

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO *LATU SENSU*
GESTÃO EM DEFESA AGROPECUÁRIA**

EDSON MARCOS MAURÍCIO

VESPA-DA-MADEIRA: DESCRIÇÃO E MÉTODOS DE CONTROLE

CURITIBA

2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO *LATU SENSU*
GESTÃO EM DEFESA AGROPECUÁRIA**

EDSON MARCOS MAURÍCIO

VESPA-DA-MADEIRA: DESCRIÇÃO E MÉTODOS DE CONTROLE

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão de Defesa Agropecuária: ênfase em Defesa Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Bióloga, Dr.^a Susete do Rocio Chiarello Penteado.

**CURITIBA
2010**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO *LATU SENSU*
GESTÃO EM DEFESA AGROPECUÁRIA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a monografia de especialização intitulada

VESPA-DA-MADEIRA: DESCRIÇÃO E MÉTODOS DE CONTROLE

elaborada por
Edson Marcos Maurício

Como requisito parcial para obtenção do Título de
Especialista em Gestão de Defesa Agropecuária com ênfase em Defesa Vegetal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jair Alves Dionísio
Presidente

Prof. Dr. Bráulio Santos
1º Membro

Engº. Agrº. M. Sc. Arlei Maceda
2º Membro

Curitiba, outubro de 2010

À minha mãe Lindarcy dos Santos Maurício, a “Dona Cici” (*in memoriam*), por tudo o que ela fez por minha família e por mim.

Dedico.

Agradeço à minha esposa Sylvania e minhas filhas Georgia e Luise, que são meu porto seguro, pela compreensão dos finais de semana que estive ausente e pela força que me deram, especialmente à minha filha Luise, para que eu concluísse esse trabalho. Agradeço à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná por me proporcionar a oportunidade de realizar este curso de especialização organizado de forma exemplar pela Universidade Federal do Paraná. Agradeço também à minha orientadora, Dr^a. Susete do Rocio Chiarello Penteado, pelo grande apoio que me deu durante a realização deste trabalho.

RESUMO

Neste trabalho realizou-se uma revisão bibliográfica enfocando os aspectos descritivos e os métodos de controle da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), para subsidiar ações dos engenheiros agrônomos que atuam na Defesa Sanitária Vegetal, bem como retratar a situação atual do controle da praga no Estado do Paraná. A atividade florestal no Estado tem grande importância econômica, e várias pragas tem ameaçado a viabilidade dos plantios de pinus, sendo a principal delas a vespa-da-madeira. O controle biológico exercido principalmente pela inoculação do nematóide *Deladenus (=Beddingia) siricidicola* e a ação de parasitóides, associados ao manejo silvicultural adequado, são os meios mais eficientes para controlar esta praga. O detalhamento dos métodos de controle biológico, bem como a visão do panorama atual do controle desta praga no Estado do Paraná será de grande valia para os Engenheiros Agrônomos que atuam na Defesa Sanitária Vegetal da SEAB-PR, bem como para os demais profissionais da área privada que atuam na assistência técnica em cultivos florestais.

Palavras chave: *Sirex noctilio*, controle biológico, monitoramento.

ABSTRACT

In this work was carried out a literature review focusing on the descriptive aspects and methods of control of the wood wasp (*Sirex noctilio*), to support programs for agricultural engineers working in the Defense Plant Health Department and present the current status of the pest control in the Paraná Forestry activities have great economic importance in Paraná and various pests threaten the viability of pine plantation, where *Sirex noctilio* is the most important. Biological control using the nematode *Deladenus (=Beddingia) siricidicola* and parasitoids, associated with appropriated silvicultural management, are the most efficient way to control this pest, and the details of the biological control methods, as well as the vision of the current status of the control program in Paraná will provide valuable support for agricultural engineers that work in the Defense Plant Health Department of SEAB- PR as well as for other professionals that work in forest technical assistance.

Key words: *Sirex noctilio*, biological control, monitoring.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MACHO DA VESPA-DA-MADEIRA.....	15
FIGURA 2 - FÊMEA DA VESPA-DA-MADEIRA.....	15
FIGURA 3 - LARVA DA VESPA-DA-MADEIRA.....	15
FIGURA 4 - PUPA DA VESPA-DA-MADEIRA.....	15
FIGURA 5 - ÁRVORE ATACADA COM A COPA AMARELADA.....	18
FIGURA 6 - RESPINGOS DE RESINA NO TRONCO.....	18
FIGURA 7 - GALERIAS CONSTRUÍDAS PELAS LARVAS.....	19
FIGURA 8 - SINTOMA DO FUNGO SECUNDÁRIO <i>Botryodiplodia</i>	19
FIGURA 9 - ORIFÍCIOS DE EMERGÊNCIA DE ADULTOS.....	19
FIGURA 10 - PREPARO DA GELATINA PARA O INÓCULO.....	34
FIGURA 11 - MARTELO PARA PERFURAÇÃO DO TRONCO.....	35
FIGURA 12 - APLICAÇÃO DO INÓCULO.....	35
FIGURA 13 - FÊMEA DE <i>R. persuasoria</i>	37
FIGURA 14 - FÊMEA DE <i>M. nortoni</i>	37
FIGURA 15 - FÊMEA DE <i>I. leucospoides</i>	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 HISTÓRICO	11
3 DESCRIÇÃO DA <i>S. noctilio</i>	15
4 HOSPEDEIROS	16
5 CICLO BIOLÓGICO DA <i>S. noctilio</i>	17
6 DANOS PROVOCADOS NA MADEIRA	18
7 MEDIDAS DE PREVENÇÃO	20
7.1 MANEJO FLORESTAL.....	20
7.2 MONITORAMENTO POR FOTOGRAFIAS AÉREAS.....	21
7.3 ÁRVORES-ARMADILHA.....	22
7.3.1 Método para instalação de árvores-armadilha.....	24
7.3.2 Revisão das árvores-armadilha.....	24
7.4 AMOSTRAGEM SEQUENCIAL.....	25
7.4.1 Utilização da tabela de amostragem sequencial.....	26
7.4.2 Forma de caminhamento.....	27
7.4.3 Épocas da realização da amostragem.....	28
8 CONTROLE DA <i>S. noctilio</i>	29
8.1 USO DO NEMATÓIDE <i>Deladenus (=Beddingia) siricidicola</i>	29
8.1.1 Eficiência de <i>Deladenus (=Beddingia) siricidicola</i>	32
8.1.2 Preparo do inóculo.....	33
8.1.3 Aplicação do nematóide.....	34
8.1.4 Cuidados com o nematóide.....	36
8.2 USO DE INSETOS PARASITÓIDES.....	36
8.2.1 Uso do parasitóide <i>I. leucospoides</i>	38
8.2.2 Eficiência do <i>I. leucospoides</i>	40
8.3 CONTROLE BIOLÓGICO POR ESPÉCIES DE PICA-PAUS.....	41
9 IMPACTOS DO PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS	43
9.1 IMPACTO ECONÔMICO.....	43
9.2 IMPACTO AMBIENTAL.....	43
9.3 IMPACTO SOCIAL.....	43
9.4 IMPACTO SOBRE O CONHECIMENTO.....	44
9.5 IMPACTOS SOBRE A CAPACITAÇÃO E APRENDIZAGEM.....	44
9.6 IMPACTOS POLÍTICOS E INSTITUCIONAIS.....	44
10 AÇÕES PARA O CONTROLE DA VESPA-DA-MADEIRA NO ESTADO DO PARANÁ	45
10.1 SITUAÇÃO ATUAL DO ATAQUE DE <i>S. noctilio</i> NO ESTADO DO PARANÁ.....	45
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
12 REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná possui uma área plantada com espécies de *Pinus* spp. de 701.578 ha (ABRAF, 2010). A atividade florestal no Estado é de grande importância, envolvendo diversos setores, como o madeireiro, o moveleiro, o de compensados, o de celulose e papel entre outros. Esta atividade é responsável por parte significativa do abastecimento de madeira e derivados aos centros de maior consumo do país e, indiretamente, ao fornecimento a centros produtores de bens acabados no exterior.

A vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Siricidae), espécie originária da Europa, Ásia e norte da África, foi introduzida acidentalmente no Brasil em 1988 (IEDE et al., 1988) e detectada pela primeira vez em plantios de *Pinus* spp. no Estado do Paraná em julho de 1996, no município de General Carneiro (IEDE et al. 1996). A ocorrência desta praga em povoamentos de *Pinus* spp. é preocupante pois pode afetar enormemente a produção, que é responsável pelo abastecimento de todos os setores da cadeia florestal (acima citados) e portanto por boa parte do PIB do Estado do Paraná.

O tema “Descrição e Métodos de Controle da Vespa-da-Madeira” foi definido para que os profissionais da SEAB-PR, que atuam na Divisão de Defesa Sanitária Vegetal pudessem ter acesso a um material de consulta concentrado, de fácil manuseio e que retrate a situação atual do Programa de Controle da Vespa-da-Madeira no Estado.

A preocupação com a ocorrência de novas pragas em plantios de *Pinus* spp. no Brasil tem crescido substancialmente. Fatores como a ausência de inimigos naturais específicos, abundância de alimento disponível e a monocultura tem favorecido o aumento populacional destas pragas e, conseqüentemente ocasionando prejuízos ao produtor.

O ataque de *S. noctilio* pode danificar e matar as árvores de pinus. Os danos mais comuns são: perfurações feitas por larvas e adultos, deterioração da madeira devido à ação do fungo simbiote *Amylostereum areolatum* e ocorrência de partes debilitadas nos locais de oviposição, por onde escorre a resina (RAWLINGS e WILSON, 1949).

Nos países onde *S. noctilio* foi introduzida e estabeleceu-se, os danos foram significativos. Na Nova Zelândia, por exemplo, as perdas devido ao ataque desta praga foram estimadas em mais de 30% das árvores em crescimento em mais de 500.000 acres (RAWLINGS e WILSON, 1949). Na Tasmânia, foi observado até 40% de mortalidade em um plantio de *P. radiata* (TAYLOR, 1981).

Na década de 1960, o governo australiano despendeu \$A 400.000 anuais em medidas de quarentena, pesquisas para o controle do inseto e outras medidas para prevenir a dispersão da praga para outros locais (MORGAN, 1968).

TAYLOR (1981) observou, em plantios de *P. radiata* na Tasmânia, que os povoamentos não eram atacados até os 13 anos de idade. JACKSON (1955), citado por MORGAN (1968), observou, na Nova Zelândia, que plantas de *P. radiata* de quatro anos foram atacadas por *S. noctilio* e que a mortalidade de árvores em plantios jovens aumentou até o fechamento das copas.

O objetivo deste trabalho foi revisar os aspectos descritivos e métodos de controle da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) e apresentar um panorama das atividades desenvolvidas no Estado do Paraná, para subsidiar ações dos profissionais da Divisão de Defesa Sanitária Vegetal do Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná.

2 HISTÓRICO

A área plantada com *Pinus* spp. aumentou rapidamente nas últimas décadas na América de Sul. Vários países são dependentes do plantio de florestas de rápido crescimento, para suprirem suas necessidades de madeira serrada, celulose, energia e outros produtos de madeira. Além disso, estas plantações aliviam a exploração de algumas espécies naturais em florestas como a Amazônica, a Atlântica e a de Araucária (ABRAF, 2008).

Atualmente há cerca de 6 milhões de hectares de plantações florestais no Brasil, dos quais, cerca de 2 milhões de ha são constituídos por diferentes espécies de *Pinus* spp. (ABRAF, 2008) e cerca de 700 mil hectares (ABRAF, 2010) estão localizados no Estado do Paraná, tornando esse estado o maior produtor do país (ABRAF, 2008).

