

Documentos

Colombo, PR / Junho 2024

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Manual para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pínus: 2024



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura e Pecuária

ISSN 1517-526X / e-ISSN 1980-3958

Documentos 392

Junho, 2024

Manual para o controle da
vespa-da-madeira
em plantios de pínus: 2024

Susete do Rocio Chiarello Penteadó
Edson Tadeu Iede
Wilson Reis Filho

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2024

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-presidente

José Elidney Pinto Júnior

Secretária-executiva

Elisabete Marques Oaida

Membros

Annete Bonnet

Cristiane Aparecida Fiorante Reis

Elenice Fritzsos

Guilherme Schnell e Schühli

Marilice Cordeiro Garrastazú

Sandra Bos Mikich

Susete do Rocio Chiarello Penteadó

Valderês Aparecida de Souza

Edição executiva e revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Francisca Rasche (CRB-9/1204)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Celso Alexandre de Oliveira Eduardo

Fotos da capa

Francisco Santana

O atual conteúdo é uma versão atualizada do conteúdo publicado previamente no fascículo 76 desta mesma série.

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Penteadó, Susete do Rocio Chiarello.

Manual para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pínus : 2024 / Susete do Rocio Chiarello Penteadó, Edson Tadeu Iede, Wilson Reis Filho. — Colombo : Embrapa Florestas, 2024.

PDF (59 p.) : il. color – (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1517-526X ; e-ISSN 1980-3958, 392)

1. *Pinus spp.* 2. *Sirex noctilio*. 3. *Deladenus siricidicola*. 4. Manejo florestal. 5. Praga de planta. 6. Controle biológico. 7. Nematóide. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed) 634.96

Francisca Rasche (CRB-9/1204)

© 2024 Embrapa

Autores

Susete do Rocio Chiarello Penteado

Bióloga, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Edson Tadeu Iede

Biólogo, doutor em Entomologia, pesquisador aposentado da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Wilson Reis Filho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Florianópolis, SC

Apresentação

No Brasil, a partir da década de 1970, a área plantada com espécies de pinus aumentou significativamente. Por muitos anos, estes plantios permaneceram livres do ataque de pragas. Porém, esta situação mudou com o primeiro registro de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae), a vespa-da-madeira, em 1988. Este fato, aliado aos problemas de estresse dos plantios pela não realização dos tratos silviculturais, contribuiu para o estabelecimento da praga e a ocorrência de danos significativos, ocasionando perdas econômicas consideráveis.

Decorrente dessa situação, em 1989 foi criado o Programa Nacional de Controle à Vespa-da-madeira (PNCVM), que envolveu, além da Embrapa Florestas, as Secretarias de Agricultura dos três estados do Sul do País, universidades públicas e privadas, Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), sindicatos vinculados aos diversos setores de transformação da madeira e mais de uma centena de empresas florestais vinculadas à Associação Sulbrasileira de Empresas Florestais (ASBR), representadas pela Associação Gaúcha de Empresas Florestais (Ageflor), Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR) e Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (Apre), ligadas ao então criado Fundo Nacional de Controle de Pragas Florestais (Funcema). Esta parceria, vem contribuindo para a redução das perdas provocadas por esta importante praga ocorrente em plantios de pinus no País.

Este manual fornece informações importantes que possibilitam a correta utilização das medidas de prevenção, monitoramento e controle da vespa-da-madeira, permitindo alcançar níveis médios de controle de 70%.

Esta publicação apresenta aderência a diferentes metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Os ODS 8, 12, 15 e 17 apresentaram metas com forte alinhamento, por esse trabalho estar relacionado ao aumento da produtividade da floresta, por tratar da gestão sustentável dos recursos florestais e por valorizar parcerias multi-institucionais, que é um ponto forte neste trabalho, mostrando a importância de se estabelecer demandas e metas conjuntas, para resultados mais efetivos.

Marcelo Francia Arco Verde

Chefe-Geral interino da Embrapa Florestas

Sumário

Introdução	9
Como identificar a vespa-da-madeira	10
Origem, distribuição e hospedeiros	12
Aspectos biológicos da vespa-da-madeira	13
Como identificar as árvores atacadas pela vespa-da-madeira	14
Danos provocados pela vespa-da-madeira	18
Estratégias de manejo integrado da vespa-da-madeira	20
Manejo florestal	20
Quarentena	21
Monitoramento dos plantios atacados pela vespa-da-madeira	21
Árvores-armadilha	22
Amostragem sequencial	26
Amostragem sistemática	29
Comparação dos métodos de amostragem sequencial e sistemática	31
Controle biológico	32
Utilização do nematoide <i>Deladenus siricidicola</i>	32
Utilização de parasitoides	44
Avaliação da eficiência dos agentes de controle biológico	50

Cronograma de atividades do Programa de Manejo Integrado da Vespa-da-madeira	54
Considerações finais	54
Referências	56

Introdução

A área de florestas plantadas no Brasil totalizou 9,94 milhões de hectares em 2022, sendo 76% desta área composta por espécies de eucalipto (7,6 milhões de hectares), 19% por espécies de pínus (1,9 milhão de hectares) e outras espécies, que correspondem a 5% da área plantada, incluindo a seringueira (230 mil de hectares), a teca (76 mil de hectares) e a acácia (54 mil de hectares). Cerca de 89% dos plantios de pínus se concentram na região Sul, com predominância das espécies de clima temperado, *Pinus.taeda* e *Pinus.elliottii*, sendo o Paraná e Santa Catarina os principais estados produtores (Indústria Brasileira de Árvores, 2023).

Muitas áreas de pínus encontram-se em condições atrativas para o ataque e desenvolvimento de pragas, em função da sua condição de estresse, causado principalmente pela não realização ou atraso dos tratamentos silviculturais, especialmente o desbaste. Nestas condições, a ocorrência de pragas tem crescido substancialmente, como os registros das espécies introduzidas, *Cinara pinivora* e *C. atlantica* (pulgões-gigantes-do-pínus), *Pissodes castaneus* (gorgulho-do-pínus) e *Sirex noctilio* (vespa-da-madeira). Fatores como a ausência de inimigos naturais específicos, abundância de alimento disponível e monocultura têm favorecido o aumento populacional destas pragas e ocasionado prejuízos ao produtor.

A vespa-da-madeira, *S. noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Sirecidae) é considerada a principal praga dos plantios de pínus no País.

As pesquisas visando ao controle desta praga, no Brasil, iniciaram logo após a sua detecção, em 1988, quando a Embrapa Florestas implantou experimentos para conhecer os aspectos bioecológicos da praga e seu potencial de danos. No início de 1989, pela Portaria 031/89 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (atualmente Ministério da Agricultura e Pecuária), foi instituído o Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM) e também criado o Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (Funcema) que, em 2012, passou a ser denominado de Fundo Nacional de Controle de Pragas Florestais.

A elaboração do PNCVM visou, fundamentalmente, ao manejo integrado da praga, pela adoção de medidas preventivas de monitoramento e de controle, mediante a utilização de inimigos naturais.

Como identificar a vespa-da-madeira

Os insetos adultos variam de 1,0 a 3,5 cm de comprimento. Apresentam coloração azul metálica escura, sendo que os machos possuem partes alaranjadas em seu corpo (Figura 1).

Foto: Francisco Santana



Figura 1. Macho da vespa-da-madeira.

As fêmeas apresentam um ovipositor em forma de ferrão de até 2 cm de comprimento, partindo do abdômen (Figura 2). As larvas possuem coloração geral branca, formato cilíndrico, fortes mandíbulas denteadas e um espinho supra-anal (Figura 3), o qual é um facilitador para a identificação dessa praga, diferenciando-a de outras brocas

da madeira. As pupas são de cor branca e apresentam um tegumento fino e transparente (Figura 4).



Foto: Francisco Santana

Figura 2. Fêmea da vespa-da-madeira.



Foto: Francisco Santana

Figura 3. Larva da vespa-da-madeira.

Foto: Francisco Santiana



Figura 4. Pupa da vespa-da-madeira.

Origem, distribuição e hospedeiros

A vespa-da-madeira é originária da Europa, Ásia e Norte da África. Foi introduzida na Nova Zelândia (1900), Austrália (1952), Uruguai (1980), Argentina (1985), África do Sul (1994), Chile (2001), Canadá e Estados Unidos (2005) e China (2013) (Miller; Clark, 1935; Irvine, 1962; Echeverria, 1986; Rebuffo, 1990; Tribe, 1995; Hoebeke et al., 2005; Dodds; De Groot, 2012; Li et al., 2015). No Brasil, o primeiro registro ocorreu em fevereiro de 1988, nos municípios de Gramado, Canela e São Francisco de Paula, RS (Iede et al., 1988).

Ocorre principalmente em espécies de *Pinus*. Outros hospedeiros de menor importância são os gêneros *Abies*, *Picea*, *Larix* e *Pseudotsuga*.

Entre as espécies de *Pinus*, *P. taeda* é a mais atacada. *P. elliottii*, por apresentar maior teor de resina, é menos susceptível. Porém, quando utilizada para a resinagem, ocorre maior estresse das plantas e isso aumenta a susceptibilidade da espécie ao ataque da praga. *Pinus patula* é muito susceptível, considerada como a espécie de

maior preferência entre aquelas plantadas no Brasil. Com relação às espécies de pinus tropicais, no Brasil já foram registrados a postura e o desenvolvimento em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus kesiya*, *Pinus oocarpa*, *Pinus strobus* var. *chiapensis* (Duraflora, 1993).

