Os períodos de repouso e de crescimento vegetativo das árvores são, freqüentemente, cíclicos e determinados pelas alternâncias das estações úmidas e secas nos trópicos, ou frias e quentes nas zonas temperadas (CARTER; WATSON, 1991). Insetos sugadores como os afídeos dependem inteiramente dos nutrientes orgânicos solúveis metabolizados pela planta hospedeira. Portanto, os períodos de estresse pelos quais a planta passa, como durante a seca, têm um efeito profundo na fecundidade dos afídeos, podendo levar ao aumento da sua população (MAJOR, 1990). Carboidratos solúveis, resultantes da fotossíntese, são os recursos energéticos dos afídeos e, usualmente, existem em quantidades suficientes nas plantas. Mudanças sazonais na composição dos aminoácidos em coníferas podem afetar, significativamente, o tamanho das populações de alguns afídeos (CARTER; NICHOLS, 1988).

Cinara atlantica e *Essigella pini* são os afídeos predominantes em árvores de *Pinus taeda*, com idade de 9 a 15 anos, na Carolina do Sul, EUA (HOOD; FOX, 1980). A principal diferença entre elas é que *E. pini* se alimenta estritamente nas acículas, enquanto que *C. atlantica* se alimenta, também, nos brotos e em pequenos ramos.

Observações quanto à distribuição de *Cinara* spp. e de *E. pini* em árvores de *Pinus taeda* têm demonstrado maior abundância na parte baixa das copas, no lado leste, em todas

as classes de idade. As densidades populacionais mais baixas têm sido verificadas na porção superior das plantas. Em geral, estes afídeos costumam ser mais abundantes em árvores jovens (PATTI; FOX, 1981a).

Na Carolina do Sul (EUA), os picos populacionais ocorrem entre setembro e março (do outono à primavera) (PATTI; FOX, 1981b). Populações menores têm sido constatadas entre junho e agosto (verão). Nessa região, *Cinara watsoni* tem sido a espécie de afídeo mais abundante, seguida de *C. atlantica*, *C. melaina*, *Essigella pini*, *C. pergandeii*, *C. pinivora* e *C. gracilis*.

2.2.3. Danos e importância econômica

Os afídeos, da família Aphididae, são conhecidos por ocorrerem amplamente em coníferas plantadas, em grandes extensões, podendo causar danos severos no crescimento. Quando estão adaptados às condições climáticas locais e encontram oferta abundante de alimentos, eles podem omitir certos estágios do seu ciclo de vida, reduzindo o período total do seu desenvolvimento (CARTER; WATSON, 1991).

Os danos que os afídeos do gênero *Cinara* podem causar são devidos à extração dos nutrientes, à inoculação de toxinas contidas nas secreções salivares ou à multiplicação de fungos causadores da fumagina. Podem-se observar, também, algumas modificações morfológicas na planta, próximas ao local do ataque, na forma de afilamento irregular do tronco, dilatação nodal e rompimento da casca. Todos esses sintomas levam à redução do valor econômico da madeira (KIDD, 1988). Os adultos e as ninfas sugam a seiva do floema da planta hospedeira, causando dessecação desse tecido (KFIR et al., 1985). A infestação

por grandes populações de *Cinara* pode causar a morte dos ramos e até da árvore inteira. Os fungos associados às colônias dos afídeos causam descoloração da folhagem e interferem na troca de gases na fotossíntese.

Quando introduzidas em um novo local, onde não haja inimigos naturais, algumas espécies de *Cinara* tornam-se pragas de importância econômica. Por exemplo, a introdução de *C. cronartii* na África do Sul e *C. cupressi* no leste e sul da África (KFIR et al., 1985) e de *C. atlantica* e *C. pinivora* no Brasil, Uruguai e Argentina. Os ataques mais intensos e com os danos mais significativos são verificados, usualmente, em árvores jovens, tanto no campo quanto nos viveiros.

Em Malawi, verificou-se que os sintomas aparecem na árvore quando as colônias de *C. cupressi* estão se alimentando nos ramos menores da árvore hospedeira. A cada ano, os danos ocorrem com maior severidade durante a estação seca (entre junho e outubro). Isto coincide com o pico populacional desses afídeos. Em decorrência desses ataques, as acículas do pínus tornam-se amarelas e marrons, imediatamente próximas às colônias. Durante as estações de chuva, a população dos afídeos decresce, dando oportunidade às árvores para se recuperarem. Foram observadas, na maioria das árvores atacadas, recuperações completas, duas ou três estações após o ataque (CHILIMA, 1991).

Em povoamentos de *Cupressus lusitanica*, atacados pelos afídeos, o *honeydew* propicia a infestação do fungo *Monochaetia unicornis* que causa o cancro do cipreste. Portanto, o ataque pelos afídeos tem, como consequência, não somente a redução na quantidade de

madeira produzida, mas, também, na sua qualidade, particularmente quando estiver associado à infestação por patógenos (OWINO, 1991).

Perdas financeiras ocorridas em Malawi, devido ao ataque de *C. cupressi* nos povoamentos de ciprestes, foram estimadas em cerca de US\$2,4 milhões, no final de 1990 (ODERA, 1991). No Brasil, estimam-se perdas anuais da ordem de R\$10,7 milhões, somente na Região Sul, caso não estivesse em desenvolvimento o programa de MIP para o controle destes afídeos (RODIGHERI; IEDE, 2004).