As espécies de *Pinus* spp., na América do Sul, permaneceram isentas de pragas por muito tempo. Entretanto, a partir dos anos 80, várias espécies de insetos e fungos foram registradas no continente e tem provocado danos sérios e generalizados. No momento, várias pragas ameaçam a viabilidade futura dos plantios de pínus e também a diversidade arbórea como um componente de programas de plantios florestais sul americanos (REARDON, et al., 1998).

Sirex noctilio (Hymenoptera: Siricidae) é um inseto nativo da Europa Central, Oriente próximo e norte da África, onde é considerada uma praga secundária em troncos de árvores de *Pinus*, as quais se encontram na condição de dominadas ou que tenham sofrido injúrias (REARDON, et al., 1998).

Esta praga se estabeleceu na Nova Zelândia no ano de 1900, tendo sido considerada uma espécie comum por muitos anos (MILLER & CLARK, 1935). No entanto, entre 1940 e 1949, houve uma mortalidade alta de plantas, devido à extensa área reflorestada com *P. radiata*, sob intensa competição entre plantas, ocasionada pela não realização de desbastes, além da ocorrência de um período de seca prolongado (RAWLINGS & WILSON, 1949).

Em 1952, *S. noctilio* foi detectado na ilha de Tasmânia, Austrália (GILBERT & MILLER, 1952) e em 1959, este inseto provocou uma mortalidade de plantas estimada em 40% (TAYLOR, 1981). Em 1961 foi constatada a sua presença no continente australiano, em Victoria (IRVINE, 1962).

Segundo REBUFFO (1988), *S. noctilio* ocorre no Uruguai desde 1980, atacando várias espécies de *Pinus* spp., sendo *P. taeda* a mais suscetível ao ataque, apresentando mortalidade de até 60%. Para amenizar os danos foram utilizadas medidas de controle biológico e desbastes fitossanitários.

De acordo com ECHEVERRIA (1986), *S. noctilio* foi registrada na província de Entre Rios, Argentina, entre 1985 e 1986, atacando *P. taeda* e *P. eliotti*. No entanto, provavelmente por causa das condições climáticas desfavoráveis, a praga não se estabeleceu. Em 1990, foi constatada a sua presença na província de Buenos Aires (VISCARRA SANCHES, 1993).

Em fevereiro de 1988, foi constatado um ataque da vespa-da-madeira em um povoamento de *P. taeda* no município de Gramado – RS, sendo o primeiro registro de um surto desse inseto no Brasil (IEDE et al., 1988). A presença do inseto foi verificada, inicialmente, em um povoamento de 5 hectares, com 13 anos de idade, no espaçamento 2m x 2m, onde estava sendo realizado o primeiro desbaste. Foram abatidas algumas árvores com sintomas de ataque e foi constatada a presença de larvas de siricídeos no interior do tronco. Além disso, nas toras provenientes de desbaste recente, empilhadas no interior do povoamento, foi observada a presença de galerias com larvas e orifícios de saída de adultos (IEDE et al., 1988). Na mesma ocasião, os autores constataram uma mortalidade de 240 árvores/ha em outro plantio de *P. taeda* localizado nos limites dos municípios de Canela e São Francisco de Paula, no Estado do Rio Grande do Sul. Os povoamentos estavam, em média, com 17 anos de idade, haviam sido plantados no espaçamento de 2m x 2m (2.500 árvores/ha) e não tinham sido desbastados. A média de mortalidade de 9,6% havia sido atribuída, antes da detecção da praga, ao esgotamento do solo devido à competição excessiva das plantas por nutrientes, já que o povoamento não tinha sofrido desbaste. Entretanto, quando foram abatidas algumas árvores com amarelecimento da copa, ou secas, foi constatada a presença de larvas de *S. noctilio*. Uma das árvores abatidas, já bastante seca, apresentou galerias antigas da praga, evidenciando que o povoamento havia sofrido ataques em anos anteriores (IEDE et al., 1988).

Em dezembro de 1989, foi registrada a presença da vespa-da-madeira, no município de Lages, Santa Catarina (IEDE et al., 1989).

No Estado do Paraná, foram realizadas duas intercepções, nos anos de 1993 e 1994, sem que houvesse estabelecimento da praga. Entretanto, em julho de 1996 foi constatado o estabelecimento da praga em plantios de *P. taeda* no município de General Carneiro (IEDE et al., 1996).

Durante o primeiro encontro do Grupo de Trabalho Permanente em Sanidade Vegetal, ocorrido em 1992 no Brasil, os países do Cone Sul (Argentina, Brasil, Chile e Uruguai) identificaram *S. noctilio* como a praga que oferecia maior ameaça às plantações de pínus da América Latina (IEDE et al., 1992).

Ainda em 1992, foi realizada uma conferência regional sobre *Sirex noctilio*, em Florianópolis, SC, com representantes da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Estados Unidos, Paraguai, Uruguai e Venezuela. Esta foi a primeira conferência regional sul americana para tratar de uma praga florestal e como resultado de discussões, foi recomendado que o trabalho de controle biológico com o uso do nematóide *Deladenus (Beddingia) siricidicola*, já iniciado, fosse complementado com a introdução de um complexo de parasitóides e o uso de uma série de medidas silviculturais (CIESLA, 1993).

A vespa-da-madeira pode dispersar-se naturalmente entre 30 a 50 km ao ano, requerendo medidas eficazes no sentido de controlar, monitorar e retardar sua dispersão (IEDE et al., 1989). Em face deste fator e à importância de controlar essa praga, em junho de 1989 foi criado o Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-madeira (FUNCEMA), que é uma entidade civil sem fins lucrativos, constituída por instituições públicas e privadas, cujo objetivo principal é aportar recursos para o desenvolvimento do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-madeira – PNCVM (IEDE et al., 1989).

Este programa contempla, prioritariamente, as seguintes atividades:

- monitoramento por imagens de satélite: localização (mapeamento) de todas as florestas de *Pinus* spp., através de imagens de satélite e o registro, em mapas detalhados, de todas estas florestas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.
- monitoramento aéreo: o mapeamento aéreo expedito é uma técnica de sensoriamento remoto simples e de custo relativamente baixo, desenvolvido nos Estados Unidos para a detecção e mapeamento de danos florestais causados por pragas. Este método foi introduzido no Brasil através de um

programa de intercâmbio técnico entre a Embrapa Florestas e o Serviço Florestal Americano para a avaliação de danos causados pela vespa-da-madeira e outros fatores de dano para reflorestamentos de pínus no Brasil (OLIVEIRA et al., 2002).

- monitoramento terrestre: pela inspeção dos povoamentos de pinus. As árvores inicialmente atacadas pela vespa-da-madeira são aquelas que apresentam um menor diâmetro e/ou encontram-se debilitadas, embora o ataque possa ocorrer também, de forma esporádica, em árvores dominantes.
- instalação de árvores-armadilha: em povoamentos com risco de ataque (alta densidade de plantas por hectare, por exemplo) e naqueles que apresentarem uma porcentagem de ataque de até 1%.
- controle biológico: realizado com a utilização do nematóide *Deladenus (=Beddingia) siricidicola* e dos parasitóides *Ibalia leucospoides*, *Megarhyssa nortoni* e *Rhyssa persuasoria*.
- manejo florestal: pela realização de desbastes.

3 DESCRIÇÃO DE *Sirex noctilio*

Popularmente conhecida como vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* pertence à Ordem *Hymenoptera*, Subordem *Symphyta*, Família *Siricidae*, existem 14 espécies conhecidas do gênero *Sirex* (SMITH, 1988). Os siricídeos do gênero *Sirex* desenvolvem-se no interior do tronco de várias espécies de *Pinus* spp. (IEDE et al., 1988).

Os insetos adultos variam de 1,0 cm a 3,5 cm de comprimento. Apresentam coloração azul metálica escura, sendo que os machos (Fig. 1) possuem partes alaranjadas em seu corpo e as fêmeas (Fig. 2) um ovipositor em forma de ferrão de até 2,0 cm de comprimento, partindo do abdômen (PENTEADO et al., 2002).

As larvas de *S. noctilio* (Fig. 3) possuem coloração geral branca, formato cilíndrico, fortes mandíbulas dentadas e um espinho supra-anal, o qual ajuda muito na identificação da praga, diferenciando-a de outras brocas da madeira. As pupas (Fig. 4) são de cor branca e apresentam um tegumento fino e transparente (PENTEADO et al., 2002).



(Fig. 1) Macho da vespa-da-madeira
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)



(Fig. 3) Larva da vespa-da-madeira
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)



(Fig. 2) Fêmea da vespa-da-madeira
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)



(Fig. 4) Pupa da vespa-da-madeira.
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)

4 HOSPEDEIROS E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA *S. noctilio*

Sirex noctilio ocorre quase que exclusivamente em espécies do gênero *Pinus* (SPRADBERY & KIRK, 1978).

De acordo com MILLER & CLARK (1935), CAMERON (1965), ZONDAG & NUTTALL (1977), IRVINE (1962), MILLER & CLARK (1935), citados por TAYLOR (1981), IEDE et al. (1988a; 1988b), MADDEN (1988) e REBUFFO (1990), as seguintes espécies são as hospedeiras de *S. noctilio*: *Abies* sp., *Larix* sp., *Picea* sp., *Pinus austriaca*, *P. canariensis*, *P. echinata*, *P. elliotti*, *P. halepensis*, *P. laricio*, *P. muricata*, *P. palustris*, *P. patula*, *P. pinaster*, *P. pínica*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. taeda* e *Pseudotsuga* sp.. Duraflora (1993) realizou testes com as espécies *Pinus caribea* var. *bahamensis*, *P. caribea* var. *caribea*, *P. caribea* var. *hondurensis*, *P. kesiya*, *P. occarpa* e *P. strobus* var. *chiapensis* e constatou a ocorrência de postura e desenvolvimento de *S. noctilio* nestas espécies.

Sirex noctilio é uma espécie originária de Europa, Ásia e noroeste da África (MORGAN, 1968). Há citação de sua ocorrência nos seguintes locais: Europa (Áustria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Itália, Noruega, Polônia, Portugal, Açores, Romênia, Rússia, Sérvia, Espanha e Reino Unido), Ásia (Geórgia e Mongólia), África (África do Sul), América do Norte (Estados Unidos e Canadá), América do Sul (Argentina, Brasil, Chile e Uruguai) e Oceania (Austrália e Nova Zelândia) (PENTEADO, 1995).

No Brasil, *S. noctilio* é encontrada nos três do Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) (PENTEADO, 1995).

No Paraná a vespa-da-madeira tem ocorrência constatada em 57 municípios distribuídos no centro, sul e sudoeste do Estado.

5 CICLO BIOLÓGICO DE *S. noctilio*

A maioria dos adultos (razão entre sexos variando de 1,5: 1 a 5: 1) emerge, normalmente, entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de janeiro, com picos nos meses de novembro e dezembro (PENTEADO et al., 2002).

Durante a postura, *S. noctilio* pode realizar perfurações simples ou múltiplas no alburno das árvores de *Pinus* spp., a uma profundidade média de 12 mm (NEUMANN et al., 1987). Além dos ovos (a fêmea vive em média 6 dias e nesse tempo pode colocar de 300 a 500 ovos dependendo de seu tamanho), a fêmea introduz na árvore também os esporos de um fungo simbiote, *Amylostereum areolatum* e uma mucossecção. O fungo e o muco, juntos, são tóxicos à planta e muitas das árvores atacadas podem apresentar clorose nas acículas em torno de 10 a 14 dias após o ataque, sendo que o progresso desta clorose depende da intensidade do ataque e da suscetibilidade da árvore hospedeira (PENTEADO et al., 2002).

As larvas eclodem cerca de 20 dias após a postura e logo iniciam a sua alimentação, construindo galerias no interior da madeira. A larva não ingere a madeira; ela extrai os nutrientes do fungo, os quais são dissolvidos pela sua saliva. A secreção salivar e os nutrientes são então ingeridos e os fragmentos de madeira regurgitados, fazendo com que a serragem fique compactada, obstruindo as galerias. Podem apresentar de seis a doze instares larvais (PENTEADO et al., 2002).