Aspectos biológicos da vespa-da-madeira

O inseto é atraído, preferencialmente, para árvores estressadas, sendo que a base desta atração é a liberação, pela planta, de hidrocarbonetos monoterpênicos originários da seiva do floema ou câmbio, seguido por mudanças na sua permeabilidade, tendo sido verificado também um declínio na pressão osmótica e a paralisação temporária do crescimento da árvore (Madden, 1977).

Para a maioria da população, o ciclo biológico tem duração de um ano, com os adultos emergindo entre o final de outubro e a primeira quinzena de janeiro, com picos nos meses de novembro e dezembro. Os machos iniciam a emergência, aproximadamente, uma semana antes das fêmeas. Entretanto, em árvores muito estressadas ou quando o ataque ocorre em uma bifurcação, um segundo pico de emergência pode ocorrer em abril, em virtude da existência de insetos com ciclo de vida curto, de aproximadamente 3 a 5 meses (Carvalho, 1993).

Durante a postura, além dos ovos, a fêmea também introduz na árvore, esporos de um fungo simbiote, *Amylostereum areolatum* e uma mucosecreção. O fungo e o muco, juntos, são tóxicos à planta, levando-a à morte. Muitas árvores atacadas podem apresentar clorose das 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 (Coutts, 1969).

As larvas eclodem de 14 a 28 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. Apresentam, em geral, de 6 a 7 instares larvais, podendo variar entre 3 e 12 instares (Newman et al., 1988).

Ao se transformarem em pupa, dirigem-se para o local próximo da casca. Esta fase pode durar de 2 a 5 semanas.

Como identificar as árvores atacadas pela vespa-da-madeira

As árvores atacadas pela vespa-da-madeira apresentam os seguintes sintomas:

- respingos de resina no tronco: surgem das perfurações feitas pelas fêmeas, para depositar seus ovos (Figura 5); em alguns casos, como em *P. elliotii*, pode ocorrer o escorrimento de resina (Figura 6);
- amarelecimento da copa: após o ataque, as árvores começam a apresentar uma modificação na coloração das acículas, variando desde um tom amarelado (Figura 7), em um estágio inicial, passando pelo marrom-avermelhado, seca, até a queda das acículas (Figura 8);
- orifícios de emergência: os adultos emergem da madeira através de orifícios circulares facilmente visíveis na casca da árvore (Figura 9);
- manchas azuladas: a madeira atacada é colonizada também por um fungo secundário do gênero *Lasiodiplodia*, que causa o

- seu azulamento. Estas manchas são visíveis em forma radial, em um corte transversal do tronco (Figura 10);
- galerias no interior da madeira: são construídas pelas larvas durante a sua alimentação (Figura 11).

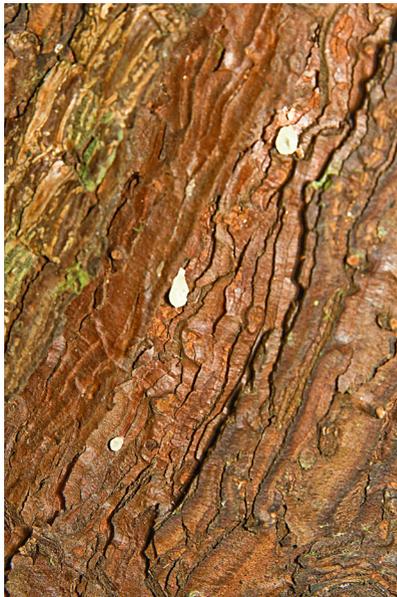


Foto: Francisco Santana

Figura 5. Respingos de resina no tronco.



Foto: Francisco Santana

Figura 6. Escorrimento de resina no tronco.

Foto: Francisco Santana



Figura 7. Árvore atacada com a copa amarela.

Foto: Susete R. Chiarello Penteado

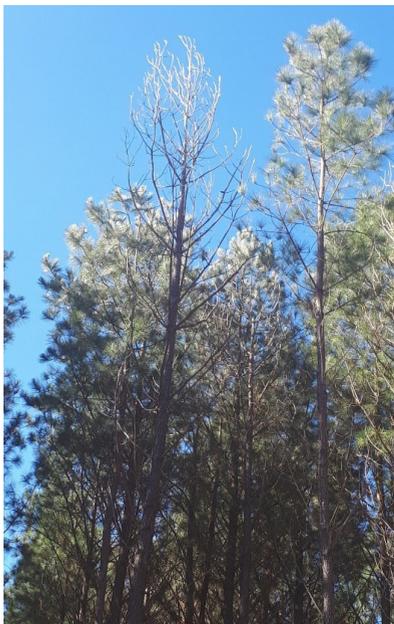


Figura 8. Árvore morta pela vespa-da-madeira, sem acículas.



Foto: Francisco Santana

Figura 9. Orifícios de emergência de adultos da vespa-da-madeira.



Foto: Francisco Santana

Figura 10. Sintomas provocados pelo fungo secundário *Lasiodiplodia* sp.

Foto: Francisco Santiana



Figura 11. Galerias construídas pelas larvas da vespa-da-madeira.

Danos provocados pela vespa-da-madeira

A vespa-da-madeira é atraída, preferencialmente, por árvores estressadas, ou seja, aquelas que apresentam o menor crescimento em diâmetro e encontram-se suprimidas, ou que tenham sofrido algum tipo de injúria por fatores bióticos ou abióticos, embora árvores dominantes também possam ser atacadas.

A relação entre a fisiologia da planta e o ataque da vespa-da-madeira pode ser definida em três etapas: uma fase inicial de

predisposição ao ataque, quando as árvores são danificadas ou estressadas por fatores ambientais ou operações mecânicas, seguida por uma fase de reforço do estresse, que ocorre quando as fêmeas injetam o muco fitotóxico durante a postura e, por último, a fase de desenvolvimento do fungo *A. areolatum* (Neumann et al., 1987).

O dano principal ocorre após a postura, pois a ação do fungo e do muco desencadeiam uma série de reações na árvore, culminando em sua morte, sendo que a madeira de uma árvore atacada se torna imprópria para uso comercial.

Em experimentos realizados por Penteado (1995), foi observada a emergência de até 1.700 insetos de uma única árvore. Considerando que aproximadamente 40% são fêmeas e que cada fêmea pode colocar de 300 a 500 ovos, percebe-se a importância da detecção precoce e o imediato controle desta praga.

Quando as medidas de controle não são adotadas, há uma tendência de os danos crescerem em progressão geométrica, como ocorreu na área onde foi realizado o primeiro registro da praga no Brasil, onde a porcentagem de ataque, que era de 10% em 1988, passou a 30% em 1989 e 60% em 1990.

O prejuízo estimado pelo ataque da vespa-da-madeira em plantios de pinus no Brasil é de até US\$ 53 milhões anuais, considerando também os custos da colheita e de US\$ 25 milhões anuais, quando considerada a madeira em pé (José Mauro M. A. P. Moreira, com. pessoal)¹. Entretanto, pela correta utilização das medidas de prevenção e controle existentes, é possível reduzir estas perdas em, pelo menos, 70% e manter a praga sob controle.

¹ Dados obtidos por e-mail com o pesquisador da Embrapa Florestas, José Mauro Magalhães. Ávila Paz Moreira, em 2024.

Estratégias de manejo integrado da vespa-da-madeira

Manejo florestal

Na região de origem, a vespa-da-madeira é essencialmente uma praga secundária, ou seja, embora possa causar danos às plantas, raramente provoca perdas econômicas. A prevenção do seu ataque pode ser obtida pela vigilância florestal e pela adequação de tratamentos silviculturais. Assim, recomenda-se:

- realizar, quando possível, os desbastes nas épocas adequadas para evitar o surgimento de um grande número de plantas estressadas;
- realizar desbastes seletivos, retirando-se as árvores mortas, dominadas, bifurcadas, doentes e danificadas, as quais são atrativas à praga;
- intensificar o manejo em sítios ruins, com solos rasos e pedregosos;
- retirar resíduos oriundos de poda e desbaste, principalmente aqueles com diâmetro superior a 5 cm, pois estes apresentam condições para o desenvolvimento da praga;
- evitar operações de poda e desbaste 2 meses antes e durante o período de revoada dos adultos, que ocorre geralmente entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de janeiro ou, se necessário, realizá-las em áreas com menor risco de ataque;
- utilizar medidas de prevenção, detecção e controle de incêndios florestais;
- treinar empregados rurais, de serrarias e de transporte de madeira para a identificação da praga.

O controle da vespa-da-madeira pela utilização de métodos silviculturais tem sido amplamente recomendado, uma vez que, em áreas bem manejadas, raramente a praga causa perdas econômicas.