2.2.4. Monitoramento e controle

O monitoramento é uma medida essencial para orientar a tomada de decisões num programa de manejo de pragas. A sua principal vantagem é o levantamento de informações precoces sobre a ocorrência de pragas, com antecedência suficiente para que medidas efetivas de controle possam ser tomadas. As atividades de monitoramento de pragas podem ser desdobradas em (CIESLA, 1991):

- detecção da infestação;
- quantificação dos danos;
- análise das flutuações populacionais decorrentes das condições climáticas, ocorrência de inimigos naturais, respostas do hospedeiros e outros;
- quantificação dos efeitos da infestação em termos de impactos ecológicos, sociais e econômicos;
- análise dos efeitos das várias táticas de controle;
- buscas terrestres para detecção e avaliação de populações desses insetos para confirmar

a sua presença em áreas onde eles ainda não tenham sido detectados;

- análise da densidade populacional dos afídeos antes e após a aplicação do tratamento nas áreas onde foi detectado;
- análise dos danos nas árvores para estimar a magnitude das perdas em termos de crescimento e sobrevivência.

Vários métodos têm sido utilizados para monitorar a população de afídeos que atacam árvores, inclusive o uso de armadilhas adesivas e mesmo bandejas coloridas contendo água (WEISS, 1991). Além do uso dessas armadilhas, pode-se, também, remover amostras de ramos da parte mediana ou baixa da copa das árvores hospedeiras para observar a presença dos afídeos. Dados biológicos como o tamanho da colônia, seus estágios de vida e a ocorrência de inimigos naturais podem ser obtidos através deste método. A intensidade de amostragem requerida para a determinação segura da ocorrência da praga pode ser definida por meio de procedimentos estatísticos.

O controle efetivo dos afídeos, assim como de qualquer outra praga, pode ser melhor conduzido dentro de um contexto de MIP (MILLS, 1990). No caso de *Cinara* spp., no Brasil, dado o risco ambiental associado ao controle químico, grande atenção foi dedicada aos métodos de controle biológicos e silviculturais. Porém, isto não implica que pesquisas visando à seleção de ingredientes químicos ativos, para uso emergencial de controle, devam ser ignoradas. O controle químico não deve ser considerado como medida para uso em longo prazo, visto que seu custo é elevado. Além disso, esse método pode ocasionar problemas de contaminação

ambiental e de segurança dos aplicadores. Outro aspecto negativo do controle químico é que ele pode propiciar o aumento na resistência das pragas aos pesticidas químicos.

O controle silvicultural é uma medida que pode ser aplicada de forma tanto gradual quanto repentina, com a utilização de espécies alternativas, plantios multiclonais ou multiespecíficos, bem como da resistência genética das plantas à praga. Outras medidas como a escolha de sítios para o plantio ou para a aplicação dos tratamentos silviculturais emergenciais, também, poderão ser utilizadas. Algumas propostas simples, de caráter silvicultural, envolvendo fatores ecológicos básicos, podem reduzir os problemas causados pelos afídeos (CARTER; WATSON, 1991). Por exemplo, plantas jovens de *Abies* sp., regeneradas naturalmente, sofrem menos danos por *Adelges normannianae* do que em plantios. Normalmente, estes casos estão associados ao estresse hídrico que desregula os aminoácidos, favorecendo o desenvolvimento dos afídeos. Dentre os vários componentes do sistema ecológico, a disponibilidade de água é um dos que podem ser modificados em um sítio específico. Alternativamente, mediante seleção cuidadosa do sítio, poder-se-á evitar problemas de ataque de afídeos.

Considerando que o comportamento dos afídeos varia, direta ou indiretamente, em função das respostas das plantas aos fatores ambientais, é necessário conhecer os componentes ambientais que operam nos locais de origem desta praga, para que se possa desenvolver um sistema eficiente de manejo. Quando as condições fisiológicas das árvores não estão equilibradas, em decorrência de fatores ecológicos desfavoráveis, próximos

ao limite de tolerância, a sua susceptibilidade à colonização por pragas aumenta consideravelmente (FURNISS; CAROLIN, 1977).

Em Ruanda, verificou-se uma relação entre o ataque de *C. cupressi* e a fertilidade do solo. Além disso, constatou-se que o ataque se inicia no interior dos povoamentos, avançando, gradativamente, para a periferia. Algumas árvores apresentaram uma aparente resistência natural e outras se recuperaram após o ataque, geralmente, após o mês de novembro (no verão). A frequência de árvores recuperadas variou de acordo com as condições climáticas e edáficas (CLAUDE; FANSTIN, 1991).

O controle mecânico pode ser realizado com a utilização de armadilhas para a captura dos afídeos e com a aplicação de altos volumes de água para remover os insetos dos ramos das árvores. A sua vantagem é que não provoca danos ambientais. Porém, essa tática tem a desvantagem de não ter sido testada em grande escala. Por ser um procedimento trabalhoso, as armadilhas devem ser utilizadas mais para vigilância do que para o controle propriamente dito.

Em geral, o controle biológico clássico é mais efetivo no caso de pragas exóticas do que das nativas. Isto porque, no caso das pragas nativas, os inimigos naturais específicos já estão presentes no ambiente. Por razões biológicas e econômicas, as pragas que se mantêm em populações moderadamente altas, de maneira constante, são mais passíveis de controle biológico do que as que se escasseiam em um determinado período e retornam em surtos (McCULLOUGH et al., 1998). O fator econômico é

determinante no uso do controle biológico porque é virtualmente impossível prever os custos e a duração dos procedimentos necessários para a conclusão satisfatória do controle.