Quando vão se transformar em pupa, dirigem-se para próximo da casca. Esta fase pode durar de duas a cinco semanas, na maioria dos casos o ciclo biológico tem duração de um ano. Entretanto, em árvores muito estressadas ou quando o ataque ocorre em uma bifurcação, pode ocorrer um ciclo curto, com duração de 3 a 4 meses (PENTEADO et al., 2002).

6 SINTOMAS DE ATAQUE DE *S. noctilio*

A vespa-da-madeira afeta com mais intensidade plantações muito densas, com manejo silvicultural escasso ou nulo. O manejo silvicultural, quando empregado adequadamente, contribui para limitar o avanço da vespa-da-madeira (IEDE et al., 1988).

A suscetibilidade do pínus ao ataque de *S. noctilio* está diretamente ligada à condição de estresse da planta, situação essa relacionada a uma série de fatores como densidade do povoamento, fertilidade do solo, déficit hídrico, além de agentes externos eventuais, como o fogo e inundações (IEDE et al., 1988)

De acordo com Iede et al. (1988), os sintomas mais característicos nas árvores atacadas são os seguintes:

- clorose nas acículas: a partir dos mês de março ocorre uma clorose (amarelecimento) progressiva da copa (Fig. 5), que vai tornando-se marrom avermelhada até a morte completa da árvore, quando ocorre a queda das acículas, por volta do mês de agosto do ano seguinte



(Fig. 5) Árvore atacada com a copa amarelada.

(Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead)

- respingos de resina na casca: em resposta ao dano mecânico provocado pela postura do inseto, surgem gotículas de resina na casca, que denunciam o ataque da vespa-da-madeira (Fig. 6).



(Fig. 6) Respingos de resina no tronco.

(Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead)

- galerias no interior da madeira: as larvas, para se desenvolverem, constroem galerias no interior da madeira que são preenchidas com uma serragem fina e bem compactada, resultante de restos de alimentação, saliva, fermentação de fezes e do fungo que serve de alimentação para as larvas (Fig. 7).



(Fig. 7) Galerias construídas pelas larvas.
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead)

- manchas azuladas: normalmente causadas por fungos oportunistas do gênero *Botryodiplodia*, são de forma radial em um corte transversal no tronco (Fig. 8).



(Fig. 8) Sintoma do fungo secundário *Botryodiplodia*.
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead)

- Orifícios de emergência: são circulares e provocados pelos insetos adultos que perfuram a madeira para sua emergência (Fig. 9).



(Fig.9) Orifícios de emergência de adultos.
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead)

7 MEDIDAS DE PREVENÇÃO

A vespa-da-madeira é a praga mais importante que ataca *Pinus* spp.. A sua prevenção pode ser obtida pela vigilância florestal e pela adequação de tratamentos silviculturais. Contudo, se medidas de monitoramento, prevenção e controle de *Sirex* não forem implementados, o cultivo de *Pinus* spp. será certamente afetado (PENTEADO et al., 2002).

7.1 MANEJO FLORESTAL

Árvores resistentes a *S. noctilio* são aquelas que se mantêm sem injúrias, apresentando crescimento vigoroso em sítios bons e talhões bem manejados. O nível de mortalidade das árvores é significativamente relacionado com o DAP do tronco. Árvores com DAP (Diâmetro na Altura do Peito) baixo têm um índice de mortalidade maior que as de DAP mais elevado, porque geralmente são as mais fracas, chamadas de dominadas dentro de um mesmo povoamento (DAVIS, 1966). Desta forma, as práticas de manejo tendem a colocar limites em longas rotações e, mais importante, direcionam a atenção para a composição, estrutura, idade e vigor da floresta, evitando assim sérios ataques de insetos. De acordo com Davis (1966), um controle mais efetivo de pragas pode ser obtido em longo prazo pela aplicação de práticas silviculturais, criando uma razoável resistência floresta-inseto. O controle completo nunca pode ser efetuado deste modo, mas as perdas devido a insetos podem ser reduzidas (DAVIS, 1966).

Dentre as práticas silviculturais, o desbaste é uma das mais importantes. Desbastes são conduzidos para acelerar ou modificar o curso da competição. A posição da copa é um critério importante na identificação de quais árvores cortar e quais favorecer. Árvores vigorosas que ultrapassam suas vizinhas ocupam o dossel superior e normalmente têm maior chance de sobreviverem à competição no futuro do que as menos vigorosas, que ocupam sucessivamente posições mais baixas (IEDE et al., 1996). A maior parte dos desbastes reduz perdas por agentes de dano, não somente pela prevenção como também pelo aumento de vigor e resistência das árvores (IEDE et al., 1996).

Somente sob circunstâncias especiais o desbaste aumenta a suscetibilidade das árvores ao ataque de insetos; no caso da vespa-da-madeira, poderá aumentar a suscetibilidade ao ataque se este for realizado no período de revoada do inseto, porque qualquer injúria mecânica que a planta de *Pinus* spp. sofra faz com que ela libere substâncias químicas como os polifenóis, que são atrativas para a vespa-da-madeira.(IEDE et al., 1996).

7.2 MONITORAMENTO POR FOTOGRAFIAS AÉREAS

O uso de fotografias aéreas é uma ferramenta importante para o mapeamento e possível monitoramento da presença bem como dos danos causados pela vespa-da-madeira (PONZONI, 1996).

Uma das aplicações potenciais de fotografias aéreas na atividade florestal se dá no monitoramento das pragas florestais. Em termos nacionais, os exemplos aplicados desta técnica são poucos (PONZONI, 1996).

Nesta técnica, o sobrevôo é efetuado em um avião de pequeno porte, com quatro pessoas, estando duas equipadas com câmeras fotográficas 35mm. Um dos fotógrafos posiciona-se no assento atrás do piloto, tomando fotografias inclinadas através da janela aberta da aeronave. O outro fotógrafo, posicionando-se ao lado do piloto, obtém também fotografias inclinadas, só que através da janela do avião. Realizam-se diversos vôos circulares no perímetro da área fotografada a alturas de 300 e 600 m (DISPERATI, 1995). As fotografias servem de apoio para elaboração do mapa de danos (escala 1:5.000) e orientação no trabalho de campo.

O resultante do vôo é um vasto material foto interpretativo, porém nem sempre todas as fotografias são ideais para a interpretação, devido às possíveis sombras das nuvens e variações de inclinação da câmera (DISPERATI, 1995).

De maneira geral, as fotografias aéreas inclinadas baixas são mais adequadas para análise, tendo visto os maiores detalhes das copas e a pouca variação de escala gráfica, enquanto que as inclinadas altas (em que aparece a linha do horizonte) são mais genéricas e informativas por abrangerem extensas áreas do terreno, por serem obtidas com maior ângulo de inclinação. Nas fotografias inclinadas altas, em face da variação acentuada de escala, utiliza-se para a interpretação, geralmente, apenas o primeiro terço da fotografia (DISPERATI, 1995).

Segundo Ponzoni (1996), os sinais externos mais visíveis nas árvores de *Pinus* atacadas pela vespa-da-madeira são: progressivo amarelecimento da copa, que posteriormente torna-se marrom avermelhada, perda de acículas e respingos de resina na casca. Este último sinal é o único que não pode ser visualizado nas fotografias aéreas. Um dos elementos fundamentais na fotointerpretação é a tonalidade, e no caso das fotografias aéreas observa-se a cor das copas das árvores e se a árvore está com ou sem acículas.

O conhecimento dos danos típicos relacionados à praga e que aparecem nas fotografias aéreas ou mesmo em outros produtos de sensores remotos é genericamente caracterizado como “assinatura de danos” (PONZONI, 1996).

7.3 ÁRVORES-ARMADILHA

O monitoramento da vespa-da-madeira é realizado, principalmente pela utilização de árvores-armadilha. Este método auxilia o acompanhamento da dispersão e o controle desta praga (PENTEADO et al., 2002).

Como a vespa é atraída preferencialmente para árvores estressadas, o uso de herbicidas permite o estressamento artificial das mesmas, tornando-as atrativas ao inseto. Tal fato facilita a detecção precoce da praga (PENTEADO et al., 2002).

A escolha do método de detecção, bem como a intensidade de aplicação do método, deve basear-se numa análise de risco de introdução e dispersão da praga em cada região. A Embrapa Florestas (PENTEADO et al., 2002), de modo geral, recomenda que árvores-armadilha sejam instaladas em grupos de cinco árvores, de preferência com DAP entre 10 a 20 cm, variando a distância entre grupos, de acordo com o local onde a praga se encontra, tal como:

- em áreas onde *Sirex* está presente, bem como em áreas distantes até 10km do foco, instalar grupos de cinco árvores a cada 500 m.
- a uma distância de 11 a 50 km do foco, os grupos deverão ser espaçados a cada 1000 m.
- acima de 50 km do foco, principalmente em áreas de fronteira, os grupos deverão ser distanciados a cada 10 km.
- em áreas onde o inseto está a mais de 200 km, a vigilância florestal é a técnica mais adequada.

A instalação deve ser feita em locais de fácil acesso, procurando cobrir toda a área do reflorestamento.

Outras recomendações que devem ser seguidas, de acordo com Penteado et al. (2002) são:

- a instalação de árvores-armadilha, no Brasil, deve ser realizada entre os meses de agosto e setembro, ou seja, aproximadamente dois meses antes do pico populacional dos adultos da vespa-da-madeira que ocorre, geralmente, entre novembro e dezembro
- os grupos de árvores-armadilha deverão ser revisados entre fevereiro e maio para verificar-se a presença do ataque do inseto
- o processo de instalação de árvores-armadilha deverá ser efetuado todo ano, visto que há um progressivo decréscimo na atratividade à praga, de um ano para outro.

As árvores-armadilha devem ser instaladas em povoamentos com risco de ataque, com alta densidade de plantas por hectare, por exemplo, e naqueles que apresentem uma porcentagem de ataque de até 1%. Em níveis de ataque superiores a este, a eficiência do método é reduzida, devendo-se interromper a instalação de árvores-armadilha e investir mais em medidas de controle (PENTEADO et al., 2002).

Os objetivos da utilização de árvores-armadilha são: detectar a presença da vespa-da-madeira em baixos níveis populacionais, principalmente em povoamentos com suspeita ou risco de ataque, proporcionar pontos para inoculação de nematóides e criar locais para liberação de parasitóides (PENTEADO et al., 2002).

Conforme previsto na Resolução Secretarial nº 115 de 26/08/2009 da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, aproximadamente dois meses antes do pico populacional dos adultos da vespa-da-madeira (PENTEADO et al., 2002)

Deve ser dada prioridade de instalação para: plantios localizados próximos ao foco de dispersão da praga, de estradas onde há grande circulação de mercadorias ou próximas a indústrias de transformação de madeiras; plantios localizados em sítios de solos ruins; plantios sem desbaste; plantios em idade de risco, em função do manejo adotado e plantios que sofreram qualquer tipo de dano, provocado por fatores bióticos e/ou abióticos (PENTEADO et al., 2002).

7.3.1 Método para instalação de árvores-armadilha

Para que a árvore funcione como armadilha, ela deve ser estressada, tornando-se atrativa para a vespa-da-madeira, o que pode ser realizado pela aplicação do herbicida. (PENTEADO et al., 2002).