Quarentena

Com o objetivo de conter a dispersão da praga no País, logo após a implantação do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM), foram iniciadas as fiscalizações das áreas afetadas pela praga, bem como o impedimento do transporte de madeira atacada para áreas indenidas, uma vez que o transporte de madeira das regiões com ocorrência da praga para outras sem a praga contribui para a dispersão do inseto. Porém, a aplicação destas medidas foi importante enquanto a praga ainda se encontrava restrita a algumas áreas de ocorrência. Entretanto, ela já está presente em praticamente todas as áreas com plantios de pínus no País. Como resultado disso, o Ministério da Agricultura e Pecuária, pela Instrução Normativa nº 39, de 17 de novembro de 2016, resolveu excluir a vespa-da-madeira da Lista de Pragas Quarentenárias Presentes (A2) (Brasil, 2016). Porém, a inscrição da unidade produtiva (UP) e a emissão de certificado fitossanitário de origem (CFO) continuam sendo obrigatórias para os casos de exportação de madeira e produtos de pínus para os países que exigem a emissão do certificado fitossanitário (CF). É importante destacar que as atividades de monitoramento e controle devem ser realizadas anualmente, em função do alto potencial de danos provocados por esta praga e também pelo pínus ser uma cultura de interesse econômico para o País.

Monitoramento dos plantios atacados pela vespa-da-madeira

O monitoramento dos plantios de pínus visa determinar a presença, distribuição e níveis de ataque da vespa-da-madeira, permitindo o planejamento das atividades de controle dessa praga.

No estado do Paraná, pela Portaria Adapar nº 280 de 15/12/2016 (Paraná, 2016), todo o proprietário de plantios de pinus com idade a partir de 7 anos, em áreas com cinco ou mais hectares contínuos, deverá adotar uma das seguintes metodologias para a detecção e o monitoramento da vespa-da-madeira: instalação de árvores-armadilha, realização da amostragem sequencial ou realização da amostragem sistemática.

Cada método de monitoramento tem sua indicação conforme a condição do plantio. Assim, árvores-armadilha são indicadas para a detecção precoce da praga, não sendo mais a melhor opção quando a praga já estiver estabelecida na área. A amostragem sequencial é um método prático e rápido para a verificação da presença da praga e cálculo dos níveis de ataque. Porém, quando o objetivo for monitorar e controlar a praga na mesma ocasião, a amostragem sistemática é a mais indicada. Nos itens seguintes estas questões são melhor elucidadas.

Árvores-armadilha

Para que uma árvore funcione como armadilha, esta deve ser estressada lentamente, e isso pode ser feito por meio da aplicação de um herbicida, cujo efeito a tornará atrativa para a vespa-da-madeira.

a) Época de instalação e distribuição das árvores-armadilha

- a instalação de árvores-armadilha deve ser realizada entre os meses de agosto e setembro, cerca de dois meses antes do pico populacional de adultos da vespa-da-madeira;
- instalar em locais de fácil acesso, procurando cobrir toda a área do plantio e devem estar localizadas próximas às bordaduras, para facilitar a inspeção das árvores;
- deverá 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 madeira; plantios localizados em sítios ruins; plantios sem desbaste, com alta densidade de plantas

por hectare; plantios em idade de risco, em função do manejo adotado; plantios que sofreram qualquer tipo de dano provocado por fatores bióticos e, ou abióticos e em áreas próximas de portos, aeroportos e fronteiras terrestres.

b) Densidade das árvores-armadilha

- em áreas onde a praga está presente, bem como em locais distantes até 10 km de focos de ataque, instalar grupos de cinco árvores a cada 500 m;
- em áreas localizadas a uma distância de 11 a 50 km de focos de ataque, deve-se instalar os grupos a cada 1.000 m;
- em áreas localizadas além de 50 km de focos de ataque, principalmente em áreas de fronteira, instalar os grupos a cada 10 km;
- na prática, é recomendada a instalação de quatro a seis grupos a cada 100 de hectares, bem distribuídos na área.

c) Materiais necessários para a instalação das árvores-armadilha

- Machadinha;
- Seringa;
- Herbicidas Padron® ou Tordon®; diluídos na concentração de 10%;
- Tinta spray;
- GPS;
- EPI.

d) Metodologia para a instalação das árvores-armadilha.

- definir o local e o número de grupos a serem instalados;
- os grupos deverão ser constituídos por cinco árvores, de preferência com diâmetro à altura do peito (DAP) entre 10 e 20 cm e não utilizar árvores mortas (Figura 12);
- para a aplicação do herbicida, retirar os ramos da parte inferior da árvore, para facilitar a operação;

- a cada 10 cm de circunferência do tronco, fazer um entalhe, com uma machadinha, num ângulo de aproximadamente 45° e injetar o herbicida com uma seringa (Figura 13);
- aplicar uma dose (1 a 2 mL), a cada 10 cm de circunferência;
- identificar cada árvore com o seu número e o número do grupo (Figura 12);
- registrar a data, local de instalação, DAP da árvore e marcar as coordenadas do local, com o auxílio de um GPS, o que facilitará o retorno aos grupos na época da avaliação.

Foto: Francisco Santana



Figura 12. Instalação de árvores-armadilha – disposição das árvores.



Foto: Francisco Santana

Figura 13. Instalação de árvores-armadilha – aplicação do herbicida

e) Revisão dos grupos de árvores-armadilha

- os grupos de árvores-armadilha deverão ser inspecionados, anualmente, entre os meses de março e agosto, para verificar a presença ou não do inseto;
- as árvores de cada grupo deverão ser derrubadas e examinadas, pela coleta de toretes de 20 cm de comprimento, retirados

do terço médio da árvore, para a verificação dos seguintes sintomas: respingos de resina no tronco (Figura 5), ou escorrimento de resina (Figura 6), mais comum em *P. elliotii*; presença de galerias (Figura 11) e de larvas da vespa-da-madeira (Figura 3);

- as árvores identificadas como atacadas pela vespa-da-madeira deverão ser inoculadas com o nematoide até a segunda quinzena de agosto do mesmo ano em que o ataque foi constatado.

Amostragem sequencial

Neste método, a amostra é dimensionada em função dos níveis de ataque. A aplicação do método está baseada na utilização dos dados da Tabela 1, onde há a indicação do número de árvores a serem amostradas, em função da porcentagem de ataque da área que está sendo avaliada (Penteado et al., 2002, 2017; Metodologias, 2016).

Tabela 1. Número de árvores a serem avaliadas para a determinação da porcentagem de ataque da vespa-da-madeira em plantios de pinus, pelo método da amostragem sequencial.

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
132		45
145		46
159		48

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Número de árvores amostradas	Número de árvores atacadas	
	Atacadas da amostra	Mínimo para interromper a amostragem
175		49
194		50
215		52
241		53
272		54
272*		-

¹ Interromper a amostragem e calcular a porcentagem de ataque utilizando o número de árvores atacadas encontradas na amostra.

a) Utilização da tabela de amostragem sequencial

- iniciar amostrando um mínimo de 68 árvores;
- comparar o número de árvores atacadas encontradas na amostra com o número de árvores atacadas apresentado na terceira coluna da Tabela 1, neste caso 34;
- se o número de árvores atacadas da amostra for igual ou superior a 34, considerar a amostra completada;
- se este número for inferior a 34, continuar o processo amostrando mais seis árvores, totalizando 74 árvores amostradas;
- se o número de árvores atacadas for 36 ou mais, interromper a amostragem;
- se este número for inferior a 36, continuar até que seja obtido o número mínimo de árvores atacadas requerido na terceira coluna da Tabela 1;
- ao atingir 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 pela seguinte expressão:

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

b) Forma de caminhamento

- realizar uma amostragem por talhão (até 50 hectares);
- caminhar ao longo de uma linha, avaliando, no máximo, 40 árvores na linha (Figura 14A);
- ao final de cada linha, intercalar de cinco a oito linhas (Figura 14B) e retornar avaliando até 40 árvores na linha e, assim, sucessivamente até o término da amostragem;
- se o talhão não for homogêneo, realizar, pelo menos, mais uma amostragem na mesma área, calculando-se a porcentagem de árvores atacadas pela média das amostragens realizadas;

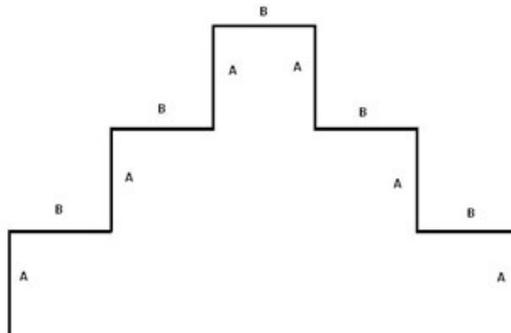


Figura 14. Amostragem sequencial - caminhamento

- é importante salientar que o ponto principal deste método é o número de árvores amostradas. A forma de caminhamento e a disposição das amostras podem variar, adequando-se ao tamanho e condições do talhão, entretanto é muito importante que a amostragem abranja a maior área possível.

c) Época de realização da amostragem

O ataque 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 apresentam os sintomas de ataque, facilitando a amostragem. Porém, a amostragem deverá ser realizada no período em que há disponibilidade de doses do nematoide, o que ocorre de março até a primeira quinzena de agosto, para possibilitar a inoculação com o nematoide das árvores atacadas encontradas nos plantios monitorados.