O controle biológico clássico tem sido visto como uma alternativa de baixo custo ao uso de inseticidas químicos. Ademais, para algumas pragas, ele é a única forma factível de controle. Entretanto, antes da sua implementação, outras formas de manejo populacional da praga precisam ser analisadas. Cada programa de controle biológico tem que ser visto como um experimento novo, a não ser que estratégias semelhantes tenham sido usadas com sucesso em outros países.

Os afídeos da família Lachnidae, que atacam as coníferas, geralmente mantêm uma relação de mutualismo com as formigas que se alimentam do *honeydew* que eles produzem (CZECHOWSKI (1975), citado por KIDD, 1988). As formigas, por sua vez, mantêm as colônias limpas e protegem os afídeos contra seus inimigos naturais como os coccinelídeos, sirfídeos, hemerobiídeos, crisopídeos e heterópteros. Porém, no complexo de inimigos naturais dos afídeos, os parasitóides são a parte mais importante, principalmente devido à especificidade. Os lachnideos são atacados por parasitóides monófagos do gênero *Pauesia*, da família Braconidae (HAGVAR; HOF SVANG, 1991).

Existem muitos casos de sucesso no controle biológico de pragas florestais exóticas (DAHLSTEN; MILLS, 1990). Alguns já são consagrados, como os programas contra

Pineus pini e *P. laevis* em diferentes regiões do mundo. Um surto de *P. pini*, no Havaí, nos anos 1960, foi controlado com sucesso com a introdução de duas espécies da família Chamaemyiidae (*Leucopis obscura*, da Europa, e *L. nigriluna*, do Paquistão). Da mesma forma, *P. laevis* foi controlado com sucesso, na Nova Zelândia, com a introdução de *L. tapiae* e, no Chile, com a introdução de *L. obscura* (ZUNIGA, 1985). *Cinara cronartii* é uma espécie da América do Norte, que foi encontrada infestando povoamentos de pínus na África do Sul, no final dos anos 1970. Essa praga foi controlada com sucesso, com a introdução do parasitóide específico *Pauesia bicolor*, do sudeste dos Estados Unidos (KFIR et al., 1985). Duas espécies de *Pauesia* (*P. cupressobii* e *P. junipterorum*) foram observadas atacando *Cinara juniperi*, que é um afídeo semelhante a *C. cupressi*. Esses parasitóides são considerados específicos do gênero *Cinara*, que se alimentam de plantas da família Cupressaceae. Outro parasitóide (*Aphidius* sp.) foi registrado em *Cinara cupressi* na Alemanha. Porém, ele é, aparentemente, muito atacado por hiperparasitóides.

Em Ruanda, entre os predadores de *C. cupressi*, foram constatados os besouros coccinelídeos *Adalia bipunctata*, *A. 10-punctata* e *A. shymnus*. Foram constatadas, também, espécies do gênero *Syrphus*, da família Syrphidae (Diptera), além de *Chrysophora carnea*, da família Chrysopidae (Neuroptera). Outros predadores como aranhas, também, foram observados, mas nenhum que seja predador específico do gênero *Cinara* (CLAUDE; FANSTIN, 1991).

As espécies de coccinelídeos registradas no Brasil, predando *C. atlantica*, são: *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia*

CZECHOWSKI, W. Bionomics of Formica (Coptoformica) pressilabris Nyl. (Hymenoptera: Formicidae). *Ann. Zool.* v. 33, p. 103-125, 1975.

convergens, *Olla v-nigrun*, *Eriopis connexa*, *Coleomegilla quadrifasciata*, *Harmonia axyridis* e *Scymnus* sp., além de representantes da família Syrphidae (Diptera), Chrysopidae (Neuroptera) e do fungo entomopatogênico *Leccanicilium* sp. (IEDE, 2003; QUEIROZ, 2005). Iede (2003) atribuiu a redução da população de *C. atlantica* ao aumento populacional de predadores, particularmente coccinelídeos e sirfídeos, entre os meses de agosto e novembro, com uma tendência a se estabelecer ao longo do tempo.

Além do controle biológico de pragas, as pesquisas deverão focar-se, também, na resistência das plantas (OWINO, 1991). Observações de campo indicaram a ocorrência de plantas individuais relativamente livres de ataque de insetos, mesmo em áreas com alta infestação. Portanto, existe um potencial para minimizar os danos causados pelos afídeos, incluindo medidas como seleção de espécies de plantas menos suscetíveis e a seleção individual de plantas da mesma espécie (WEISS, 1991). A maior vantagem da seleção individual de plantas de uma espécie é a possibilidade de capitalizar sobre a resistência observada em árvores já estabelecidas. Porém, essa estratégia pode ter baixa eficácia, pois não há certeza de que uma árvore ilesa, mesmo em um local infestado de afídeos, seja resistente a essa praga. Isso pode ocorrer devido à sua impalatabilidade, como também, devido à sua resiliência que lhe permite uma rápida recuperação, mesmo após atacada pela praga.

Uma vez determinado o mecanismo de resistência que permite minimizar os danos pelas pragas, é possível desenvolver um programa de melhoramento genético (WEISS, 1991). A limitação do uso de espécies alternativas mais resistentes a uma

determinada praga é que a espécie substituta, muitas vezes, não produz matéria-prima com as características requeridas. Um exemplo é o plantio de *Pinus elliottii* em substituição a *P. taeda*, visando à resistência ao ataque da vespa-da-madeira, uma vez que ele é menos afetado. Porém, a madeira de *P. elliottii* contém maior teor de resina, o que dificulta a sua utilização na fabricação de papel pelo processo utilizado no Brasil.