Para se instalar os grupos de árvores-armadilha, segundo Penteado et al. (2002), deve-se:

1. Decidir antecipadamente o local e o número de grupos que deverão ser instalados;
2. Os grupos deverão ser de cinco árvores, de preferência com DAP entre 10 e 20 cm, eliminando-se as árvores mortas;
3. Em povoamentos sem desbaste, o grupo deve seguir uma linha; em povoamentos com desbaste, pode ser espalhado;
4. Identificar cada árvore com o número de seu grupo;
5. Modo de aplicação do herbicida:
 - Retirar os ramos da parte inferior para facilitar a operação.
 - Fazer um entalhe com uma machadinha, num ângulo de aproximadamente 45° e injetar uma dose de 1 a 2 ml do herbicida Padron a 10% ou Tordon a 10%, com uma seringa.
 - Em árvores com DAP abaixo de 30cm, deve-se aplicar uma dose a cada 10 cm de circunferência; em árvores com DAP superior a 30cm, aplicar a cada 8 cm de circunferência.
 - Registrar data, local de instalação, diâmetro médio da árvore, número do grupo, etc.
6. Quando a porcentagem de árvores atacadas for superior a 1%, deve-se suspender a instalação de árvores-armadilha.

7.3.2 Revisão das árvores-armadilha

Os grupos de árvores-armadilha deverão ser revisados para se verificar a presença do inseto (PENTEADO et al., 2002).

Durante esses meses, deve ser realizada uma inspeção, observando-se os seguintes aspectos (PENTEADO et al., 2002):

- presença de respingos e/ou escorrimento de resina;
- presença de manchas marrom-alaranjadas do fungo simbiote *Amylostereum areolatum*, abaixo da casca, próximo à perfuração de postura da *S. noctilio*. A mancha do fungo é difícil de ser detectada, mas pode indicar a presença de *Sirex*;
- constatando-se as duas características anteriores, a árvore dever ser derrubada para a inspeção, verificando-se a presença de galerias e larvas no interior da madeira;
- de cada árvore deve ser tomado um número mínimo de cinco amostras de 1m de comprimento da seguinte forma:
 1. uma amostra no terço inferior da árvore, a 2 m de altura;
 2. três amostras do terço médio, retirando-se uma amostra a cada metro;
 3. uma amostra do terço superior.
- cada amostra de 1 m deve ser cortada em pedaços de 0,25 m de comprimento, e partida em pelo menos em 8 pedaços em sentido longitudinal;
- procurar pela presença de galerias circulares e ovais, de comprimentos e diâmetros variados, contando com a característica marcante de que há serragem compactada dentro delas e por presença de orifícios de emergência dos adultos. Se os orifícios de emergência apresentarem coloração creme (amarelo-claro), são orifícios do ano corrente; se estão acinzentados, são orifícios de anos anteriores.

7.4 AMOSTRAGEM SEQUENCIAL

De acordo com Haugen et al. (1990), as opções disponíveis para o monitoramento de *Sirex* em plantios de *Pinus*, na Austrália, caracterizam-se pela baixa precisão e pelo alto custo operacional, ressaltando a necessidade do desenvolvimento de métodos mais práticos e econômicos.

A amostragem aérea, com mapeamento das árvores atacadas e a subsequente comprovação através da realização de uma amostragem terrestre, foi utilizada para o monitoramento de áreas atacadas por *S. noctilio* na Austrália (HAUGEN et al., 1990). Porém, como as árvores dominadas não são facilmente visíveis em inspeções aéreas, esse tipo de avaliação não é recomendado,

principalmente em casos de ataque inferiores a 5%. Segundo Haugen et al. (1990) a utilização de fotografias aéreas pode ser um método eficiente, entretanto a técnica precisa ser melhor investigada (HAUGEN et al., 1990).

O National *Sirex* Co-ordination Committee (1991) recomendou, inicialmente, a realização de uma amostragem aérea, com o objetivo de avaliar grandes áreas e possibilitar a estratificação destas, em áreas menores para posterior amostragem via terrestre. Na amostragem terrestre, foi recomendada a utilização de transectos, com a verificação de todas as árvores existentes ao longo de duas filas. Por este método, o número de árvores a serem avaliadas, por talhão, geralmente é variável, sendo, no entanto, necessária a amostragem de pelo menos 2 a 3% do total de árvores, ou seja, em torno de 500 árvores por talhão.

Penteado et al. (1993) desenvolveram a técnica da amostragem seqüencial para avaliação dos níveis de ataque da *S. noctilio* em plantios de *Pinus* spp.

7.4.1 Utilização da Tabela de Amostragem Sequencial

Segundo Penteado et al. (1993), pela utilização da tabela de amostragem seqüencial (Tabela 1), deve-se iniciar amostrando um mínimo de 68 árvores (este número foi definido em função de um erro amostrável aceitável); anotar, na segunda coluna da tabela, o número de árvores atacadas da amostra e comparar com o número mínimo de árvores atacadas requerido na terceira coluna da tabela, neste caso, 34; se o número de árvores atacadas da amostra for igual ou maior que 34, considerar a amostra completada; se este número for inferior a 34, continuar o processo amostrando mais 6 árvores, totalizando 74. Continuar até que seja obtido o número de árvores atacadas requerido na terceira coluna da tabela; quando se atinge 272 árvores amostradas, deve-se interromper a amostragem, utilizando-se para o cálculo da porcentagem de ataque, o número de árvores atacadas encontradas na amostra; o percentual de árvores atacadas é calculado por:

$$\% \text{ de ataque} = 100 \left(\frac{\text{número de árvores atacadas}}{\text{número de árvores amostradas}} \right)$$

Tabela 1- Amostragem sequencial para avaliação do nível de ataque de *Sirex noctilio* em plantios de *Pinus* spp.

NÚMERO DE ÁRVORES AMOSTRADAS	NÚMERO DE ÁRVORES ATACADAS	
	ATACADAS DA AMOSTRA	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		*

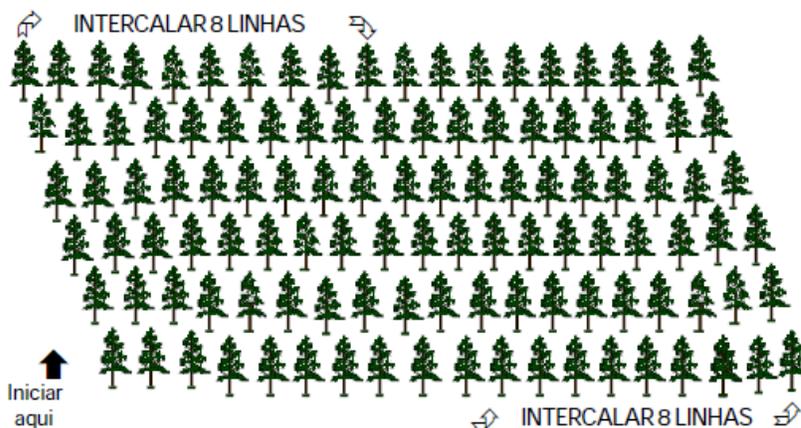
* Neste ponto, interromper a amostragem, independente do número de árvores atacadas encontradas na amostra.

(Fonte: Embrapa, 2002)

7.4.2 Forma de Caminhamento

Deve-se realizar uma amostragem por talhão de até 50 ha; caminhar ao longo de uma linha, avaliando, no máximo, 40 árvores; ao final de cada linha, intercalar oito linhas e retornar avaliando até 40 árvores na décima linha e assim sucessivamente, até o término da amostragem; se o talhão não for homogêneo,

realizar pelo menos mais uma amostragem, calculando-se a porcentagem de árvores atacadas pela média das amostragens realizadas.



(Fonte: Embrapa, 2002)

7.4.3 Épocas da Realização da Amostragem:

O ataque dos insetos adultos da vespa-da-madeira ocorre, geralmente, da segunda quinzena de outubro até a primeira quinzena de janeiro. Assim, a partir do mês de março, grande parte das árvores já apresenta os sintomas de ataque. A realização das amostragens entre os meses de março e maio permitirá, além de se conhecer os níveis de ataque, o planejamento do número de árvores a serem inoculadas com o nematóide. Amostragens realizadas posteriormente (junho/julho) permitirão o cálculo da mortalidade total das árvores do período, entretanto, prejudicará o planejamento e execução da operação de aplicação de nematóides.

De acordo com Waters (1955) a amostragem sequencial caracteriza-se por utilizar um tamanho de amostra flexível, em contraste aos procedimentos convencionais, os quais, usualmente, especificam um número fixo de unidades amostrais. Os dados da unidade amostral podem ser contados ou simplesmente registrados como presente ou ausente, sendo despendido um tempo menor para a realização da atividade.

8 MEDIDAS DE CONTROLE

Muitas experiências bem sucedidas onde *S. noctilio* foi introduzido, demonstram que o controle biológico, associado a medidas de prevenção é a maneira mais econômica e eficiente para o combate deste inseto, principalmente por se tratar de uma praga exótica, introduzida sem o seu complexo de inimigos naturais (PENTEADO et al., 2002).

Para a implantação de um programa de controle biológico da vespa-da-madeira, no Brasil, foram utilizados o nematóide *Deladenus (=Beddingia) siricidicola* e os parasitóides, *Ibalia leucospoides*, *Rhyssa persuasoria* e *Megarhyssa nortoni*, visando proporcionar uma maior estabilidade da praga com seu ecossistema (PENTEADO et al., 2002).

8.1 USO DO NEMATÓIDE *Deladenus (=Beddingia) siricidicola*

O agente de controle biológico mais efetivo da vespa-da-madeira é o nematóide *Deladenus (=Beddingia) siricidicola*, que age por esterilização das fêmeas.

De acordo com Poinar (1975), este nematóide tem a mesma origem de seu hospedeiro (*S. noctilio*), ou seja, Europa, Ásia e norte da África e apresenta a seguinte classificação: Filum: *Nemata*; Classe: *Secernentea*; Ordem: *Tylenchidae*; Superfamília: *Tylenchoidea*; Família: *Neotylenchidea*; Subfamília: *Neotylenchinae*; Gênero: *Deladenus*; Espécie: *Deladenus (=Beddingia) siricidicola*.

O primeiro registro de *Deladenus (=Beddingia) siricidicola* foi feito na Ilha do Norte, Nova Zelândia, por ZONDAG, no ano de 1962, em uma fêmea de *S. noctilio*. Posteriormente, foi constatada a presença deste nematóide em quase todas as florestas de *Pinus* daquela pequena ilha (ZONDAG, 1969).

Segundo Bedding (1972), *Deladenus (=Beddingia) siricidicola* é encontrado parasitando *S. noctilio* F., *S. juvencus* L., *S. cyaneus* F., *S. nitobei* matsumura, *Xeris spectrum* L. e um coleóptero associado com estas espécies, *Serropalpus barbatus* (Schall). As espécies *S. noctilio*, *S. juvencus*, *S. cyaneus* e *S. nitobei* estão associadas ao mesmo fungo simbiote, *A. areolatum*.

Segundo NUTTAL (1980), *Deladenus* (=Beddingia) *siricidicola* pode ser encontrado na natureza apenas no interior de *Sirex* spp. ou em madeira que contenha o fungo *A. areolatum* em desenvolvimento.

O estudo da biologia desse nematóide foi realizado por BEDDING (1967; 1972), o qual verificou a ocorrência de dois ciclos de vida, sendo um de vida livre ou micetófago (o tamanho dos nematóides é de 1 a 2 mm de comprimento) e outro de vida parasítica (com tamanho de 5 a 20 mm de comprimento).

O ciclo de vida livre inicia quando, durante a postura, as fêmeas de *S. noctilio* parasitadas pelo nematóide, colocam seus ovos contendo nematóides juvenis nas árvores de *Pinus* spp. juntamente com os esporos do fungo *A. areolatum*. Os nematóides juvenis eclodem dos ovos do hospedeiro poucas horas após a postura. Quando o teor de umidade é muito alto, o deslocamento destes nematóides é lento, aumentando à medida que a umidade vai diminuindo, sendo mais adequado quando se aproxima de 50% (baseado no peso seco). Os juvenis começam a se alimentar do fungo e tornam-se nematóides adultos de vida livre ou micetófagos, colocando muitos ovos dentro dos traqueóides, ao redor dos locais de postura, nos canais de resina e sob a casca.