Amostragem sistemática

Outro método para o monitoramento da vespa-da-madeira é a amostragem sistemática, onde as avaliações são realizadas em linhas sequenciais e intercaladas e, em 4 anos, todo o talhão é amostrado (Metodologias, 2016; Penteado et al., 2017).

Para a aplicação da amostragem sistemática no primeiro ano de avaliação do talhão, a amostragem é iniciada na quinta linha do plantio e avaliadas todas as árvores presentes em três linhas sequenciais. Em seguida, devem ser intercaladas nove linhas e avaliadas mais três linhas e, assim, sucessivamente até o final do talhão (Figura 15 A).

Quando considerada a avaliação no segundo ano do talhão, a amostragem deve iniciar na oitava linha do plantio e avaliadas todas as árvores presentes em três linhas sequenciais. Em seguida, intercaladas nove linhas e avaliar mais três linhas e, assim, sucessivamente até o final do talhão (Figura 15B).

Nos demais anos, a avaliação deve iniciar sempre uma linha após a última linha avaliada no ano anterior e, da mesma forma,

intercaladas nove linhas e avaliar mais três linhas, e assim por diante até o final do talhão (Figura 15C).

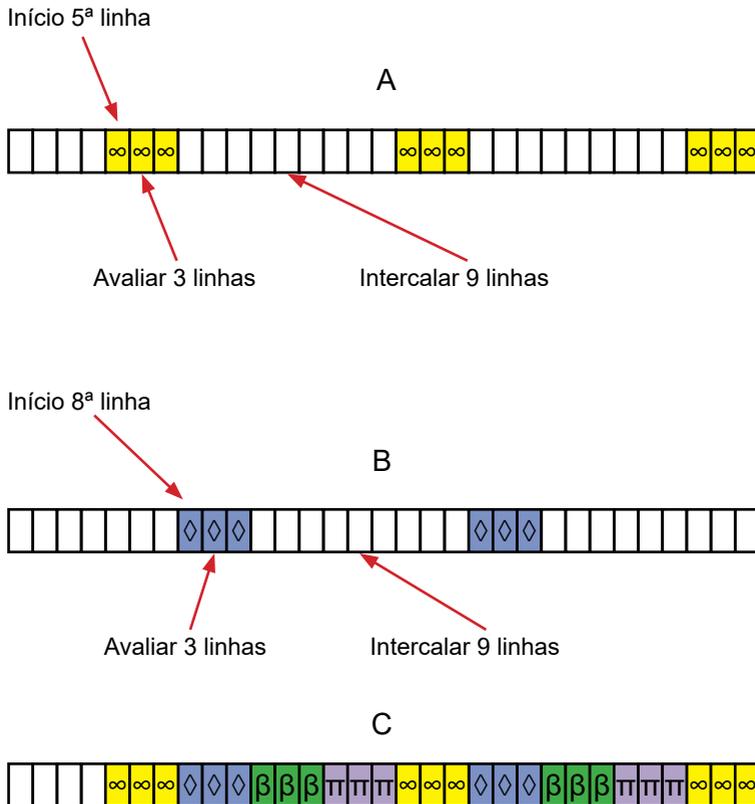


Figura 15. Esquema de condução da amostragem sistemática no primeiro ano de avaliação do talhão (A), no segundo ano de avaliação do talhão (B) e nos anos subsequentes ao início da avaliação do talhão (C), para a determinação da porcentagem de ataque da vespa-da-madeira em plantio de pinus.

Amarelo (∞) – início e condução da amostragem no 1º ano

Azul (\diamond) - início e condução da amostragem no 2º ano

Verde (β) – início e condução da amostragem no 3º ano

Lilás (π) – início e condução da amostragem no 4º ano

Comparação dos métodos de amostragem sequencial e sistemática

Penteado et al. (2017), comparando as amostragens sequencial e sistemática com o censo realizado nas áreas amostrais, verificaram que, quando utilizado o método da amostragem sequencial, a porcentagem de árvores avaliadas, em relação ao censo, foi em média, 6,2%. Na amostragem sistemática, no entanto, a porcentagem média de árvores avaliadas foi 22%, ou seja, quase quatro vezes maior que aquela da amostragem sequencial. Este pode ser um aspecto importante a ser considerado durante a escolha do método de amostragem. Entretanto, na Tabela 2 é apresentado um exemplo hipotético dos resultados obtidos pela utilização da amostragem sequencial. Neste exemplo, pode-se verificar que, quando se trata de controle da vespa-da-madeira, é necessário escolher o melhor método de monitoramento.

Tabela 2. Resultados obtidos pela aplicação da amostragem sequencial em plantio de pínus atacado pela vespa-da-madeira.

Área do talhão	Nº plantas/ hectare	Nº Total de plantas	Nº plantas amostradas	% de ataque da amostra	Nº plantas atacadas da amostra	Nº plantas atacadas na área total	Nº de árvores para inocular (20% das atacadas)
20 ha	1.600	32.000	272	2%	6	640	128

Pelos resultados apresentados na Tabela 2, foram encontradas seis árvores atacadas na amostra. Considerando apenas estas seis árvores para a inoculação com o nematoide, estariam sendo inoculadas menos de 1% das árvores atacadas na área total (20 hectare). É importante destacar que, quando se obtém os dados da amostragem, é necessário extrapolar os valores para a área total. Assim, baseado na porcentagem de ataque na área, o número de árvores atacadas da área total é 640. Como a recomendação da pesquisa é inocular, pelo menos, 20% das árvores atacadas, é necessário inocular, pelo menos, 128 árvores, ou seja, 122 a mais do que o número encontrado na amostra. Portanto, quando se utiliza a amostragem sequencial para monitoramento, deve-se ter clara a informação de que,

além das árvores atacadas encontradas na amostra, é necessária a seleção de mais árvores atacadas no plantio, até que se atinja o mínimo de 20% para a realização do controle com o nematoide. Se isto não for feito, ao longo do tempo haverá perdas significativas devido ao ataque da praga.

Quando o método selecionado é a amostragem sistemática, já é possível, no momento em que é feito o monitoramento, realizar a inoculação do nematoide. Conforme reportado por Penteado et al. (2017), o número de árvores selecionadas para a inoculação do nematoide, durante o levantamento amostral é, em média, 25,1%, acima até da recomendação de 20% das árvores atacadas.

Assim, se o objetivo é apenas monitorar a presença da praga e os níveis de ataque, a amostragem sequencial é a mais recomendada, pelos custos reduzidos, quando comparada com a amostragem sistemática. Porém, se o objetivo for realizar as duas atividades conjuntas (monitoramento e controle), a amostragem sistemática é a mais indicada, pois permite uma boa eficiência e redução dos custos das operações.

Controle biológico

Utilização do nematoide *Deladenus siricidicola*

O nematoide *Deladenus siricidicola* é o principal inimigo natural da vespa-da-madeira. A criação massal é realizada no Laboratório de Entomologia Florestal da Embrapa Florestas, contando com o apoio do Fundo Nacional de Controle de Pragas Florestais (Funcema).

Os nematoides são distribuídos aos produtores de pinus, na forma de doses de 20 mL (Figura 16), contendo cada uma cerca de um milhão de nematoides, sendo suficiente para o tratamento de aproximadamente dez árvores. As solicitações de doses são feitas nas Associações de Produtores de Pinus de cada estado da região Sul (Ageflor, ACR e Apre), mediante o preenchimento de formulário específico.



Foto: Susete R. Chiarello Penteado

Figura 16. Dose do nematoide - Nematec®

O nematoide *D. siricidicola* é um inimigo natural específico da vespa-da-madeira, sendo a sua utilização bastante segura. Ele apresenta dois ciclos de vida, sendo um de vida livre, em que se alimenta do mesmo fungo que a vespa-da-madeira deposita nas árvores (*Amylostereum areolatum*) e outro de vida parasitária, que ocorre dentro de larvas, pupas e adultos do inseto. Por apresentar o ciclo de vida livre, ele pode mais facilmente ser criado em laboratório para posterior liberação no campo. Em 2018 foi obtido o registro deste inimigo natural, junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária, para uso no controle da vespa-da-madeira, com o nome de Nematec®.

Para a inoculação do nematoide na árvore atacada, é necessário misturá-lo a um espessante que tem, por finalidade, mantê-lo hidratado até que penetre no interior da árvore. Há dois espessantes que podem ser utilizados, a gelatina e o hidrogel. A seguir são descritos

os materiais necessários e a metodologia para preparo do inóculo do nematoide utilizando a gelatina e o hidrogel.

a) Materiais necessários para o preparo do inóculo com gelatina:

- 30 g de gelatina em pó, sem sabor;
- 100 mL de água fervente;
- 200 mL de água gelada;
- 1 dose de nematoide;
- batedeira;
- espátula;
- saco plástico resistente;
- caixa térmica;
- bolsa de gelo;
- papel jornal.