2.2.5. Programa de controle biológico clássico no Brasil

O controle biológico tem a vantagem de não ser agressivo ao ecossistema florestal, desde que sua ação seja direcionada, especificamente, à praga em foco. Uma vez estabelecido, ele proporciona o controle praticamente total da praga, dispensando nova intervenção. O controle biológico clássico, com o uso de inimigos naturais da área de origem do hospedeiro, é um método popular e tem sido utilizado com sucesso em povoamentos florestais. As pragas da ordem Hemiptera são particularmente passíveis de controle por este método (GREATHEAD, 1989).

No Brasil, *Cinara atlantica*, *C. pinivora* e as demais pragas invasoras tornaram-se abundantes nos povoamentos de pinus, por não terem encontrado inimigos naturais específicos neste novo ambiente. Para esses casos, foram necessários esforços preliminares de identificação dos componentes do complexo de inimigos naturais que atuam nas regiões de origem da praga para introdução no novo ambiente.

Coletas exploratórias de inimigos naturais de *Cinara* foram realizadas nos Estados Unidos, nas florestas da Flórida, Carolina do

Sul, Carolina do Norte, Virgínia, Geórgia e Alabama. Foram visitadas, também, reservas florestais nacionais, áreas de regeneração natural, ao longo das rodovias, dos aceiros e das linhas de alta tensão. Os insetos coletados foram avaliados no laboratório do Museu de História Natural de Illinois, para uma pré-quarentena, previamente ao embarque para o Brasil, a fim de eliminar possíveis entomopatógenos e hiperparasitas.

Nas regiões de origem, *C. pinivora* e *C. atlantica* têm, como inimigos naturais mais

importantes, pequenas vespas dos gêneros *Pauesia* e *Xenostigmus*. *X. bifasciatus* (Hymenoptera: Braconidae) (Figura 9) foi um dos parasitóides coletados e introduzidos no Brasil. Ele veio complementar o complexo de inimigos naturais pré-existent, composto pelos predadores. No Brasil, esses insetos passaram pela quarentena, tanto para atender os requisitos legais quanto para assegurar de que outros agentes, hiperparasitóides ou patógenos, inclusive patógenos de plantas, não fossem introduzidos juntos.



FOTO FRANCISCO SANTANA

Figura 9. Múmia e adulto de *Xenostigmus bifasciatus*, parasitóide do pulgão.

Após coletas repetidas em 2003 e 2004, obteve-se um número satisfatório de parasitóides, que foram multiplicados em laboratório e liberados em plantações de pinus, em Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Em todas as liberações, foram constatadas colonizações e estabelecimento efetivo desse

parasitóide. Em algumas colônias de pulgões, o parasitismo foi próximo a 100 % e este parasitóide foi capaz de alcançar uma distância de até 80 km do local de liberação, podendo ser considerado o principal agente de controle biológico das espécies de *Cinara* no Brasil (REIS FILHO et al., 2004). Após isso, não foram

realizadas mais liberações, tendo em vista a constatação do estabelecimento de *X. bifasciatus* em praticamente toda a Região Sul e no Estado de São Paulo. Esse parasitóide foi detectado inclusive no extremo sul do Rio Grande do Sul e na Província de Misiones, na Argentina, onde ele não havia sido liberado. Isso demonstrou o seu alto poder de dispersão.

O monitoramento da densidade populacional dos pulgões-gigantes-do-pinus foi realizado pela *Embrapa Florestas*, juntamente com a Universidade Federal do Paraná, como forma de avaliar a efetividade do programa de controle biológico. Esta é a parte mais importante do programa, visto que fornece informação sobre a colonização, o estabelecimento e a efetividade dos inimigos naturais no controle destes afídeos.

À semelhança do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira, o programa de controle biológico dos pulgões-gigantes-do-pinus teve pleno êxito. Atuaram nesse programa, a *Embrapa Florestas*, a *Embrapa Monitoramento Ambiental*, o Fundo Nacional

de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA), a EPAGRI, a Universidade Federal do Paraná e o Illinois Natural History Survey, dos Estados Unidos.

2.3. Gorgulho-do-pínus

O gorgulho-do-pínus (*Pissodes castaneus* (De Geer) - Coleoptera: Curculionidae) é um besouro cujas larvas perfuram os brotos terminais de *Pinus* spp. (Figura 10). Ele foi detectado em 2001, no município de São José dos Ausentes, RS, e em Pinhão, no Paraná. No início de 2002, foi constatado, também, em Curitiba e São Joaquim, SC, e em Cambará do Sul, RS, em povoamentos de *Pinus taeda*, com idades variando de 2 a 6 anos. Essa praga é originária do Norte da África (Argélia e Ilhas Canárias) e da Europa (Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Itália, Iugoslávia, Noruega, Polônia, Portugal, Romênia, Suíça, Eslováquia e da União dos Estados Independentes). Seus hospedeiros são as coníferas dos gêneros *Abies*, *Pinus* e *Pseudotsuga*.



Figura 10. Forma adulta do gorgulho-do-pínus (*Pissodes castaneus*).

FOTO FRANCISCO SANTANA

Em face do potencial de danos que o gorgulho representa aos povoamentos de pínus no Brasil, torna-se necessário desenvolver mecanismos eficazes para o seu controle.

Para isso, será necessário levantar dados técnicos que possibilitem a elaboração de um programa de MIP específico para esta praga.