Nestas áreas relativamente assépticas, onde fungo é esparso, os nematóides juvenis desenvolveram-se apenas como forma de vida-livre. No entanto, nos arredores das larvas de *S. noctilio*, eles podem se desenvolver como adultos de vida parasítica (BEDDING, 1972).

As fêmeas micetófagas são ovíparas e apresentam um estilete pequeno e delicado adaptado para sugar os fluidos das hifas do fungo. Os machos apresentam grandes espermatozóides, com formato amebóide (BEDDING, 1984). O ciclo de vida livre pode se repetir indefinidamente (BEDDING, 1972).

No ciclo de vida parasítico, as fêmeas parasíticas ou infectivas apresentam um estilete duas vezes mais longo e mais largo que o da forma de vida-livre, sendo adaptado para perfurar a espessa cutícula da larva hospedeira. Os machos de vida parasítica contêm espermatozóides muito pequenos e nunca acasalam com fêmeas micetófagas, assim como os machos micetófagos nunca acasalam com fêmeas parasíticas (BEDDING, 1972). No habitat natural, dentro da árvore, as fêmeas infectivas são geralmente produzidas nos arredores das larvas de *Sirex*, onde estão presentes muitos microorganismos. Alguns destes produzem ácido láctico, levando à

formação de nematóides de vida parasítica (BEDDING, 1984). De acordo com Bedding (1992), a produção de nematóides de vida parasítica ocorre quando estão presentes altas concentrações de CO₂ e um baixo pH. Na ausência de larvas de *S. noctilio*, os níveis de CO₂ não são suficientemente altos e o pH não é suficientemente baixo para promover o desenvolvimento de formas infectivas.

Apenas as fêmeas infectivas, adultas e acasaladas penetram nas larvas de *S. noctilio*. Com o auxílio do estilete, o nematóide perfura a cutícula, penetrando na larva de *S. noctilio*. Alguns segundos após a penetração uma pequena quantidade de hemolinfa sai do local, surgindo poucas horas após uma mancha característica, melanizada, na superfície do corpo da larva. Estas manchas ou cicatrizes são circulares, apresentam coloração marrom-alaranjado ou marrom-escuro e situam-se na hipoderme. Estas cicatrizes podem desaparecer durante a ecdise (BEDDING, 1972).

Em uma única larva hospedeira podem penetrar mais de 100 nematóides, mas, usualmente, penetram de 5 a 20 nematóides e cada fêmea infectiva produz em torno de 10.000 juvenis (BEDDING, 1972).

Quando o hospedeiro inicia a pupação, ocorre a produção de milhares de ovos, os quais são fecundados e eclodem dentro da fêmea do nematóide (BEDDING & AKHURST, 1974). Logo após, as formas juvenis saem do corpo do nematóide, localizando-se na hemocele da pupa hospedeira. Posteriormente migram para os órgãos reprodutores do hospedeiro e, no caso de fêmeas, os nematóides penetram em todos os seus ovos, suprimindo o desenvolvimento dos ovários, tornando-as estéreis. Cada ovo pode conter de 50 a 200 nematóides. Nos hospedeiros machos, os testículos tornam-se uma sólida massa de milhares de nematóides juvenis (BEDDING, 1972). No entanto os machos permanecem férteis, pois 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).

Bedding (1992) relatou que, quando a fêmea de *S. noctilio* parasitada emerge de uma árvore, ela pode conter na sua hemocele de uma a 100 fêmeas adultas de nematóide, e que elas geralmente já liberaram a maioria dos juvenis que estavam no interior do seu corpo para a hemocele da *S. noctilio*.

Na maioria das linhagens de *S. noctilio* presentes na Austrália, os juvenis iniciam a entrada nos ovários bem antes do final da pupação do hospedeiro, causando a supressão do desenvolvimento ovariano e uma grande redução no tamanho e no número de ovos produzidos. Nestes casos, geralmente todos os ovos contêm juvenis e milhares deles também podem ser encontrados livres nos ovários e ovidutos. Muito raramente são encontrados não contendo juvenis, e estes são pequenos e abortivos (BEDDING, 1972).

8.1.1 Eficiência de *Deladenus (=Beddingia) siricidicola*

Bedding & Akhurst (1974) relataram que, 70% das fêmeas de *Sirex* que emergiam de árvores inoculadas com o nematóide se encontravam parasitadas.

A ocorrência de níveis de parasitismo próximos a 90%, nas florestas de North Island, foi relatada por Zondag (1979).

Bedding (1992) observou que *Deladenus (=Beddingia) siricidicola* apresenta densidade dependente (quando a população de uma espécie aumenta ou diminui em dependência à outra), podendo atingir níveis de parasitismo próximos a 100%. Este mesmo autor relatou que, as aplicações realizadas entre 1987 e 1989, na Austrália, resultaram em menos de 25% de insetos parasitados. Investigações realizadas por Haugen & Underdown (1993) demonstraram que a causa do baixo parasitismo teria sido a perda de infectividade da linhagem de *Deladenus (=Beddingia) siricidicola*. Isto teria ocorrido por causa das contínuas sub-culturas em laboratório na forma de vida-livre, sem a passagem pela forma de vida parasítica, resultando em uma linhagem que, atualmente, raramente dá origem a forma de vida parasítica, mesmo encontrando as condições ideais na madeira.

Culturas deste agente foram enviadas da Austrália para o Brasil em 1989 e 1990. As primeiras liberações foram realizadas no final de agosto de 1989 e, nos anos posteriores, no período de fevereiro a agosto (IEDE et al., 1989).

Bedding (1992) concluiu que a linhagem que se tornou defectiva poderá atingir altos níveis de parasitismo apenas quando a porcentagem de mortalidade, devido ao ataque de *S. noctilio* estiver acima de 10%. No início do programa de controle de *S. noctilio* na Austrália, esta linhagem produzia altos níveis de parasitismo, mesmo em plantios onde a mortalidade de plantas devido ao ataque da

praga era menor que 1%. Em função disso, foram realizadas novas coletas de nematóides em árvores de *P. radiata*, nas florestas Kamona, em Scottsdale, Austrália, onde o nematóide foi liberado uma única vez, em 1970 (BEDDING, 1972). Esta linhagem já está sendo utilizada em nível de campo na Austrália e foi importada pelo CNPF/EMBRAPA, em julho de 1994. Em 1995, as inoculações de nematóides, no Brasil, passaram a ser realizadas com esta nova linhagem (IEDE et al., 2002).

Este nematóide é o principal inimigo natural da vespa-da-madeira. A produção do nematóide ocorre no laboratório de entomologia da Embrapa Florestas. Para manutenção de culturas os nematóides são multiplicados em placas de Petri, utilizando-se como meio de cultura o BDA; para a criação massal de nematóides usa-se frascos de Erlenmeyer, utilizando-se como substrato grãos de trigo (os nematóides mantêm sua infectividade em culturas no laboratório por 6 meses). Esta produção conta com o apoio do Fundo Nacional de Controle à vespa-da-madeira – FUNCEMA (PENTEADO et al., 2002).

A Embrapa Florestas faz a produção em massa de nematóides e envia aos produtores com plantios atacados pela praga. Os nematóides são distribuídos na forma de doses de 20 ml, contendo, cada uma, cerca de um milhão de nematóides e com cada dose é possível fazer a aplicação em cerca de 10 árvores.

8.1.2 Preparo do inóculo

Para que sejam atingidos altos níveis de parasitismo são necessários alguns cuidados com o armazenamento, preparo, transporte e aplicação deste nematóide (PENTEADO et al., 2002).

O preparo do inóculo para uma dose de nematóides deve seguir as seguintes recomendações:

- ferver 100 ml de água;
- dissolver 30 g de gelatina em pó, sem sabor, em uma pequena quantidade de água fria;
- aguardar 2 ou 3 minutos e adicionar os 100 ml de água fervendo, mexendo constantemente;

- em batedeira, na velocidade média, misturar a gelatina até ficar completamente dissolvida (pelo menos dois minutos), deixando esfriar por 10 minutos (Figura 10);



(Fig. 10) Preparo da gelatina para o inóculo
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)

- adicionar 200 ml de água gelada (1°C a 2°C) à gelatina dissolvida;
- na velocidade máxima da batedeira, misturar a solução até atingir uma consistência cremosa (aproximadamente 2 minutos);
- reduzir a velocidade e adicionar uma dose de nematóide e algumas gotas de corante líquido;
- continuar batendo até o corante ficar bem distribuído (em torno de 1 minuto);
- despejar a mistura dentro de um saco plástico resistente, procurando retirar o máximo possível do material da tigela e das hastes da batedeira;
- acomodar o saco plástico contendo o inóculo em uma caixa de isopor, com gelo, para o transporte ao campo.

8.1.3 Aplicação do nematóide

Conforme recomendação de Penteado et al. (2002), para aplicação do nematóide, deve-se selecionar árvores atacadas pela vespa-da-madeira, com as seguintes características: copas com acículas amareladas, presença de respingos de resina no tronco e ausência de orifícios de emergência de insetos adultos.

Após a seleção, deve-se derrubar a árvore e desgalhar, para facilitar o acesso ao tronco. Em seguida, com o martelo de aplicação (martelo especial para fazer

orifícios nos quais será introduzida a gelatina com os nematóides diluídos) (Fig. 11), deve-se fazer orifícios ao longo do tronco, de modo que o martelo retorne livremente, sem ser puxado para fora, para uma perfuração bem feita.

A distância entre os orifícios deve ser de aproximadamente 30cm, distribuídos da seguinte maneira: nas regiões da árvore com diâmetro entre 5 e 15cm, fazer uma única fileira de orifícios; nas regiões da árvore com diâmetro superior a 15 cm, fazer duas fileiras de orifícios, sendo estas paralelas e equidistantes.

Para abastecer a seringa ou bisnaga, deve-se fazer um pequeno orifício no canto do saco plástico e pressionar o inóculo para dentro da bisnaga, evitando a formação de bolhas de ar. Em seguida, deve-se inserir a bisnaga ou seringa no orifício de inoculação e fazer uma leve pressão com o dedo indicador para que o inóculo entre em contato com a parte interna do orifício (Fig. 12).

O número de árvores a serem inoculadas é variável, sendo, em áreas com uma a cinco árvores atacadas por hectare, deve-se inocular todas as árvores atacadas e estabelecer grupos de árvores-armadilhas distribuídas em malhas de 500 metros; em áreas com 6 a 25 árvores atacadas por hectare, inocular 5 árvores por hectare e estabelecer grupos de árvores- armadilha em malhas de 500 metros; onde houver 25 ou mais árvores atacadas por hectare, inocular 20% destas árvores.



(Fig. 11) Martelo para perfuração do tronco
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteadó)



(Fig. 12) Aplicação do inóculo
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteadó)

8.1.4 Cuidados na utilização do nematóide

As doses de nematóides devem ser mantidas na parte inferior da geladeira, a uma temperatura entre 5°C a 8°C, para não ocorrer congelamento e inviabilidade dos nematóides, sendo que elas apresentam uma validade de 7 dias (PENTEADO et al., 2002).

O transporte do inóculo deve ser feito em uma temperatura entre 5°C e 15°C. Geralmente se faz isto, colocando uma bolsa de gelo no fundo de uma caixa de isopor, recobrando-a com camadas de folhas de jornal e colocando o saco plástico com o inóculo sobre o jornal a fim de evitar o congelamento do inóculo pelo contato direto com o gelo, devendo-se evitar o armazenamento do inóculo de um dia para o outro (PENTEADO et al., 2002).