Obs.: suficiente para o tratamento de, em média, dez árvores.

b) Metodologia para preparo do inóculo com gelatina

- dissolver 30 g de gelatina em pó, sem sabor, em uma pequena quantidade de água quente; adicionar 100 mL de água fervendo e, em batedeira, na velocidade média, misturar a gelatina até ficar completamente dissolvida (pelo menos 2 minutos);
- adicionar 200 mL de água gelada (temperatura entre 1 e 2 °C) à gelatina dissolvida;
- na velocidade máxima da batedeira, misturar a solução até obter uma mistura com consistência cremosa (aproximadamente 2 minutos);
- reduzir a velocidade da batedeira e adicionar uma dose de nematoide; continuar batendo até que o nematoide esteja bem distribuído na mistura (em torno de 1 minuto);
- despejar o inóculo (gelatina+nematoide) dentro de um saco plástico resistente, procurando retirar o máximo possível do material da tigela e das hastas da batedeira;

- no fundo de uma caixa térmica, colocar uma bolsa contendo gelo e, em cima desta, camadas de papel jornal; sobre elas colocar o saco plástico contendo o inóculo com gelatina; tomar cuidado para o inóculo não entrar em contato direto com o gelo; a temperatura no interior da caixa deve ser mantida entre 5 °C e 15 °C (Figura 17).

c) Materiais necessários para o preparo do inóculo com hidrogel:

- 4 g de hidrogel;
- 400 mL de água (temperatura ambiente);
- 1 dose de nematoide;
- 1 saco plástico resistente.

Obs.: suficiente para o tratamento de, em média, dez árvores.



Foto: Susete R. Chiarello Penteado

Figura 17. Armazenamento e transporte do inóculo do nematoide.

d) Metodologia para preparo do inóculo com hidrogel

- em um saco plástico, colocar 400 mL de água (temperatura ambiente);
- adicionar uma dose do nematoide (20 mL);
- homogeneizar a solução;
- adicionar 4 g de hidrogel;
- homogeneizar a mistura por aproximadamente 2 minutos (Figura 18);
- no fundo de uma caixa térmica, colocar uma bolsa contendo gelo e, em cima desta, camadas de papel jornal; sobre elas colocar o saco plástico contendo o inóculo com hidrogel (Figura 18); tomar cuidado para o inóculo não entrar em contato direto com o gelo; a temperatura no interior da caixa deve ser mantida entre 5 e 15 °C.

e) Materiais necessários para a inoculação do nematoide nas árvores atacadas

- inóculo (gelatina+nematoide ou hidrogel+nematoide);
- caixa térmica com bolsa contendo gelo;
- papel jornal;
- tesoura;
- martelo de aplicação;
- frasco tipo bisnaga.



Foto: Susete R. Chiarello Penteadó

Figura 18. Inóculo com hidrogel.

f) Metodologia para a inoculação do nematoide

A inoculação do nematoide deverá ser realizada entre os meses de março e agosto. Para maior eficiência, as inoculações deverão ser realizadas imediatamente após a detecção da praga na área.

- selecionar árvores atacadas pela vespa-da-madeira com as seguintes características:
 - presença de respingos ou escorrimento de resina no tronco (Figuras 5 e 6);
 - copa com as acículas amareladas (Figura 7);
 - ausência de orifícios de emergência de insetos adultos (Figura 9);
- derrubar a árvore e desgallar, para facilitar o acesso ao tronco;

- suspender a árvore do chão, para evitar que o excesso de umidade interfira no parasitismo (Figura 19);
- com o martelo de aplicação (Figura 19), fazer orifícios ao longo do tronco, de modo que o martelo retorne livremente, sem ser puxado para fora, evitando danificar o vazador e proporcionando uma perfuração perfeita; quando o martelo ficar preso ao orifício, procurar retirá-lo perpendicularmente ao tronco. A profundidade do orifício deverá ser de 10 mm;
- a distância entre orifícios deverá ser 30 cm, distribuídos da seguinte maneira:
 - nas regiões da árvore com diâmetro até 15 cm, fazer uma única fileira de orifícios (Figura 20);
 - nas regiões da árvore com diâmetro superior a 15 cm, fazer duas fileiras de orifícios, sendo estas paralelas e equidistantes (Figura 20);
- para abastecer a bisnaga com o inóculo, fazer um pequeno orifício no canto do saco plástico e pressionar o inóculo para dentro da bisnaga (Figura 21A);
- inserir a bisnaga no orifício de inoculação, preenchendo-o (Figura 21B); fazer uma leve pressão com o dedo, para que o inóculo entre em contato com a parte interna do orifício (Figura 21C).

Algumas horas após a inoculação, os nematoides penetram na madeira e passam a se alimentar do fungo *A. areolatum*, onde se reproduzem e multiplicam, podendo passar por vários ciclos na forma de vida livre dentro da madeira. No entanto, nos arredores das larvas de *S. noctilio*, as condições induzem à formação de adultos infectivos de vida parasitária. Nesta fase, as fêmeas adultas infectivas apresentam um estilete duas vezes mais longo e mais largo que o da forma de vida livre, sendo esse adaptado para perfurar a cutícula da larva hospedeira. Assim, as fêmeas infectivas já acasaladas, com o auxílio do estilete, perfuram a cutícula e penetram no corpo da larva, deixando uma cicatriz circular (Figura 22). Na fase de pupa do hospedeiro, os



Foto: Francisco Santana

Figura 19. Árvore preparada para realizar as perfurações no tronco, utilizando o martelo de aplicação.

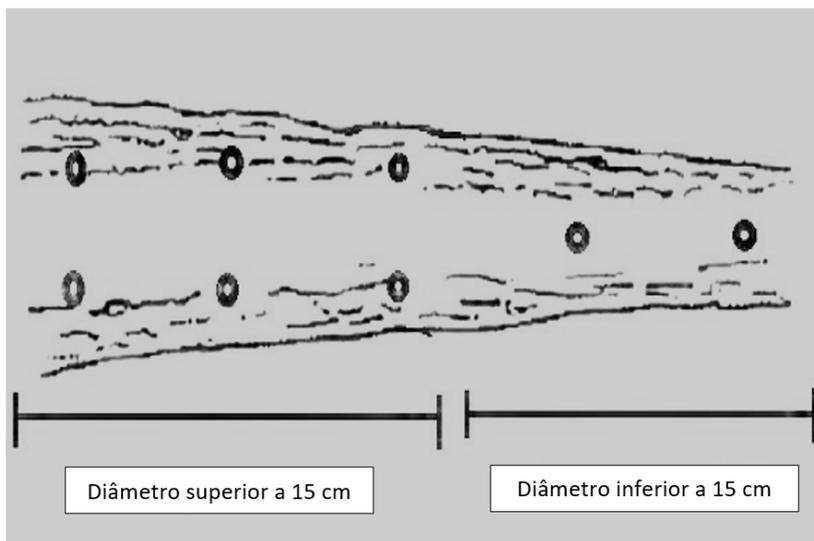


Figura 20. Distância entre os orifícios de aplicação do nematoide.
Ilustração: Susete do Rocio Chiarello Pentead.



Fotos: Francisco Sant'ana

Figura 21. Abastecimento do frasco aplicador, com o inóculo (A); aplicação do inóculo na árvore (B); pressão com o dedo para o total preenchimento do orifício (C).

nematoides juvenis saem do corpo da fêmea do nematoide e migram para os órgãos reprodutores do hospedeiro e, no caso das fêmeas, os nematoides penetram nos seus ovos (Figura 23), suprimindo o desenvolvimento dos ovários, tornando-as estéreis. Nos hospedeiros machos, os testículos tornam-se uma sólida massa de milhares de nematoides juvenis (Figura 24). Porém, os machos permanecem férteis, pois, no início da fase de pupa, a maioria dos espermatozoides passa para as vesículas seminais, onde os nematoides não conseguem penetrar e, assim, os espermatozoides são normalmente transferidos durante a cópula. Quando a fêmea da vespa-da-madeira parasitada emerge de uma árvore, esta irá acasalar e realizar posturas normalmente, porém, seus ovos não serão férteis e cada um pode conter até 200 nematoides (Bedding, 1972). Assim, além da fêmea não mais se reproduzir, ela disseminará o nematoide para outras árvores e até para outros locais, auxiliando na efetividade do controle.



Foto: Francisco Santana

Figura 22. Cicatriz de entrada do nematoide na larva da vespa-da-madeira.

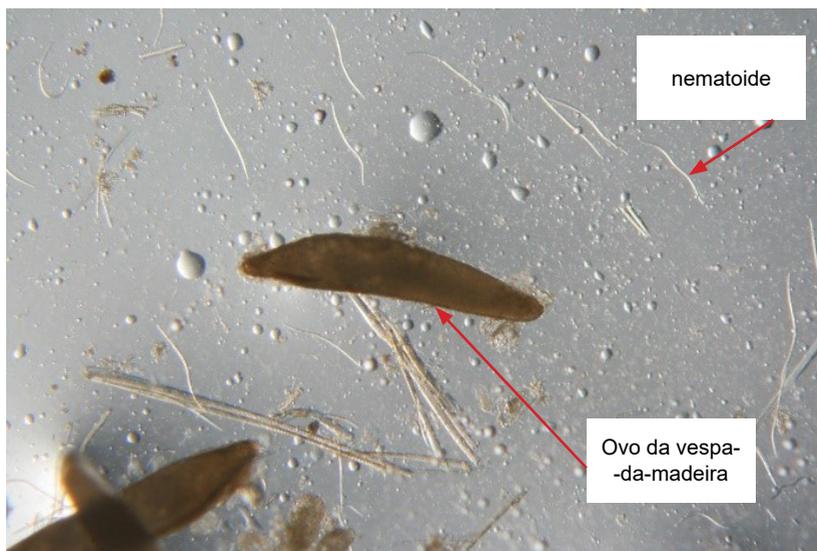


Foto: Susete R. Chiarello Penteado

Figura 23. Ovários contendo o nematoide.