2.3.1. Descrição do gorgulho-do-pínus

Os ovos do gorgulho-do-pínus são de coloração branco-pérola, brilhante, liso, oblongo e arredondado em ambas as extremidades, medindo de 0,5 mm a 1,0 mm de diâmetro. À medida que se aproxima do final do período de incubação, sua coloração torna-se amarelada. As larvas são de coloração branco-amarelada, com a cabeça castanho-clara, forma cilíndrica, ligeiramente

curva (em forma de "c") e ápoda, com aproximadamente 10 mm de comprimento quando completamente desenvolvida (Figura 11). A pupa apresenta coloração branco-brilhante no início, tornando-se escurecida à medida que avança para a fase de maturação, com asas e pernas bem desenvolvidas. Seu corpo mede de 6 mm a 9 mm de comprimento e apresenta uma tromba proeminente na cabeça.

O inseto adulto apresenta coloração parda, com corpo cilíndrico e formato típico dos curculionídeos (longa tromba curvada e antenas geniculadas). No extremo distal da tromba, localizam-se as pequenas, mas fortes, mandíbulas. Nos élitros, podem ser vistas quatro manchas transversais formadas por escamas amareladas. A olho nu, é muito difícil notar diferenças morfológicas entre machos e fêmeas.



Figura 11. Larva do gorgulho-do-pínus (*Pissodes castaneus*).
Foto: Wilson Reis Filho.

2.3.2. Biologia

Na sua região de origem, o gorgulho-do-pínus tem um ciclo biológico complexo. Os adultos são longevos, podendo viver até 20 meses. A oviposição, normalmente, ocorre em dois períodos distintos: o primeiro, entre meados da primavera e o início do verão (entre maio e meados de julho, no Hemisfério Norte) e, o segundo, do final do verão até o outono (final de agosto até outubro, no Hemisfério Norte) (ICONA, 1981). O clima influencia muito o ciclo de vida do inseto. Nas regiões de clima frio, ocorre uma geração a cada dois anos, enquanto que, em climas quentes, podem ocorrer até duas gerações ao ano. Neste último caso, a postura realizada no outono origina adultos no final da primavera e as realizadas na primavera produzem adultos no outono. Estes podem se reproduzir antes do período de hibernação no inverno.

As fêmeas fazem a postura entre a casca e o lenho, em cavidades no tronco, logo abaixo das brotações apicais (ramos de um ano), preferencialmente em árvores jovens. Elas depositam até três ovos em cada cavidade, sendo capazes de pôr entre 250 e 800 ovos cada (BEECHE CISTERNAS et al., 1993).

No Sul da Europa, o ciclo biológico do gorgulho-do-pínus é caracterizado por dois períodos de postura por ano. Em condições de temperatura entre 8 °C e 32 °C, podem ocorrer de uma a três gerações anuais (CARLE, 1973).

A larva do gorgulho alimenta-se do floema e chega a matar a parte terminal dos ramos de até três anos. Em pleno verão, elas constroem, logo abaixo da casca, uma câmara pupal de formato oval. Dependendo do clima, uma parte das larvas pode permanecer hibernando durante o inverno no ramo atacado. A pupação ocorre dentro de um pupário constituído de fibras de madeira. No Hemisfério Norte, a maioria dos adultos emerge entre o final de agosto e setembro. No Brasil, a emergência dos adultos ocorre, provavelmente, entre fevereiro e março (Figura 12). Eles podem hibernar, também, ocultos no solo ou entre as ranhuras da casca (ICONA, 1981).

Nas condições ambientais brasileiras, ainda não há conhecimento suficiente sobre a bioecologia do gorgulho-do-pínus que possa dar sustentação a um programa de MIP. Os primeiros estudos encontram-se atualmente em curso.



Figura 12. Orifício de emergência do gorgulho-do-pínus (*Pissodes castaneus*).
Foto: Wilson Reis Filho.

2.3.3. Danos e importância econômica

O gorgulho-do-pínus ataca, de preferência, plantios de pínus com até 15 anos de idade, localizados em sítios de baixa qualidade (solos rasos ou mesmo encharcados e de baixa fertilidade). De maneira geral, qualquer situação que cause debilidade (estresse) nas plantas, favorece o desenvolvimento e a propagação deste inseto.

Em pelo menos 90 % dos casos, no Brasil, as plantas atacadas pelo gorgulho-do-pínus apresentam, também, sérios problemas de enovelamento ou encachimbamento das raízes, devido à falta de cuidados nas fases de produção de mudas e plantio. Casos de enovelamento de raízes são típicos em mudas passadas (mudas que permaneceram nos

recipientes por um tempo demasiadamente longo ou em recipientes inapropriados). O encachimbamento pode resultar de procedimentos inapropriados no plantio, como a colocação das mudas com as raízes viradas para os lados ou para cima. Outro fator crítico é a ocorrência de espelhamento ou vitrificação do solo, nas paredes e no fundo das covas de plantio, causado pelo uso de ferramentas inapropriadas, especialmente em solos com alto teor de argila.

Em povoamentos de pínus, as intervenções como podas e desbastes, se não forem seguidas de remoção e destruição dos resíduos, podem contribuir para o surgimento e incremento populacional do gorgulho. O principal dano é causado pelas larvas, que se alimentam na região do cambio e da casca,

onde formam galerias sinuosas, preenchidas com excrementos. Esses danos são, comumente, vistos na parte inferior do caule, onde pode ocorrer um anelamento completo na árvore. As árvores atacadas apresentam um sintoma caracterizado pela coloração marrom-avermelhada na parte superior da copa e pode culminar com a sua morte.

As larvas atacam, de preferência, as árvores mais altas, causando redução do crescimento no ano seguinte. Após o ataque, os brotos laterais tomam a liderança, formando fustes bifurcados ou copa com aspecto arbustivo. Normalmente, as árvores voltam a ser atacadas somente se novos ramos forem formados. Ocasionalmente, podem ocorrer ataques repetidos na região abaixo de um ponteiro morto (ICONA, 1981).