A inoculação dos nematóides deve ser realizada preferencialmente entre os meses de março e julho, com temperatura ambiente entre 7°C e 20°C, pois temperaturas superiores ou inferiores provocam a morte dos nematóides. Não se deve realizar a aplicação em dias chuvosos para não ocorrer lavagem dos mesmos (PENTEADO et al., 2002)

8.2 USO DE INSETOS PARASITÓIDES

A vespa-da-madeira também pode ser controlada com a utilização dos parasitóides *Rhyssa persuasoria* (Fig. 13) e *Megarhyssa nortoni* (Fig. 14) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Ibalia leucospoides* (Fig.15) (Hymenoptera: Ibalidae).

A espécie *R. persuasoria* pode se reconhecer por apresentar o corpo preto, com manchas brancas localizadas na cabeça, tórax e abdômen. As pernas são de cor marrom-avermelhada e as antenas totalmente pretas. O comprimento varia de 9 mm a 9,35 mm. As fêmeas apresentam um ovipositor um pouco mais longo que o comprimento do corpo. O abdômen do macho é alongado e levemente alargado na região posterior (PENTEADO et al., 2002)

A espécie *M. nortoni* apresenta coloração marrom, preta e amarela, tendo uma fileira de manchas ovais ao longo de cada lado do abdômen, sendo as pernas de cor amarela ou levemente marrons e as antenas totalmente pretas. O

comprimento varia de 15 mm a 45 mm. As fêmeas apresentam um ovipositor semelhante ao da *R. persuasoria*, porém mede duas vezes o comprimento do corpo. O abdômen do macho é geralmente longo e estreito, mas nos espécimes muito pequenos, este é levemente alargado (PENTEADO et al., 2002).



(Fig. 13) Fêmea de *R. persuasoria*
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)



(Fig. 14) Fêmea de *M. nortoni*
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)



(Fig.15) Fêmea de *I. leucospoides*
(Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado)

Devido ao fato de apresentarem um longo ovipositor, atacam larvas em estágios mais avançados de desenvolvimento. Estes parasitóides são atraídos para o seu hospedeiro pelo odor emanado por árvores atacadas pela vespa-da-madeira, odor este exalado pelo fungo simbiote *Amylostereum areolatum* (PENTEADO et al., 2002).

As fêmeas de *Rhyssa* e *Megarhyssa* realizam perfurações na madeira ao acaso, com o seu ovipositor, até encontrar uma larva de vespa-da-madeira, a qual recebe uma picada e é paralisada. Então, um ovo é colocado sobre a larva hospedeira que, quando a larva eclode, inicia a sua alimentação destruindo-a totalmente. Posteriormente, as larvas dos parasitóides permanecem nas galerias construídas pelas larvas da vespa-da-madeira, até empuparem, quando se localizam próximas a casca. Os adultos, para emergirem, mastigam a madeira, abrindo o orifício por onde saem (PENTEADO et al., 2002). Estas duas espécies foram

introduzidas no Brasil e liberadas em campo, porém o seu estabelecimento ainda não foi registrado.

As fêmeas de *Ibalia leucospoides* apresentam a cabeça preta com antenas quase tão longas quanto o abdômen. O tórax é preto e pelo menos duas vezes mais longo do que largo. As asas apresentam coloração cinza e as pernas são escuras, tendendo para as cores avermelhadas. O abdômen da fêmea em vista dorsal é semelhante a uma lâmina, variando em tamanho de 7,5 mm a 14,1 mm. A principal diferença existente nos machos é a característica do abdômen que, em vista lateral, apresenta um contorno muito diferente, apresentando a porção posterior muito menos aguda, medindo entre 6,5 mm e 12 mm de comprimento (PENTEADO et al., 2002).

8.2.1 Uso do parasitóide *I. leucospoides*

Segundo Weld (1952), o gênero *Ibalia* é o único endoparasitóide de larvas de Siricidae encontrado em áreas florestadas na Europa, Ásia e América do Norte.

De acordo com Clausen (1962), *I. leucospoides* apresenta a seguinte classificação: Ordem: Hymenoptera; Subordem: Apocrita; Família: Ibalidae; Subfamília: Ibaliinae; Gênero: *Ibalia*; Espécie: *I. leucospoides* Hochenwald.

Conforme Weld (1952), Rebuffo (1990) e Carvalho (1992), *I. leucospoides* encontra-se distribuída na França, Inglaterra, Alemanha, Áustria, Rússia e introduzida na Nova Zelândia, Tasmânia, continente australiano, Uruguai e Brasil.

Os hospedeiros de *I. leucospoides*, segundo Weld (1952), são: *Sirex juvencus*, *S. cyaneus*, *Urocerus gigas* e possivelmente *Xeris spectrum*.

O controle biológico de *S. noctilio* com parasitóides iniciou-se na Nova Zelândia em 1962 (CHRYSTAL, 1930; HANSON, 1939). Entre 1959 e 1960, *I. leucospoides* foi introduzido na Tasmânia através de coletas na Nova Zelândia (TAYLOR, 1976; 1981).

Quando *S. noctilio* foi detectada no continente australiano, devido à existência de extensos plantios de *P. radiata* naquele país, foi criado, em 1962, o “National *Sirex* Fund” e o Programa de Controle Biológico de *S. noctilio*, que teve como objetivo a coleta de parasitóides nos locais de origem de praga, a sua criação em laboratório e sua liberação em campo (TAYLOR, 1976).

Em 1984 foi constatada a presença de *I. leucospoides* no Uruguai, onde foi provavelmente introduzido junto com *S. noctilio* (REBUFFO, 1988).

A presença de *I. leucospoides* no Brasil foi registrada pela primeira vez em 1990, em povoamentos de *P. taeda* atacados pela vespa-da-madeira, no município de São Francisco de Paula, RS (CARVALHO, 1992). Posteriormente, foi detectada a sua presença em Encruzilhada do Sul, RS e em maio de 1992, no município de Lages, SC. Atualmente esta espécie encontra-se distribuída em quase todas as áreas onde há presença de seu hospedeiro. Em alguns casos, foram realizadas criações em laboratório e liberações em campo por parte de empresas reflorestadoras, com o objetivo de introduzir o parasitóide em áreas onde ele ainda não estava presente ou na tentativa de melhorar os níveis de parasitismo (CARVALHO, 1992).

Chrystal (1930) encontrou mais de duas larvas do parasitóide em uma única larva hospedeira. No entanto, Carvalho (1992) verificou que mais de um ovo pode ser colocado sobre uma mesma larva hospedeira, mas apenas uma larva do parasitóide sobrevive.

Os machos emergem geralmente antes das fêmeas e permanecem nos arredores das árvores para esperar a emergência delas (CHRYSTAL, 1930). No Brasil, Carvalho (1992) observou que o período de emergência ocorre entre os meses de novembro e janeiro e entre abril e maio.

Carvalho (1992) verificou que a duração do ovo até a emergência do adulto, no Brasil, foi de 90 a 95 dias, observada em adultos de *S. noctilio* de ciclo curto de desenvolvimento. Entretanto, Chrystal (1930), na Inglaterra, observou um ciclo não inferior a três anos.

Segundo Spradbery (1974) *I. leucospoides* localiza seu hospedeiro pelo odor emanado dos orifícios de postura realizados pela fêmea hospedeira. Madden (1968) observou que o fator responsável pela atração do parasitóide é o fungo *A. areolatum*.

Morgan & Stewart (1966) verificaram que a atração do parasitóide é olfatória e que se deve, em parte, à presença do fungo simbionte e principalmente a alguma secreção emanada do corpo da larva hospedeira. Verificou também que esta secreção atrativa está presente em alta concentração na fase larval.

Spradbery (1974) determinou que *I. leucospoides* tem preferência pelo fungo simbiote de *S. noctilio*.

De acordo com Chrystal (1930), antes de iniciar a postura, a fêmea de *I. leucospoides* realiza uma inspeção na casca da árvore com o auxílio de suas antenas. Quando encontra um local adequado, introduz as antenas dentro do orifício de postura de *S. noctilio* e inspeciona os túneis realizados pela fêmea do seu hospedeiro. Para a postura propriamente dita, a fêmea abaixa o sétimo dos esternitos abdominais (hipopígio), introduzindo-o nas fissuras existentes na casca da árvore, realizando movimentos ritmados para cima e para baixo para a deposição dos ovos.

Sweetman (1958), citado por Carvalho (1992), verificou que o período de incubação dos ovos pode variar de 6 meses a 1 ano e Chrystal (1930) observou que a eclosão de dois a três meses ou até um ano após a postura.

O estágio larval é composto por quatro íntares, sendo que três deles ocorrem no interior da larva hospedeira e o último externamente, quando a larva do parasitóide é encontrada nas galerias da madeira. Difere das larvas de *S. noctilio* pela ausência do espinho supra-anal, característica das larvas da vespa-da-madeira (NUTTAL, 1980).

Os primeiros indícios da fase de pré-pupa são o enrugamento coradual da cutícula e o surgimento, na cabeça, de dois pentes de coloração roxa, que serão os futuros olhos. Nesta fase, o parasitóide dirige-se para as proximidades da casca da árvore, onde empupa, permanecendo por cinco a seis semanas (CHRYSTAL, 1930).

8.2.2 Eficiência de *I. leucospoides*

Segundo Taylor (1967), *I. leucospoides* pode dispersar-se rapidamente a longas distâncias e, quando atinge novos locais, reproduz-se intensamente. Foi observado também que *I. leucospoides* é mais eficiente em clima seco. Taylor (1976) constatou que esta espécie apresenta uma excelente capacidade reprodutiva, independente de existir alimento disponível sendo, portanto, um dos mais eficientes parasitóides de *S. noctilio*.

Neumann et al. (1987) observaram que as espécies de *Ibalia*, na Austrália, estabeleceram-se em todas as áreas infestadas por *Sirex* onde foram liberadas,

apresentando grande capacidade de dispersão. Fry (1981), citado por Neumann et al. (1987), relatou que em plantios de *P. radiata* no “Central Gippsland” (Austrália), no período de três anos, foi registrado um aumento de 12% pra 32,4% no nível de parasitismo das espécies de *Ibalia*.

Na Tasmânia e Victoria, Taylor (1967) observou que *I. leucospoides* estabeleceu-se muito bem em todos os locais onde foi liberada, tendo sido registrada a uma distância de até 80 quilômetros dos locais de liberação. Neumann et al. (1987) constataram que, em plantios comerciais em Victoria, as espécies de *Ibalia* limitaram-se a um parasitismo entre 12,7% e 28,9%. Em alguns levantamentos realizados no Uruguai, Rebuffo (1990) verificou um nível médio de parasitismo de 24%. No Brasil, Carvalho (1992) registrou no município de São Francisco de Paula, RS, na revoada de abril a maio, um índice de parasitismo de 29,05% e na revoada de novembro a janeiro 30, 09%. Silva (1995) constatou em Encruzilhada do Sul- RS e Lages-SC porcentagens de parasitismo de, respectivamente, 29,40% e 0%.

Por ser um inseto de fácil criação e apresentar uma rápida dispersão, acompanhando o seu hospedeiro, *I. leucospoides* foi amplamente utilizado para o controle de *S. noctilio* na Nova Zelândia e na Austrália. No Brasil, algumas empresas reflorestadoras têm realizado criações para liberações em campo, e o nível de parasitismo tem se mantido em torno de 20% (IEDE, 1995).

Penteado & Iede (1993) acrescentaram que, pelos resultados obtidos em diferentes países com a utilização de insetos parasitóides para o controle de *S. noctilio*, pode-se concluir que esses organismos têm um papel muito importante na manutenção da população de *S. noctilio* abaixo do nível econômico de danos.

A utilização dos parasitóides deverá visar, fundamentalmente, a complementação de um programa de controle através da utilização de *Deladenus (=Beddingia) siricidicola*.

8.3 CONTROLE BIOLÓGICO POR ESPÉCIES DE PICA-PAUS

Há uma relação entre a vespa-da-madeira e algumas espécies de pica-paus segundo o estudo de Perek et al. (2006).