Figura 24. Testículos contendo o nematoide.

Número de árvores atacadas por hectare	Número de árvores a inocular
1 - 5	Todas as árvores atacadas
6 - 25	5 árvores por hectare, bem distribuídas
Acima de 25	20% das árvores atacadas

g) Cuidados necessários para obter uma boa eficiência na inoculação

Para que sejam atingidos altos níveis de parasitismo, são necessários alguns cuidados com o armazenamento, preparo, transporte e aplicação do nematoide, tais como:

- logo após o recebimento das doses, até a sua utilização, estas devem ser mantidas na parte inferior da geladeira, sob

- temperatura entre 5 e 8 °C, para não ocorrer o congelamento e a morte dos nematoides;
- nas condições de armazenamento indicadas no item anterior, as doses apresentam uma validade de 10 dias;
 - no campo, quando o inóculo não estiver sendo utilizado, deixá-lo dentro da caixa de isopor com a tampa fechada, para manter a temperatura entre 5 e 15 °C;
 - evitar o armazenamento do inóculo de um dia para o outro; caso seja necessário, armazená-lo sob temperatura entre 5 e 8 °C; nessas condições, deverá ser utilizado no início do dia seguinte;
 - para a preparação do inóculo, é muito importante seguir as recomendações quanto à concentração da gelatina (10%) e do hidrogel (1%);
 - para garantir a penetração dos nematoides nos traqueoides da madeira, deve-se afiar ou trocar o vazador do martelo de aplicação quando este não mais estiver realizando uma perfuração adequada;
 - é importante também que as paredes internas dos orifícios sejam lisas; assim, o uso de outra “ferramenta” como a furadeira, para realizar os orifícios, não é recomendado, pois poderá danificar a madeira e impedir a penetração dos nematoides nos seus traqueoides;
 - a temperatura ambiente, durante a inoculação, deverá estar entre 7 e 20 °C, pois temperaturas superiores ou inferiores podem afetar a viabilidade dos nematoides;
 - não realizar a aplicação em dias chuvosos;
 - o período mais adequado para a inoculação do nematoide é de março até final de julho; entretanto, é possível fazer inoculações no mês de agosto (até a terceira semana), caso não tenha sido possível finalizar todas as inoculações até a data recomendada;
 - treinar e supervisionar as equipes de inoculação, para garantir uma boa aplicação.

Utilização de parasitoides

Os parasitoides utilizados para o controle da vespa-da-madeira são as espécies *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae), *Rhyssa persuasoria* e *Megarhyssa nortoni* (Hymenoptera: Ichneumonidae). A espécie *I. leucospoides* foi introduzida no Brasil junto com o seu hospedeiro e tem sido registrada em todas as áreas com a presença da praga. As espécies *M. nortoni* e *R. persuasoria* foram introduzidas no Brasil, da Tasmânia, entre 1996 e 1997 e em 2003, em um projeto cooperativo entre Embrapa Florestas, Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e do Instituto Internacional de Controle Biológico da Inglaterra. Entretanto, ocorreram problemas tanto na fase de introdução no Brasil, como nas liberações no campo e, assim, apenas a espécie *M. nortoni* teve seu estabelecimento confirmado, em 2015.

a) *Ibalia leucospoides*

As fêmeas adultas apresentam a cabeça negra com antenas quase tão longas quanto o abdômen. O tórax é de cor preta e, pelo menos, duas vezes mais longo que largo. As asas apresentam coloração cinza e as pernas são escuras, tendendo para cores avermelhadas. O abdômen da fêmea, em vista dorsal, é semelhante a uma lâmina (Figura 25). Medem, em média, 12,53 mm de comprimento (Carvalho, 1994). A principal diferença existente nos machos é a característica do abdômen que, em vista lateral, mostra um contorno muito diferente, apresentando a porção posterior muito menos aguda (Figura 25). Medem, em média, 10,04 mm de comprimento (Carvalho, 1994).

O período de emergência dos adultos ocorre entre os meses de novembro e janeiro e entre abril e maio (em menor número). Os machos adultos vivem, em média, 15,2 dias e as fêmeas 15,9 dias. Porém, fêmeas alimentadas com uma solução de mel puro e fornecida água, tiveram uma longevidade média de 25,1 dias, sendo que, para os machos, o alimento não interferiu na longevidade (Carvalho, 1994).

Ibalia leucospoides é um endoparasitoide inserindo seus ovos em ovos ou em larvas de primeiro e segundo estágios de desenvolvimento da vespa-da-madeira. Passam por quatro estágios de

desenvolvimento larval, sendo que três deles são dentro das larvas da vespa-da-madeira e o último externamente, quando saem da larva, destruindo-a. Nesta fase permanecem nas galerias construídas pela



Foto: Wilson Reis Filho

Figura 25. Fêmea (direita) e macho (esquerda) do parasitoide *Ibalia leucospoides*.

vespa-da-madeira, quando irão empupar próximo à casca e emergir, normalmente, um ano após a postura.

Antes de iniciar a postura, a fêmea de *I. leucospoides* realiza uma inspeção na casca da árvore, com o auxílio de suas antenas, localizando o seu hospedeiro pelo odor emanado dos orifícios de postura realizados pela fêmea (Spradbery, 1974), sendo que o fator responsável pela atração do parasitoide é o fungo *A. areolatum* (Madden, 1968). Quando encontra um local adequado, introduz as antenas dentro do orifício de postura de *S. noctilio* e inspeciona os túneis realizados pela fêmea de seu hospedeiro. Para a postura propriamente dita,

a fêmea abaixa o sétimo par de 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 (Chrystal, 1930).

O período de incubação dos ovos pode variar de 6 meses a um ano e a eclosão ocorre de dois a 3 meses, ou até um ano após a postura (Chrystal, 1930).

Este parasitoide pode dispersar-se rapidamente para longas distâncias e, quando atinge novos locais, reproduz-se intensamente, sendo um dos mais eficientes parasitoides da vespa-da-madeira (Taylor, 1976). Por ser um inseto de fácil criação e apresentar uma rápida dispersão, acompanhando o seu hospedeiro, foi amplamente utilizado para o controle de *S. noctilio*, na Nova Zelândia e Austrália. No Brasil, algumas empresas têm realizado liberações no campo e o nível de parasitismo tem se mantido em torno de 25%.

• **Incremento da população de *I. leucospoides* no campo**

O parasitoide *I. leucospoides* tem uma grande capacidade de dispersão, acompanhando o seu hospedeiro. Entretanto, é possível incrementar os níveis de parasitismo pela liberação de adultos do inseto em plantios atacados pela vespa-da-madeira, da seguinte forma:

- selecionar árvores atacadas pela vespa-da-madeira e, entre os meses de setembro e outubro, coletar toretes de 0,80 cm do terço médio da planta;
- poderão também ser utilizados os mesmos toretes coletados para avaliar o parasitismo pelo nematoide (ver item 7.4.3);
- acondicionar os toretes em tambores de 200 L ou em gaiolas;
- quando iniciar a emergência de adultos, geralmente a partir do início do mês de novembro, coletar os adultos do parasitoide a cada 2 dias e continuar coletando até a primeira quinzena de janeiro;

- armazenar os insetos em geladeira sob temperatura de 8 °C, por até 10 dias, em recipientes de 350 mL, contendo, no máximo, dez insetos em cada recipiente;
- para o transporte ao campo, os insetos deverão ser transferidos para uma caixa térmica, contendo no fundo, uma camada de gelo e sobre esta, folhas de papel jornal;
- o parasitoide deverá ser liberado em plantios atacados pela vespa-da-madeira e sempre próximo de árvores atacadas.

b) *Megarhyssa nortoni* e *Rhyssa persuasoria*

Os parasitoides larvais *M. nortoni* e *R. persuasoria* são ectoparasitoides e, pelo fato de apresentarem um longo ovipositor, atacam larvas da vespa-da-madeira em estágios mais avançados de desenvolvimento (Taylor, 1976). O adulto de *M. nortoni* apresenta coloração marrom, preta e amarela, tendo uma fileira de manchas ovais presentes ao longo de cada lado do abdômen. O comprimento do corpo varia de 15 a 45 mm, sendo as pernas de cor amarela ou levemente marrom, as antenas totalmente pretas. As fêmeas apresentam um longo ovipositor (Figura 26A) e o abdômen do macho é geralmente longo e estreito (Figura 26B) (Nuttall, 1980). O adulto de *R. persuasoria* tem o corpo fino e preto, com várias manchas esbranquiçadas na cabeça, tórax e abdômen e as pernas avermelhadas. As antenas são longas e finas. A fêmea tem um longo ovipositor, que excede o comprimento do corpo (Figura 27). Os machos medem entre 10 e 20 mm e as fêmeas entre 20 e 40 mm.