No período de um ano, dependendo do estado nutricional e do manejo do talhão, podem ocorrer ataques em mais de 50 % das árvores. Durante um surto, a proporção de ataque varia entre anos devido aos efeitos do clima, da existência e da eficiência dos inimigos naturais e outros fatores. Portanto, é necessário avaliar as atividades desta praga em povoamentos florestais sob diferentes sistemas de manejo e submetidos a diferentes tratamentos silviculturais.

No Canadá, o gorgulho que causa problemas nos povoamentos de *Picea* spp. é *Pissodes strobi*. As árvores atacadas apresentam, próximo aos ponteiros do ano anterior, pequenos ramos amarelados, com respingos de resina, indicando ataques recentes. Esses ponteiros mostram sintomas de murcha e clorose progressiva das acículas, mudando de coloração para amarela, vermelha e marrom. Outro sintoma visível do ataque é

o entortamento dos ramos em forma de um cajado. Os ponteiros atacados mostram evidências de galerias do inseto, câmaras pupais e orifícios de emergência dos novos adultos. Os sintomas são mais visíveis no outono e, no inverno, alguns ponteiros infestados chegam a se quebrar (TURNQUIST; ALFARO, 1996).

2.3.4. Monitoramento e controle

Na região de origem do gorgulho-do-pínus, foram registradas duas espécies de parasitóides da família *Calcididae*, três de *Ichneumonidae* e duas de *Braconidae*, além de uma ave (pica-pau), como importantes inimigos naturais dessa praga. Para implementar um programa de controle biológico no Brasil, deverão ser selecionados inimigos naturais específicos, da região de origem do hospedeiro, para introdução em povoamentos de pínus afetados.

O gorgulho-do-pínus é vulnerável a vários produtos químicos. Porém, tratamentos com esses produtos são difíceis, visto que, durante partes do ano, os adultos buscam proteção contra as condições adversas do clima, entrando em hibernação (no inverno) ou estivação (no verão) no solo ou entre as ranhuras da casca (ICONA, 1981). Na sua região de origem, são realizadas aplicações aéreas esporádicas com Fenitrothion.

A escolha do sítio adequado para o estabelecimento de povoamentos de pínus é extremamente importante para que haja a menor suscetibilidade possível ao ataque do gorgulho, como também de várias outras pragas. Outros fatores que podem predispor as plantas ao ataque do gorgulho são os danos mecânicos, granizos, estresse hídrico e

geadas. Portanto, operações como a poda e os desbastes devem ser executadas somente nos períodos de baixa densidade populacional da praga. Isso, normalmente, ocorre durante o inverno. Além disso, os resíduos dessas operações deverão ser removidos e, preferencialmente, triturados, para evitar a proliferação desse inseto.

O uso de herbicidas deve ser feito com cuidado, visto que a deriva pode afetar a copa do pínus, causando predisposição ao ataque do gorgulho-do-pínus. De maneira geral, todos os fatores que causam estresse às plantas aumentam a sua suscetibilidade às pragas, inclusive a vespa-da-madeira. Com isto, pode-se dizer que a presença do gorgulho indica a ocorrência de outros problemas de caráter silvicultural no povoamento de pínus. Portanto, no manejo desses povoamentos, devem ser analisados todos os fatores bióticos e abióticos que possam favorecer o ataque das pragas, bem como medidas que possam minimizar os danos, tais como a escolha das espécies, dos sítios e dos genótipos adequados.

Uma das medidas de controle é a instalação de armadilhas que consistem de grupos de 16 toretes com 2 m de comprimento e de 5 cm a 10 cm de diâmetro, empilhados e dispostos em um local de fácil acesso no povoamento de pínus e, se possível, protegidos do sol. Deve-se colocar uma dessas pilhas de toretes para cada 15 a 20 ha de pínus. Os toretes devem ser de árvores recém-cortadas. Os resíduos de podas e desbastes devem ser removidos e destruídos, usando-se fogo ou picadores de madeira, para evitar a proliferação dos insetos. As armadilhas devem ser monitoradas mensalmente e, comprovando-se o ataque, as árvores afetadas

devem ser retiradas e destruídas, antes que ocorra a emergência da próxima geração de adultos. Assim, para o controle do gorgulho-do-pínus, recomendam-se as seguintes medidas:

- mapear os povoamentos de pínus de acordo com o grau de suscetibilidade (em geral, os estabelecidos em locais mais quentes são mais suscetíveis, pois a alta temperatura facilita e acelera o desenvolvimento das larvas);
- eliminar as árvores que apresentem qualquer sintoma de ataque de gorgulho (no Brasil, os primeiros sintomas aparecem entre setembro e outubro);
- instalar armadilhas nos períodos de maior incidência de posturas (no sul do Brasil, estima-se a ocorrência de posturas nos períodos entre dezembro e janeiro e entre março e abril);
- levar em consideração o risco de ataque de gorgulhos ao estabelecer novos plantios de pínus, para que possam ser planejadas as táticas de manejo.

3. Referências

- BEDDING, R. A. Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous-mycetophagous nematodes parasitic in siricidae woodwasps. **Nematologica**, Leiden, v. 18, p. 482-493, 1972.
- BEDDING, R. A.; AKHURST, R. J. Use of *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. **Journal of Australian Entomological Society**, v. 13, p. 129-135, 1974.
- BEECHE CISTERNAS, M.; CERDA MARTINEZ, L.; HERRERA AUTTER, S.; LERMANDA FUSHLOCHER, M. E.; MORENO LEHUEDE, I.; VERGARA BAHNEN, C. **Manual de reconocimiento de plagas forestales cuarentenarias**. Santiago: Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, 1993. 169 p.

