

# UTILIZAÇÃO DE NEMATÓIDE *Deladenus siricidicola* (NEMATODA: NEOTYLENCHIDAE) NO CONTROLE BIOLÓGICO DE *Sirex noctilio* (HYMENOPTERA: SIRICIDAE), PRAGA DE *Pinus* SPP.

Edson Tadeu Iede<sup>1</sup>; Susete do Rocio Chiarello Penteado<sup>1</sup>; Maria Silvia Pereira Leite<sup>2</sup>

## RESUMO

Com a introdução acidental de *Sirex noctilio*, no Brasil em 1988, os plantios de *Pinus* spp. passaram a ser ameaçados devido ao potencial de dano da praga, propiciado pela ausência de inimigos naturais e pela baixa resistência ambiental, como os monocultivos extensivos e mal manejados. *Deladenus siricidicola*, um nematóide que esteriliza as fêmeas da praga, é o organismo mais eficiente para o seu controle, podendo atingir índices próximos de 100%. No Brasil, introduções deste agente foram realizadas no período de 1989/90. Devido à perda de infectividade desta linhagem que vinha sendo multiplicada há mais de 20 anos em laboratório, na Austrália, foi introduzido um novo isolado, o Kamona, procedente da Tasmânia. Além disso, obtiveram-se outros 11 isolados adaptados as condições ecológicas do país, sendo que dois deles apresentaram índices de parasitismo satisfatórios semelhantes ao Kamona. São apresentados também, dados a respeito da biologia do nematóide, bem como, técnicas de criação massal e liberação do mesmo nos plantios de *Pinus* spp..

## ABSTRACT

The accidental introduction of *Sirex noctilio* in Brazil in 1988 was a serious threat to pine plantations due to the potential damages of the pest, the inexistence of its natural enemies and the low environmental resistance of large and badly managed homogeneous plantations. *Deladenus siricidicola* is the most efficient pest control agent for *Sirex*. It is a nematode that sterilizes insect female and its efficiency can reach near 100% levels. It was introduced in Brazil in 1989-90, but due to a loss of infectivity of introduced strain, which had been cultivated for more than 20 years in laboratories, a new strain (named Kamona) had to be introduced from Tasmania, Australia. Besides, another 11 strains adapted to Brazilian conditions were isolated in the field and two of them present parasitism levels similar to those of the Kamona strain. A bibliographic review of the biology, rearing and release of the nematode is also presented.

## INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Pesquisadores da Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111. Cx. Postal 319. CEP. 83.411-000. Colombo, Pr, BR.

<sup>2</sup> Bolsista Doutorado, Depto. Zool. UFPR, Cx. Postal 19020 – CEP 81.531-990 Curitiba-PR-BR. Trabalho apresentado no “Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia, Chile, 1998.

A área reflorestada no Brasil saltou de 500 mil ha para 6 milhões de ha, em cerca de 30 anos. Atualmente 2 milhões de ha estão plantados com **Pinus** spp. e metade desta área está localizada na região sul. Durante muitos anos, estes plantios estiveram livres de pragas de importância econômica. Entretanto, em 1988, com a detecção de **Sirex noctilio** no Brasil, esta situação mudou radicalmente. A baixa resistência ambiental, devido à ausência de inimigos naturais, associada à base restrita de espécies de **Pinus** spp. na região sul (cerca de 80% dos reflorestamentos são constituídos por **P. taeda** e 20 % por **P. elliottii**) e a falta de intervenções silviculturais, principalmente, desbastes, propiciaram condições ambientais favoráveis à colonização, estabelecimento e dispersão de **S. noctilio**.

**Deladenus siricidicola**, um nematóide que esteriliza as fêmeas do inseto, é o organismo mais eficiente no controle desta praga. Por apresentar um ciclo de vida livre, pode ser multiplicado em meio de cultura, em laboratório e liberado no campo, podendo atingir níveis de parasitismo próximos a 100%. Face à sua eficiência, culturas deste agente foram importadas da Austrália e introduzidas no Brasil em 1989, 1990 e 1994. As primeiras liberações, experimentais, foram realizadas ainda em 1989. Porém, de forma operacional e massiva, apenas a partir de 1990. Devido a perda de infectividade das culturas introduzidas, em 1994 foi realizada a importação de uma nova linhagem, denominada Kamona, a qual foi multiplicada em laboratório e enviada aos produtores para aplicação no campo, em 1995. Também, foram realizadas coletas de **D. siricidicola** em diferentes locais no Brasil, permitindo a obtenção de 11 novos isolados. Atualmente está sendo utilizado o isolado K2 para a produção massal e liberação do nematóide no campo.