As fêmeas de *M. nortoni* e de *R. persuasoria* realizam perfurações na madeira, ao acaso, com o seu ovipositor, até encontrar uma larva da vespa-da-madeira, a qual recebe uma picada e é paralisada. Um ovo é colocado sobre a larva hospedeira. Este pode eclodir em 2 dias, com a larva iniciando a sua alimentação sobre o corpo do hospedeiro. O período larval, geralmente, tem duração de 3 a 5 semanas (Hocking, 1968). A maioria dos indivíduos de cada geração (cerca de 80%) entra em diapausa no estágio larval, quando completamente alimentados, apresentando, desta forma, um ciclo com duração de

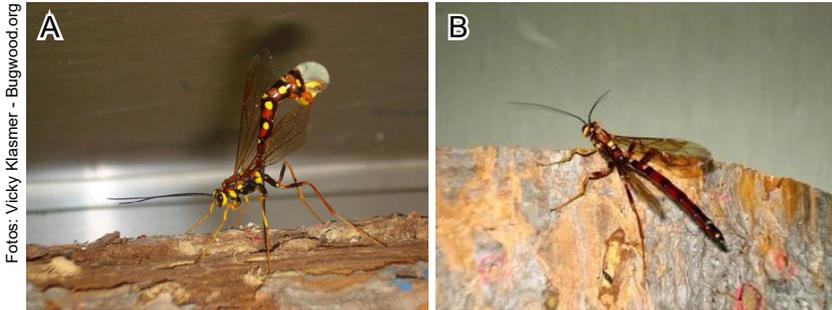


Figura 26. Fêmea (A) e macho (B) de *Megarhyssa nortoni*.



Figura 27. Fêmea de *Rhyssa persuasoria*.

2 anos. Aqueles que não entram em diapausa (cerca de 20% da população) empupam imediatamente, apresentando um ciclo com duração de três a 4 meses (Taylor, 1976). As pupas localizam-se próximas à casca e os adultos, para emergirem, desgastam a madeira, abrindo um orifício por onde saem (Nuttall, 1980).

O fator responsável pela atração dos parasitoides é o fungo simbiote *A. areolatum*, o qual é introduzido na árvore pelo hospedeiro, durante a postura (Madden, 1968). Tanto pupas como

adultos de *S. noctilio*, pouco antes da emergência, podem ser parasitados (Nuttall, 1980).

Os resultados obtidos, principalmente na Austrália, com a utilização de insetos parasitoides para o controle de *S. noctilio*, indicam que estes organismos atuam satisfatoriamente e de forma complementar a um programa de controle biológico da praga pela utilização do nematoide.

• **Incremento da população de *Megarhyssa nortoni* no campo**

Embora os dois parasitoides (*M. nortoni* e *R. persuasoria*) tenham sido introduzidos no Brasil, apenas a espécie *M. nortoni* está estabelecida nos plantios de pinus. Assim, para o incremento da população deste parasitoide no campo, recomenda-se:

- logo após a emergência, coletar os adultos de *M. nortoni*, realizar a sexagem (Figuras 26 A e B) e contagem, para posterior utilização no cálculo do parasitismo;
- armazená-los, individualmente, em potes plásticos, em geladeira, com temperatura entre 5 e 8 °C. Isto deve ser feito se a quantidade de insetos ainda é pequena para a liberação no campo ou se há uma grande quantidade de machos, para aguardar a emergência das fêmeas. Os insetos podem ser mantidos nesta condição por até 7 dias;
- Para o acasalamento, devem ser colocados de dois a três machos para cada fêmea, em recipientes de cerca de 1.000 mL (é importante que haja espaço para os insetos), onde também deverá ser colocado algodão embebido em uma solução de mel e água (25%); nestas condições, os insetos deverão ser mantidos sob temperatura ambiente, em local fresco, por 3 dias; a solução de mel deverá ser trocada diariamente;
- para a liberação dos insetos no campo, após o acasalamento, eles podem ser transportados nos mesmos frascos de acasalamento e colocados em caixa refrigerada;
- as áreas selecionadas para a liberação deverão conter o ataque da vespa-da-madeira e sem previsão de corte por,

pelo menos, 3 anos após as liberações; o número de insetos liberados dependerá da quantidade de insetos disponível;

- é importante acompanhar, anualmente, a presença dos parasitoides nas áreas onde foram liberados; para isso, podem ser usados os mesmos toretes coletados para a avaliação do parasitismo do nematoide;
- os adultos da vespa-da-madeira e dos parasitoides que emergirem devem ser contados, para o posterior cálculo da porcentagem de parasitismo, e liberados nos plantios de pinus.

Avaliação da eficiência dos agentes de controle biológico

Após a liberação dos inimigos naturais, é de fundamental importância o monitoramento da sua eficiência e estabelecimento. Isto auxiliará a tomada de decisão sobre a necessidade de novas inoculações do nematoide e liberação de parasitoides. Assim, anualmente, deverão ser coletadas amostras de árvores inoculadas e não inoculadas com o nematoide.

a) Metodologia para avaliação do parasitismo pelo nematoide

- para a avaliação do parasitismo em árvores inoculadas, a cada 50 ha de plantios de pinus, selecionar três árvores inoculadas com o nematoide até o início do mês de outubro;
- para a avaliação do parasitismo natural (aquele realizado pela vespa-da-madeira), até início do mês de outubro, para cada 50 ha de plantio de pinus, selecionar três árvores atacadas pela vespa-da-madeira, com as seguintes características: 1) respingos ou escorrimento de resina no tronco (Figuras 5 e 6); 2) copa com acículas amareladas (Figura 7); 3) ausência de orifícios de emergência de adultos (Figura 9);
- coletar, do terço médio de cada árvore, três toretes de 0,80 m;
- os toretes devem ser acondicionados em tambores cobertos por tela plástica ou em gaiolas e identificados com a data, local

de coleta, talhão etc., e se foram ou não inoculados com o nematoide (Figura 28);

- a partir do final do mês de outubro, os tambores ou gaiolas deverão ser revisados três vezes por semana, para verificar a presença dos insetos adultos;
- os adultos da vespa-da-madeira deverão ser coletados e imediatamente avaliados quanto à presença de nematoides ou transferidos para frascos contendo álcool 70% e avaliados posteriormente;
- para a avaliação, colocar o inseto em uma placa de vidro ou plástico contendo uma pequena quantidade de água; separar o tórax do abdômen (Figura 29) e observar, sob lupa, a presença de nematoides nos ovários (Figura 23) ou ao redor dos testículos (Figura 24);
- para se obter um resultado confiável, dever-se-á avaliar, pelo menos, 68 insetos por amostra;
- o cálculo da porcentagem de parasitismo é obtido pela seguinte expressão:

$$\% \text{ parasitismo} = 100 \left(\frac{\text{n}^{\circ} \text{ de insetos parasitados}}{\text{n}^{\circ} \text{ de insetos avaliados}} \right)$$

Foto: Susete R. Chiarello Penteado



Figura 28. Gaiolas para o armazenamento dos toretes atacados pela vespa-da-madeira.



Foto: Susete R. Chiarello Penteado

Figura 29. Avaliação de parasitismo pelo nematoide.

b) Cuidados durante a avaliação da eficiência do nematoide

- nas observações sob lupa, é necessário contar com um bom controle de luz, para melhor visualização dos nematoides, e com um aumento de 40 vezes;
- lavar bem ou trocar as placas antes de reutilizá-las com nova amostra, porque, após certo tempo, os nematoides tendem a se depositar no fundo da placa;
- em áreas onde os níveis de parasitismo pelo nematoide forem, em média, 70%, há mais de 2 anos, pode ocorrer a redução do número de insetos que emergem por árvore; assim, no ano seguinte é recomendada a coleta de um maior número de toretes ou de árvores por amostra, para garantir a emergência do número mínimo de insetos recomendado;
- em áreas onde a média de parasitismo atingiu 70%, é possível paralisar as inoculações de nematoide. Isto é válido para situações onde é feito um monitoramento de toda a área atacada, sendo incorreta a extrapolação dos resultados de uma área para outra; entretanto estas áreas deverão ser monitoradas para acompanhar a evolução da população, tanto da vespa-da-madeira como do nematoide.

c) Metodologia para avaliação do parasitismo pelos parasitoides

- como recomendado para a avaliação de parasitismo pelo nematoide, deverá ser coletada uma amostra para cada 50 ha de plantio de pinus; é possível utilizar as mesmas amostras coletadas para a avaliação do parasitismo pelo nematoide;
- os toretes deverão ser armazenados em gaiolas ou tambores, para a coleta dos insetos que emergirem (vespa-da-madeira e parasitoides);
- os adultos da vespa-da-madeira deverão ser contados e os adultos do parasitoide deverão ser contados e liberados novamente em plantios atacados pela praga;

- O cálculo da porcentagem de parasitismo é realizado pela seguinte expressão:

$$\% \text{ parasitismo} = 100 \left(\frac{\text{n}^\circ \text{ de adultos de } I. \text{ leucospoides}}{\text{n}^\circ \text{ de adultos de } S. \text{ noctilio} + I. \text{ leucospoides}} \right)$$

Cronograma de atividades do Programa de Manejo Integrado da Vespa-da-Madeira

Para que se possa manter a população da vespa-da-madeira em níveis que não comprometam a produtividade dos plantios de pínus, é importante o planejamento das atividades de monitoramento e controle, nas épocas recomendadas, conforme descrito na Figura 30.