O pica-pau é uma ave da família Picidae, de tamanho pequeno a médio, com penas coloridas e, na maioria dos machos, uma crista vermelha. Vivem em bosques,

onde fazem seus ninhos abrindo uma cavidade nos troncos das árvores (SICK, 1988). Os pica-paus são aves relativamente fáceis de serem identificadas na natureza, pois possuem uma característica muito especial que é a habilidade como “cavadores de buracos em troncos”, o que fazem com o forte bico para procurar alimentos (SICK, 1988). Sua língua vermiforme e muito longa é um eficiente instrumento para a coleta de insetos que ficam no interior das perfurações (SICK, 1988). Os pica-paus colhem seu alimento em constante movimento no tronco das árvores. Nesta atividade, mantêm a cabeça para cima e as unhas fortes e curvas agarradas ao tronco, as retrizes, com as raques rígidas, apóiam-se no tronco. Este conjunto de adaptações possibilita à ave um excelente equilíbrio enquanto procura alimentos em troncos verticais e inclinados. Inicialmente eles exploram e alargam as cavidades onde estão alojadas as larvas de insetos e depois introduzem a longa língua, muito móvel e proctátil, umedecida com muco produzido pelas glândulas salivares (SICK, 1988).

As espécies de pica-pau *Colaptes campestris* (pica-pau do campo) e *Campephilus melanoleucos* (pica-pau do topete vermelho) vivem no Estado do Paraná e ocorrem em áreas de grandes plantios de *Pinus* no município de Irati-PR, local que foi objeto de estudo da relação entre a vespa-da-madeira e espécies de pica-paus (PEREK et al., 2006), sendo que as observações realizadas neste trabalho possibilitaram concluir que: os pica-paus apresentam grande potencial de serem considerados novos inimigos naturais da vespa-da-madeira; o ataque da vespa-da-madeira foi pequeno em relação ao total de árvores dos talhões estudados, mas o ataque de pica-paus ocorreu em 100% das árvores com larvas da vespa-da-madeira e que as espécies de pica-paus contribuíram para o controle da vespa-da-madeira na região estudada, devido ao fato de que 100% das árvores infestadas por larvas da vespa-da-madeira também apresentaram perfurações de pica-paus.

9 IMPACTOS DO PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE *Sirex noctilio*

9.1 IMPACTO ECONÔMICO

É importante ressaltar que o manejo integrado de pragas para a vespa-da-madeira, que envolve o monitoramento e o controle biológico associados ao controle silvicultural, reduz a incidência de árvores atacadas pela praga, representando retornos econômicos significativos aos silvicultores (GAIAD, 2001).

Os retornos econômicos resultam da estimativa de incremento da produtividade de madeira, em média de 6m³/ha/ano pelos preços médios (R\$/m³) é obtido o ganho unitário (R\$/ha) que, multiplicado pela área de adoção da tecnologia, resulta no benefício econômico do programa (AVILA et al., 2006).

9.2 IMPACTO AMBIENTAL

Em função de a tecnologia constituir uma importante forma de controle biológico da vespa-da-madeira, em todo o conjunto os indicadores do Ambitec-Agro (Avaliação do Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária) os impactos são positivos. Merece destaque o alcance da tecnologia nos aspectos de conservação ambiental, recuperação ambiental e, principalmente, na qualidade do produto, no caso a madeira de *Pinus* spp. para os diferentes fins (RODRIGUES et al., 2003).

9.3 IMPACTO SOCIAL

Com mais produtividade e madeira de melhor qualidade, a tecnologia proporciona impactos sociais positivos nos aspectos de emprego, renda e gestão da administração no que se refere à assistência técnica, ao associativismo e a filiação tecnológica, sendo os mesmos determinados através do sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (AMBITEC-SOCIAL), desenvolvido por RODRIGUES et al. (2003).

9.4 IMPACTOS SOBRE O CONHECIMENTO

Apesar da tecnologia do manejo integrado da vespa-da-madeira não ter “patente protegida”, apresenta impacto positivo nos indicadores relacionados ao conhecimento, com destaque no nível de intercâmbio de conhecimento, palestras, cursos, treinamentos, técnicos a produtores treinados, publicações e o desenvolvimento de teses de mestrado e doutorado, avaliados segundo a metodologia apresentada por AVILA et al. (2006) (PENTEADO et al., 2006).

9.5 IMPACTOS SOBRE A CAPACITAÇÃO E APRENDIZAGEM

Na avaliação dos impactos sobre a capacitação e aprendizagem, a tecnologia apresenta-se altamente favorável em todos os indicadores componentes deste item. Isso se reflete positivamente nos aspectos da concepção do programa, parcerias, capacidade de equipe, capacitação externa, treinamentos, produção e entrega dos nematóides, proporcionando grande nível de satisfação aos produtores de *Pinus* em vários anos de trabalho participativo e conjunto da Embrapa Florestas e o setor florestal do sul do Brasil (AVILA et al., 2006).

9.6 IMPACTOS POLÍTICOS E INSTITUCIONAIS

É evidente o grande envolvimento e reconhecimento dos produtores de *Pinus* da Região Sul sobre a importância do monitoramento e controle da vespa-da-madeira. Este entendimento fica solidificado através das opiniões de conhecedores desta tecnologia (RODRIGUES et al., 2003).

Constatou-se que a tecnologia do manejo integrado de pragas para o controle da vespa-da-madeira apresentou impactos muito positivos nos indicadores relativos à mudança no marco institucional da Embrapa Florestas, servindo de base para a formulação de uma política pública que foi a criação do FUNCEMA, fortalecendo a cooperação entre a Embrapa Florestas e o setor florestal, solidificando a imagem da instituição que favoreceu a capacidade de captação de recursos e tornando assim a tecnologia e a Embrapa Florestas referência em programas de monitoramento e controle da vespa-da-madeira (RODRIGUES et al., 2003).

10 AÇÕES PARA O CONTROLE DA VESPA-DA-MADEIRA NO ESTADO DO PARANÁ

Com a criação do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira – PNCVM, o Estado do Paraná não poderia ficar alheio ao fato de que esta praga inevitavelmente se dispersaria para todas as áreas com pínus no Brasil. Assim, em 1988 foi criada a Comissão Estadual de Prevenção e Combate à Vespa-da-Madeira, a qual em julho de 1990 apresentou um “Projeto de Monitoramento da Vespa-da-Madeira.

Em julho de 1993, a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB-PR, publicou a Resolução nº 123/93, determinando a instalação de árvores-armadilha em áreas de plantio do gênero *Pinus*, com a finalidade de detectar precocemente a vespa-da-madeira.

No mês de outubro de 1996 foi revogada a Resolução nº 123/93 e entrou em vigor a Resolução nº 0215/96, que dentre outros aspectos, determinava a instalação de árvores-armadilha em propriedades com cultivo florestal de *Pinus* com idade superior a 8 anos e que, se constatada a presença da vespa-da-madeira, os proprietários deveriam imediatamente solicitar à SEAB-PR doses do nematóide *Deladenus (Beddingia) siricidicola*, para aplicação nas árvores de pínus, a fim de controlar a vespa-da-madeira.

Mais recentemente, em agosto de 2009, visando atualizar as medidas sanitárias para o controle quarentenário nos cultivos florestais no Estado do Paraná, foi criada a Resolução nº 115/09. Esta resolução prevê a obrigatoriedade do cadastramento de áreas destinadas aos cultivos florestais hospedeiros de pragas quarentenárias junto ao Departamento de Fiscalização de SEAB-PR, determinando a instalação de árvores-armadilha ou realização de amostragem sequencial em áreas plantadas com pinus, superiores a 5 ha e com idade superior a 7 anos, a fim de monitorar a vespa-da-madeira no Estado do Paraná.

10.1 SITUAÇÃO ATUAL DO ATAQUE DE *S. noctilio* NO ESTADO DO PARANÁ

Atualmente, a vespa-da-madeira ocorre em 57 municípios do Estado do Paraná, porém está oficialmente controlada. Isto foi possível graças às ações de

órgãos de pesquisa, especialmente a Embrapa Florestas, em parceria com entidades que se empenharam no controle da praga e no manejo adequado das florestas de pinus, utilizando o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e pela adoção de medidas preventivas como a utilização de desbastes fitossanitários (Embrapa Florestas, 2005).

No Estado do Paraná, considerando-se a expansão dos cultivos florestais e que este fato poderia favorecer a introdução de pragas de importância econômica, foram empreendidos esforços para o controle da praga. Assim, em 26 de agosto de 2009, foi assinada a Resolução Secretarial nº 115, que dispõe sobre a obrigatoriedade da adoção de medidas sanitárias para o controle de pragas quarentenárias nos cultivos florestais no Estado do Paraná. Desde então, iniciou-se o cadastramento junto ao Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária da SEAB-PR, de áreas destinadas aos cultivos florestais das espécies *Pinus* e eucaliptos, hospedeiros de pragas quarentenárias.

Foi determinado que os cultivos florestais do gênero *Pinus* com idade superior a sete anos e em áreas superiores a 5 hectares deveriam adotar as seguintes ações, com a finalidade de detectar e controlar a vespa-da-madeira:

- instalação de árvores-armadilha, anualmente, no período compreendido entre os meses de agosto e setembro, ou a realização de amostragem sequencial, no período compreendido entre os meses de março e maio;
- inspeção das árvores-armadilha no período compreendido entre os meses de março e maio do ano subsequente à instalação;
- se constatada a presença da vespa-da-madeira com o método das árvores-armadilha, amostragem sequencial ou inspeção visual, o proprietário deverá seguir rigorosamente as recomendações preconizadas pelo CNPF/EMBRAPA, em especial a aplicação do nematóide *Deladenus (=Beddingia) siricidicola*;
- se constatada a presença da vespa-da-madeira fora do período acima citado e onde não foi realizada a aplicação do nematóide, o proprietário deverá remover todas as árvores atacadas, fazendo a imediata utilização do material resultante para a produção de energia e/ou processamento industrial que elimine o foco da praga.

A Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB-PR), em parceria com o CREA-PR e a Embrapa Florestas, tem organizado cursos para habilitação de Engenheiros Agrônomos e Engenheiros Florestais em Certificação Fitossanitária de Origem (CFO), tendo em vista os vários Estados da Federação e países importadores que exigem que cargas de pínus e derivados tenham Permissão de Trânsito de Vegetais (PTV) para poderem serem internalizadas em seus territórios, sendo que a certificação fitossanitária é pré-requisito para emissão da PTV pela SEAB-PR.

No levantamento da situação atual da vespa-da-madeira no Estado do Paraná, feito pelos Engenheiros Agrônomos da Divisão de Defesa Sanitária Vegetal (DDSV) da SEAB-PR na segunda quinzena do mês do agosto de agosto de 2010, foram obtidos os seguintes dados:

- a área plantada com *Pinus* spp. cadastrada na SEAB-PR é de 321.818,46 hectares;
- 68 municípios do estado realizam monitoramento da vespa-da-madeira com utilização de árvores-armadilha, dos quais 31 também realizam amostragem sequencial;
- existem 1770 grupamentos de árvores-armadilha instalados, dos quais 578 foram atacados pela vespa da madeira e 574 foram inoculados com nematóide;
- em 57 municípios localizados principalmente nas regiões centro, sul e sudoeste do Estado, houve constatação do ataque da vespa-da-madeira no ano de 2010.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão bibliográfica realizada através do presente trabalho foi possível concluir que os métodos de monitoramento e controle da vespa-da-madeira na cultura de *Pinus* spp. mostraram que o correto manejo silvicultural, especialmente pela utilização de desbastes, o monitoramento feito pela instalação de árvores-armadilha ou amostragem sequencial e a adoção do controle biológico, principalmente pela inoculação de nematóides, são meios seguros, comprovados e com grande eficiência no combate à vespa-da-madeira, fazendo com que os danos econômicos possam ser evitados.