- CARLE, P. **Le dépérissement du pin mésogéen en Provence: rôle des insectes dans les modifications d'équilibre biologique des forêts envahies par *Matsucoccus feytaudi* Duc (Coccoidea, Margarodidae).** Doctoral thesis, University of Bordeaux, Bordeaux, 1973, 174 p.
- CARTER, C. I.; NICHOLS, J. F. A. **The green spruce aphid and Sitka spruce provenances in Britain.** Edinburgh: Forestry Commission, 1988. 7 p. (Occasional paper, 19).
- CARTER, C.; WATSON, G. The ecology of conifer aphids and its bearing on forest establishment and productivity. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. **A crisis in African forestry: proceedings.** Rome: FAO, 1991. p. 23-32.
- CARVALHO, A. G. Parasitismo de *Ibalia* sp. (Hymenoptera: Ibalidae) em *Sirex noctilio* Fabricius; 1973 (Hymenoptera: Siricidae) em São Francisco de Paula, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 26/27, p. 61-62, jan./dez, 1993.
- CARVER, M.; GROSS, G. F.; WOODWARD, T. E. Hemiptera. In: CSIRO. Division of Entomology. **The insects of Australia: a textbook for students and research workers.** 2nd. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1991. v. 1, p. 429-509.
- CHILIMA, C. Z. The status and development of conifer aphid damage in Malawi. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. **A crisis in African forestry: proceedings.** Rome: FAO, 1991. p. 64-67.
- CIESLA, W. M. The cypress aphid, *Cinara cupressi* (Buckton) in Africa. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. **A crisis in African forestry: proceedings.** Rome: FAO, 1991. p. 33-47.
- CLAUDE, N. J.; FANSTIN, M. The case of cypress attack by *Cinara cupressi* in Rwanda. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. **A crisis in African forestry: proceedings.** Rome: FAO, 1991. p. 76-80.
- DAHLSTEN, D. L.; MILLS, N. J. Biological control of forest insects. In: FISHER, T. W. (Ed.). **Principles and application of biological control.** San Diego: Academic Press, 1990. 1046 p.
- DAVIS, K. M. **Forest management: regulation and valuation.** 2nd. ed. New York: McGraw-Hill. 1966. 516 p.
- EASTOP, V. F. A taxonomic review of the species of *Cinara* Curtis occurring in Britain (Hemiptera: Aphididae). **Bulletin of the British Museum Natural History: Entomology**, London, v. 27, n. 2, p. 101-186, 1972.
- FURNISS, R. L.; CAROLIN, V. M. **Western forest insects.** Washington, DC: USDA Forest Service, 1977. 654 p. (USDA. For. Serv. Misc. Pub., n. 1339).
- GREATHEAD, D. J. Biological control as an introduction phenomenon: a preliminary examination of programmes against Homoptera. **Entomologist**, v. 108, p. 28-77, 1989.
- HAGVAR, E. B.; HOFVANG, T. Aphids parasitoids (Hymenoptera, Aphididae): biology, host selection and use in biological control. **Biocontrol News and Information**, London, v. 12, p. 13-41, 1991.
- HOCKING, H. Studies on the biology of *Rhyssa persuasoria* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) incorporating an x-ray technique. **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 7, p. 1-5, 1968.
- HOOD, W. M.; FOX, R. C. Control of aphids on loblolly pine in Northwestern South Carolina. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Tifton, v. 15, n. 1, p. 105-108, 1980.
- ICONA. **Plagas de insectos de las masas forestales españolas.** [Madrid]: ICONA de Agricultura, Pesca y Alimentación. [1981?]. 252 p.
- IEDE, E. T. **Monitoramento das populações de *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae: Lachninae), avaliação de danos e proposta para o seu manejo integrado em plantios de *Pinus* spp. (Pinaceae), no sul do Brasil.** 2003. 172 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- IEDE, E. T.; LAZZARI, S. M. N.; PENTEADO, S. R. C.; ZONTA-DE-CARVALHO, R. C.; RODRIGUEZ-TRENTINI, R. F. Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae: Lachninae) em reflorestamentos de *Pinus* spp. no Sul do Brasil. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA**, 22., 1998, Recife. **Resumos.** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1998a. p. 141.

- IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C.; BISOL, J. C. **Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 12 p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular técnica, 20).
- IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C.; SCHAITZA, E. Programa nacional de controle à vespa-da-madeira no Brasil. In: IEDE, E. T.; SCHAITZA, E.; PENTEADO, S.; REARDON, R. C.; MURPHY, S. T. (Coord.). **Proceedings of a conference: training in the control of sirex noctilio by the use of natural enemies**, Colombo, Brazil, Nov. 4 to 9, 1996. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Morgantown: USDA, Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team; Berkshire: Centre for Agriculture and Bioscience International, 1998b. p. 43-51.
- JOHNSON, W. T.; LION, H. H. Aphids on conifers. In: _____. **Insects that feed on trees and shrubs: an illustrated practical guide.** Ithaca: Cornell University Press, 1976. p. 68-69.
- KFIR, R.; KIRSTEN, F.; VAN RENSBURG, N. J. *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphididae), a parasite introduced into South Africa for biological control of the black pine aphid *Cinara cronartii* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, n. 14, p. 597-601, 1985.
- KIDD, N. A. C. The large pine aphid on Scots pine in Britain. In: BERRYMAN, A. A. (Ed.). **Dynamics of forest insect populations.** New York, Plenum Press, 1988. p. 111-128.
- KIDD, N. A. C.; TOZER, D. J. Host plant and crowding effects in the induction of alatae in the large pine aphid, *Cinara pinea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 35, p. 37-42, 1984.
- LAZZARI, S. M. N.; ZONTA-DE-CARVALHO, R. C. Aphids (Homoptera: Aphididae: Lacchninae: Cinarini) on *Pinus* spp. and *Cupressus* sp. in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts.** Londrina: Embrapa Soja, 2000. v. 1, p. 493. (Embrapa Soja. Documentos, 143).
- MADDEN, J. L. Behavioral responses of parasites to the symbiotic fungus associated with *Sirex noctilio*. **Nature**, London, v. 218, n. 13, p. 189-190, 1968.
- MAJOR, E. J. Water stress in Sitka spruce and its effect on the green spruce aphid, *Elatobium abietinum*. In: WATT, A. D.; LEATHER, S. R.; HUNTER, M. D.; KIDD, N. A. C. (Ed.). **Population dynamics of forest insects**, Andover: Intercept, 1990. p. 85-93.
- McCULLOUGH, D. G.; KATOVICH, S. A.; OSTRY, M. E.; CARLLSON, J. C. (Ed.). **Christmas tree pest manual.** 2nd. ed. [S.l.]: USDA, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, Northeastern Area, State and Private Forestry; East Lansing: Michigan State University, Department of Entomology, 1998. 143 p. (Extension bulletin E-2676).
- MILLS, N. J. Biological control of forest aphid pests in Africa. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 80, p. 31-36, 1990.
- NUTTALL, M. J. *Deladenus siricidicola* Bedding (Nematoda: Neotylenchidae): nematode parasite of *Sirex*. **Forests and Timber Insects in New Zealand**, v. 48, p. 1-8, 1980.
- ODERA, J. Pernicious exotic pests affecting forests and forest products in Eastern, Central and Southern Africa. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. **A crisis in African forestry: proceedings.** Rome: FAO, 1991. p. 99-105.
- OWINO, F. Silvicultural methods of exotic aphid pest control: use of resistant strains of host trees. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, 1991, Muguga, Kenya. **A crisis in African forestry: proceedings.** Rome: FAO, 1991. p. 121-123.
- PATTI, J. H.; FOX, R. C. Seasonal occurrence of *Cinara* spp. and *Essigella pini* Wilson on loblolly pine, *Pinus taeda* L. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Tifton, v. 16, n. 1, p. 96-105. 1981a.
- PATTI, J. H.; FOX, R. C. Vertical and lateral distribution of *Cinara* spp. and *Essigella pini* Wilson on loblolly pine, *Pinus taeda* L. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Tifton, v. 16, n. 1, p. 214-218. 1981b.
- PEÑA-MARTINEZ, M. R.; MUNIZ, R. B. Especies de afidos (Homoptera: Aphididae) que danam hortalizas. In: ANAYA, S.; BAUTISTA, N. (Ed.). **Plagas de hortalizas y su manejo en Mexico.** México: Centro de Entomología y Acarología: Sociedad Mexicana de Entomología, 1991. p. 41-71.

- PENTEADO, S. R. C.; LEITE, P. S. M.; LAZZARI, N. M. S.; ZONTA-DE-CARVALHO, C. R.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T. Primeiro registro de *Pineus boernerii* Annand (Hemiptera: Adelgidae) em *Pinus* spp. (Pinaceae) no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos**. Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004. p. 448.
- PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. **Aplicação da amostragem seqüencial para monitoramento dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* em povoamentos de *Pinus taeda***. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 17 p. (Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).
- PEPPER, J. O.; TISSOT, A. N. **Pine feeding species of *Cinara* in the Eastern U.S. (Homoptera: Aphididae)**. Gainesville: University of Florida, 1973. 160 p. (Florida Agricultural Experiment Station. Monograph series, n. 3).
- QUEIROZ, E. C. **Avaliação da infestação de *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae) em mudas de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) em função da época de plantio**. 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal do Paraná, Curitiba.
- REIS FILHO, W.; PENTEADO, S. R. C.; IEDE, E. T. **Controle biológico do pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae), pelo parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera: Braconidae)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 122).
- RODIGHERI, H. R.; IEDE, E. T. **Avaliação ambiental, econômica e social dos danos causados pelos pulgões-gigantes-do-pinus, *Cinara* spp. em plantios de *Pinus* no Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 110).
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. [Home page]. Disponível em: <http://www.sbs.org.br> Acesso em : 2007.
- SPRADBERY, J. P.; KIRK, A. A. Aspects of the ecology of siricid woodwasps (Hymenoptera: Siricidae) in Europe, North Africa and Turkey with special reference to the biological control of *Sirex noctilio* F. in Australia. **Bulletin of Entomological Research**, v. 68, p. 341-359, 1978.
- TAYLOR, K. L. The introduction and establishment of insect parasitoids to control *Sirex noctilio* in Australia. **Entomophaga**, v. 21, p. 429-440, 1976.
- TAYLOR, K. L. **The introduction, culture, liberation and recovery of parasites of *Sirex noctilio* in Tasmania, 1962-67**. Melbourne: CSIRO, Division of Entomology, 1967. 19 p. (Technical paper, 8).
- TURNQUIST, R. D.; ALFARO, R. I. **Spruce weevil in British Columbia**. Victoria: Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, 1996. 7 p. (Forest pest leaflet, 2).
- 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.
- ZUNIGA, E. Ochenta años de control biológico en Chile: revisión, historia y evaluación de los proyectos desarrollados (1903-1983). **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 45, n. 3, p. 175-183, 1985.