Considerações finais

A vespa-da-madeira tornou-se uma praga de importância mundial e, nos países onde foi introduzida, fez-se necessária a implantação de programas de manejo integrado para minimizar as perdas em plantios de pínus.

Sua constatação no Brasil serviu de alerta e foi o ponto inicial para mudanças significativas na silvicultura do pínus, uma vez que ela ataca, preferencialmente, árvores que se desenvolveram em condições de estresse ou que sofreram algum tipo de dano.

Assim, é muito importante, a cada nova rotação da cultura, estabelecer o monitoramento pela utilização de árvores-armadilhas, amostragem sequencial ou amostragem sistemática, em plantios com mais de 7 anos de idade e, se identificada a presença da praga,

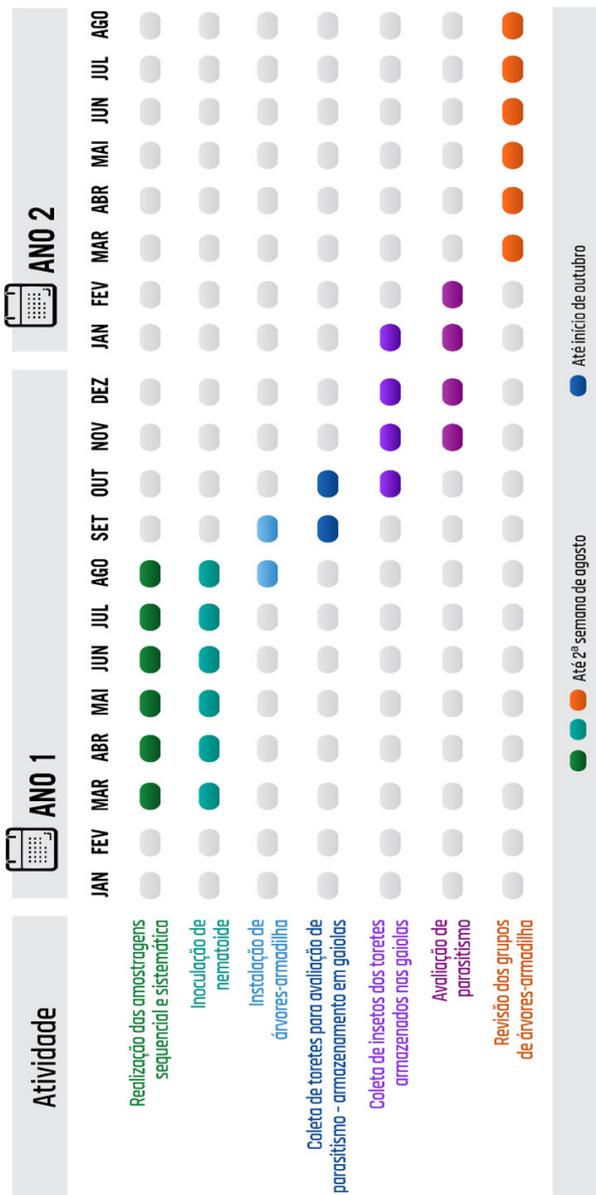


Figura 30. Cronograma anual de atividades de monitoramento e controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus.

utilizar as medidas de controle. O nematoide *D. siricidicola* apresenta uma eficiência média de 70%, podendo chegar a índices próximos de 100%. Porém, esta eficiência é alcançada apenas quando são seguidas as orientações disponíveis pela pesquisa, sendo que um dos fatores de maior relevância se refere ao número de árvores inoculadas, que deverá sempre ser de, pelo menos, 20% das árvores atacadas do talhão. A inoculação de uma menor porcentagem de árvores fará com que o nematoide leve mais tempo para se estabelecer na área e, nesta situação, poderão ocorrer perdas de produtividade e prejuízos econômicos.

O monitoramento da eficiência dos inimigos naturais, pela coleta de amostras e avaliação de parasitismo, também é necessário para subsidiar o planejamento das medidas a serem aplicadas no ano seguinte. Estas atividades deverão ser contínuas para garantir a sanidade do empreendimento florestal.

Referências

BEDDING, R. A. Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous-mycetophagous nematodes parasitic in siricidae woodwasps. **Nematologica**, v. 18, p. 482-493, 1972.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa MAPA - 39, de 17/11/2016**. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-mapa-39-de-17-11-2016,1088.html>. Acesso em: 11 set. 2023.

CARVALHO, A. G. de. Aspectos bioecológicos de *Ibalia leucospoides* (Hockenwarth), (Hymenoptera: Ibaliiidae). In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA DA MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL, 1992, Florianópolis. **Anais [...]**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1993. p. 111-120.

CARVALHO, A. G. de. Aspectos bioecológicos de *Ibalia leucospoides* (Hockenwarth), (Hymenoptera: Ibaliiidae). **Floresta e Ambiente**, v. 1, p. 19-27, 1994.

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

COUTTS, M. P. The mechanism of pathogenicity of *Sirex noctilio* on *Pinus radiata*. I. Effects of symbiotic fungus *Amylostereum* sp. (Thelophoraceae). **Australian Journal of Biological Science**, v. 22, p. 915-924, 1969.

DODDS, K. J.; DE GROOT, P. *Sirex*, surveys and management: challenges of having *Sirex noctilio* in North America. In: SLIPPERS, B.; GROOT, P. de; WINGFIELD, M. J. (ed.). **The siren woodwasp and its fungal symbiont: research and management of a worldwide invasive pest**. New York: Springer, 2012. p. 265-286.

DURAFLORES. Susceptibilidade de toras de pinheiros tropicais ao ataque da vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DAMADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). **Anais [...]**. Colombo: EMBRAPA/FAO/USDA/FUNCEMA, 1993. p. 97-110.

ECHEVERRÍA, N. E. **Avíspera barrenadora de los pinos *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae)**. Buenos Aires: IFONA, Centro Forestal Castelar, 1986. (IFONA Report C. F. C.. Bulletin, 2).

HOCKING, H. Studies on the biology of *Rhyssa persuasoria* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) incorporating an x-ray technique. **Australian Journal of Entomology**, n. 7, p. 1-5, 1968.

HOEBEKE, E. R.; HAUGEN, D. A.; HAACK, R. A. *Sirex noctilio*: discovery of a palearctic siricid woodwasp in New York. **Newsletter of the Michigan Entomological Society**, v. 50, p. 24-25, 2005.

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).

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ**: 2023 relatório anual. São Paulo, 2023. 92 p. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>. Acesso em 15 fev. 2024.

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

LI, D.; SHI, J.; LU, M.; REN, L.; ZHEN, C.; LUO, Y. Detection and Identification of the Invasive *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) Fungal Symbiont, *Amylostereum areolatum* (Russulales: Amylostereaceae), in China and the Stimulating Effect of Insect Venom on Laccase Production by *A. areolatum* YQL03. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 1136-1147, 2015.

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

MADDEN. J. L. Physiological reactions of *Pinus radiata* to attack by the woodwasp, *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 67, p. 405-426, 1977.

METODOLOGIAS para monitoramento da vespa-da-madeira visando o planejamento das ações de controle: pínus. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. Folder. (TTflorestal: transferência de tecnologia florestal). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144983/1/2016-folder-tt-vespa-01-07-2016a.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2023.

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

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

NUTTAL, M. J. Insect parasites of *Sirex* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ibaliiidae and Orussidae). **Forest and Timber Insects in New Zealand**, n. 47, 11 p., 1980.

PARANÁ. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Portaria nº 280, de 15 de dezembro de 2016**. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/280_16_1.pdf. Acesso em: 11 set. 2023.

PENTEADO, S. R. C. **Métodos de amostragem para avaliação populacional de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae) e de seus inimigos naturais, em *Pinus taeda***. 1995. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. **Aplicação da amostragem sequencial 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). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17008/1/Boletim_de_pesquisa11.pdf. Acesso em: 22 ago. 2023.

PENTEADO, S. R. C.; CAMARGO, M. B.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. **Metodologias para o monitoramento da vespa-da-madeira em plantios de pinus visando ao planejamento das ações de controle**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 398). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160907/1/CT-398-1391.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2023.

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

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.

TAYLOR, K. L. The introduction and establishment of insect parasitoids to control *Sirex noctilio* in Australia. **Entomophaga**, v. 21, n. 4, p. 429-440, 1976.

TRIBE, G. D. The woodwasp *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera: Siricidae), a pest of *Pinus* species, now established in South Africa. **African Entomology**, v. 3, p. 215-217, 1995.

Literatura Recomendada

PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. Distribuição da vespa-damadeira e de seus inimigos naturais ao longo do tronco de Pinus.

Boletim de Pesquisa Florestal, n. 40, p. 23-34, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/3018/1/penteado.pdf>

PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. Utilização da amostragem seqüencial para avaliar a eficiência do parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola* (Nematoda: Neotylenchidae) em adultos de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). **Revista Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 223-231, 2008.