Houve um grande avanço no controle da vespa-da-madeira no Estado do Paraná ao longo dos anos, avanço este proporcionado por ações de entidades públicas, principalmente a Embrapa Florestas e SEAB-PR, e também pela iniciativa privada com o apoio do FUNCEMA.

12 REFERÊNCIAS

ABRAF, Anuário Estatístico da ABRAF ano base 2007/ABRAF, Brasília, 2008 90 p.

ABRAF, Anuário Estatístico da ABRAF 2010 ano base 2009/ABRAF, Brasília, 2010 140 p.

AVILA, A.F.D; **Avaliação do Impactos de Tecnologias pela Embrapa: Metodologia de Referência**. Brasília, DF; Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

BEDDING, R.A. Parasitic and Free-living Cycles in Entomogenous Nematodes of the genus *Deladenus*. **Nature**, London, v. 214, p. 174-175, 1967.

BEDDING. R.A. **Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous- mycethophagous nematode parasiticon woodwasps**. *Nematologia* p. 482-493, 1972.

BEDDING, R.A.; AKHURST, R.J. Use of the nematode *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. **Journal of Australian Entomological Society**, Brisbane, v. 13, n. 2, p. 129-135, 1974.

BEDDING. R.A. Nematode parasities of Hymenoptera, in: NICKLE, W.R. Plant and insect nematodes. New York: M DEKKER, 1984. p 755-795.

BEDDING. R.A. Strategy to overcome the crisis in control of *Sirex* by nematodes. **Australian Forest Grower** (Sum) 1992.

CAMERON, E.A. The Siricidade (Hymenoptera: Siricidae) and their parasities. **Commonwealth Institute of Biological Control Technical Bulletin**, FONTANA, M.S., p. 1-31, 1965.

CARVALHO, A.G. Bioecologia de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (*Hymenoptera: Siricidae*) em povoamentos de *Pinus taeda* L. Curitiba, 1992. 127 p. (Doutorado em Ciências Florestais) setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CLAUSEN, C.P. Entomophagous insects. New York: Hafner Publishing Company, 1962.

CHRYSTAL, R.N. Studies of the *Sirex* parasites: The biology and post-embryonic development of *Ibalia leucospoides* Hochenw. (Hymenoptera:Cynipoidea). **Oxford Forestry Memories**, Oxford, série B, n.11, p. 1 - 63. 1930.

CIESLA, W.M. Recent introductions of Forest insects and their effects: worldwide overview in proceedings of the Conferencia Regional da Vespa-da-Madeira na América do Sul, Florianópolis, Embrapa-CNPq, COLOMBO, 1992 p. 9-22.

DAVIS, K.P. Forest management: regulation and valuation. 2 ed. New York MACGRAW-HILL, 519 p. 1966.

DISPERATI, A.A. Fotografias aéreas inclinadas. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná, 1995. 113 p.

ECHEVERRIA, N.E. Avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). IFONA. Centro Forestal Castelar. Buenos Aires, n. 3, p. 22-23, 1986.

GAIAD, D.C.M. Efeitos de desbastes em povoamentos de *Pinus taeda* na ocorrência da vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* F., 1793. 97 p. Dissertação (mestrado em engenharia florestal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2001.

GILBERT, J.M; MILLER, L.W. An outbreak of *Sirex noctilio* (F.) in Tasmania. **Australian Forestry**, Melbourne, v. 16, p. 63-69, 1952.

HANSON, H.S. Ecological notes on the *Sirex* woodwasps and their parasites. Bulletin of Entomological Research. Wallingford, v. 30, n. 1, p. 27-65, 1939.

HAUGEN, D.A.; BEDDING, R.A.; UNDERDOWN, M.G.; NEUMANN, F.G. National strategy for control of *Sirex noctilio* in Australia. **Australian Forest Grower**, v. 13, n. 2, 1990. 8p.

HAUGEN, D.A.; UNDERDOWN, M.G. Reduced parasitism of *Sirex noctilio* in radiata pines inoculated with the nematode *Beddingia siricidicola* during 1974-1989 Australian Forestry, Melbourne, v. 56, n. 1, p. 45-48, 1993.

IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; BISOL, J.C. **Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil**. Circular técnica. Embrapa/CNPf, Curitiba (20): 1-10, 1988.

IEDE, E.T.; BEDDING, R.A.; PENTEADO, S.R.C.; MACHADO, D.C. Programa Nacional de Controle da Vespa-da-Madeira. PNCVM, Curitiba. Embrapa/CNPf. 1989. 10p.

IEDE, E.T., SCHAITZA, E.; PENTEADO, S.R.C., REARDON, R.C., MURPHY, S.T. Atas do treinamento sobre uso de inimigos naturais para o controle de *Sirex noctilio*. Embrapa CNPFlorestas, U. S. Department of Agriculture Forest Service (USA), Centre for Agriculture and Bioscience International (United Kingdom) COLOMBO p. 45, 1998.

IRVINE, C.J. Forest and timber insects in Victoria. Victoria's Resources, v.4, p. 40-43, 1962.

MADDEN, J.L. Behavioral responses of parasitoids to the symbiotic fungus associated with *Sirex noctilio* F. **Nature**, London, v. 218, n. 13, p. 189-190, 1968.

MADDEN, J.L. *Sirex* in Australia. In: BERRYMAN, A.A. **Dynamics of Forest Insect Populations**. New York: Plenum, 1988. p. 407-492.

MILLER, D.; CLARK, A.F. *Sirex noctilio* and its parasite in New Zealand. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 26, p. 149-154, 1935.

MORGAN, D.F.; STEWART, N.C. The biology of the woodwasp *Sirex noctilio* (F) in New Zealand. **Transactions of the Royal Society of New Zealand**, Wellington. V. 7, n. 14, p. 195-204, 1966.

MORGAN, D.F. Bionomics of *siricidae*. **Annual Review of Entomology**, 13: 239-56, 1968.

National *Sirex* Co-ordination Committee. National *Sirex* control strategy operations worksheets, Australia, 1991. 10p.

NEUMANN, F.G.; MOREY, J.L.; MCKIMM, R.J. The *Sirex* wasp in Victoria. Department of Conservation. Forest and Lands, Victoria, 1987. 41p. (Bulletin 29).

NUTTAL, M.J. Insect parasites of *Sirex* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ibalidae and Orussidae). Forest and Timber Insect in New Zeland. **Forest Research Institute**, Roturua, n. 47, 1980. 11 p.

OLIVEIRA, Y.M.M.; VIANA, F.M.; ROSOT, M.A.D. Utilização de cartas-imagem em levantamento aeroexpedito como tecnologia associada para o mapeamento florestal. I Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas. Colombo, 5p. 2002.

PENTEADO, S.R.C.; OLIVEIRA, E.B.; IEDE, E.T. Amostragem Sequencial para Determinação de Níveis de Ataque de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus* spp. In: Conferência Regional da Vespa-da-Madeira, *Sirex noctilio*, na América do Sul (1992, Florianópolis) anais. Colombo: Embrapa/FAQ/USDA/FUNCEMA, 1993. p. 175-181.

PENTEADO, S.R.C; IEDE, E.T. Utilização de insetos parasitóides para o controle biológico de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). In: Conferência Regional Vespa-da-Madeira, *Sirex noctilio*, na América do Sul (1992, Florianópolis) anais. Colombo: Embrapa/FAQ/USDA/FUNCEMA, 1993. p. 149-159.

PENTEADO, S.R.C. Métodos de Amostragem para Avaliação Populacional de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae) e de seus Inimigos Naturais, em *P. taeda* L. e Aspectos do Controle Biológico. Curitiba, 1995 98 p. (Mestrado em Ciências Biológicas) setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T., ; REIS FILHO, W. Manual Para o Controle da Vespa-da-Madeira em Plantio de *Pinus*. Colombo: Embrapa Florestas, 38p. (Embrapa Florestas. Documentos, 76). 2002.

PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T.; REIS FILHO, W. Embrapa Florestas. Sistema de Produção, 5, ISSN 1678-8281 Versão Eletrônico. Nov./2005.

PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T.; REIS FILHO, W.; RODIGHIERI, H.R. Avaliação dos impactos do programa de manejo integrado de pragas para o controle da vespa-da-madeira em plantios de *Pinus* no sul do Brasil. Embrapa Florestas Comunicado Técnico 158, Colombo, 2006.

PEREK, E.; MIRANDA, G.M.; WIKLER, C. Estudo da relação entre a vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) e espécies de pica-paus em reflorestamento de *Pinus* em Irati-PR (p. 1-11). **Revista Eletrônica Lato Sensu**, n. 1, julho de 2007.

POINAR, G.O. Entomogenous nematodes. Leiden: E.J. Brill, 1975. 315p.

PONZONI, F.J. Dados TM/landsat na identificação do ataque da “vespa-da-madeira” em plantios de Pinus sp. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8. Salvador. Anais, São José dos Campos: INPE, abril 1996, 11p.

RAWLINGS, G.B.; WILSON, N.M. *Sirex noctilio* as a beneficial and destructive insect to *Pinus radiata*. **New Zeland Journal of Forestry**, 6: 1-11, 1949.

REBUFFO, S. La “avispa de la madera” *Sirex noctilio* F., en el Uruguay, Montevideo: Ministério de Granaderia, Agricultura y Pesca. Direccion Forestal. 14 p, 1988.

REBUFFO, S. La “avispa de la madera” *Sirex noctilio* F., en el Uruguay, Montevideo: Ministério de Granaderia, Agricultura y Pesca. Direccion Forestal. 1990, 17p

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária; Ambitec-Agro Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente (Documentos 34)**, 2003. 95 p.

SICK, H. Ornitologia Brasileiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

SILVA, S.M.S. Avaliação do estabelecimento e eficiência de agentes de controle biológico de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae), em *Pinus taeda* L., nos estados de Santa Catarina e Rio Grande Sul. Curitiba, 1995. 92p. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

SMITH, D.R. A synopsis of the sawflies (Hymeniptera: Symphyta) of America south of the United States: introduction, Xyelidae, Pamphiliidae, Cimbicidae, Diprionidae, Xyphidiidae, Siricidae, Orussidae, Cephidae. **Sistematic Entomology**, 13:205-61, 1988.

SPRADBERY, J.P. The responses of *Ibalia* species (Hymenoptera: Ibalidae) to the fungal symbiontes of siricid woodwasp host. **Journal of Entomology**, série A, Oxford, v.48, n. 2, p. 217-222, 1974.

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**, Wallingford, v. 68, p. 341-359, 1978.

TAYLOR, K.L. The introduction, culture, liberation and recovery of parasites of *Sirex noctilio* in Tasmania. Technical Paper N. 8. Division of Entomology. 19p. 1967.

TAYLOR, K.L. **The introduction and establishment of insect parasitoids to control *Sirex noctilio* in Australia.** Entomophaga, Paris. 21; p 429-440, 1976.

TAYLOR, K.L. The *Sirex* woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. In: KITCHING, R.L. e JONES, R.E. **The ecology of pests, some Australian case histories.** Melbourne, CSIRO, 1981. P. 231-48.

VIZCARRA SANCHEZ, J. Consideraciones sobre *Sirex noctilio* y otros insectos que constituyen "plagas" em La principal provincia forestal argentina: Misiones. In: Conferência Regional da vespa-da-madeira, *Sirex noctilio*, na América do Sul (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: Embrapa/FAO/USDA/FUNCEMA, 1993. p 73-76.

WELD, L.H. Cynipoidea (Hym.) 1905-1950 Michigan: Privately Printed, 1952. 150 p.

ZONDAG, R.A. Nematode infection of *Sirex noctilio* F. in New Zealand. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Wellington. V. 12, n. 4, p. 732-747, 1969.

ZONDAG, R.; NUTTAL, M.J. *Sirex noctilio* Fabricius (*Hymenoptera: Siricidae*). Forest and Timber Insects in New Zealand. **New Zealand Forest Service**, Rotorua n. 20, p. 1-7, 1997.