Os índices de parasitismo obtidos na Austrália e Nova Zelândia foram próximos a 100%, quando houve o estabelecimento do nematóide. No Brasil, este índice é ainda variável, havendo locais onde a praga está totalmente controlada em áreas contínuas de até 12 mil ha, com cerca de 80% de parasitismo. Entretanto em outras áreas, onde as inoculações do nematóide foram feitas em uma pequena porcentagem de árvores atacadas e tardiamente, os resultados positivos foram retardados.

## ASPECTOS BIOLÓGICOS DE **Sirex noctilio**

Os adultos de **Sirex noctilio** emergem, geralmente, entre meados da primavera e meados do outono, havendo dois períodos de emergência: um período relativo aos insetos de ciclo longo, que ocorre entre outubro e fevereiro, com picos de emergência entre novembro e dezembro, e outro relativo aos insetos de ciclo curto, que ocorre entre março e maio, com picos de emergência em abril. No Brasil, mais de 90% da população corresponde a insetos de ciclo longo.

Os machos emergem, normalmente, uma semana antes das fêmeas e o acasalamento ocorre na copa das árvores. Logo após o acasalamento, as fêmeas iniciam as posturas, introduzindo o seu ovipositor no alburno das árvores. Antes de colocar os ovos, introduzem esporos de um fungo simbiote, o **Amylostereum areolatum**, que encontra-se armazenado nas glândulas micangiais, localizadas na base do ovipositor. Este fungo servirá como nutriente para o desenvolvimento larval da vespa-da-madeira (Morgan, 1968). Da mesma forma, a fêmea coloca uma muco secreção que irá provocar distúrbios fisiológicos na planta. A ação sinérgica entre o muco fitotóxico e o fungo, proporcionam a morte da árvore. O primeiro reforça o estresse original da árvore, favorecendo o estabelecimento do fungo, o que bloqueia o xilema e impede a passagem da seiva. Segundo COUTTS (1969), nem o fungo, nem a muco secreção, isoladamente, causam a morte da árvore, porém a combinação deles é letal.

**Sirex noctilio** é uma praga secundária oportunista, a qual é atraída, inicialmente, por compostos orgânicos monoterpenos, que são exalados por árvores estressadas por diferentes fatores bióticos e abióticos. Também disso, o seu crescimento populacional é favorecido pela ausência de inimigos naturais. Desta forma, a adoção de um regime de manejo florestal adequado, propicia condições fitossanitárias fundamentais para a prevenção do ataque da praga. Além disso, o monitoramento, através da técnica de instalação de árvores armadilhas, é fundamental para a detecção precoce da praga e para a adoção de medidas de controle. A detecção precoce permite a detecção precoce e a liberação de inimigos naturais antes que a população da praga atinja o nível de dano econômico.

De acordo com Haugen & Underdown (1990) o objetivo é detectar a praga antes desta provocar um nível de mortalidade de árvores superior a 0,1%, ou seja, de uma a duas árvores atacadas por hectare, em um povoamento não desbastado.

## **CONTROLE BIOLÓGICO DE *Sirex noctilio* COM O NEMATÓIDE *Deladenus siricidicola***

Apesar de sua origem eurásiana, o primeiro registro do nematóide ***Deladenus siricidicola*** foi realizado em 1962, na Nova Zelândia, quando Zondag (1969), ao retirar esporos do fungo ***Amylostereum areolatum*** das glândulas micangiais de uma fêmea de ***Sirex noctilio***, casualmente encontrou o nematóide.

Bedding (1967), imediatamente, iniciou os estudos da biologia deste nematóide na Austrália, constatando níveis de parasitismo próximos a 100%. Foram realizadas buscas na Europa e Ásia, verificando-se que ***D. siricidicola*** parasitava ***S. noctilio***, ***S. juvencus*** L., ***S. nitobei*** Matsumura, ***S. cyaneus*** F., ***Xeris spectrum*** L. e um coleóptero associado essas espécies, ***Serropalpus barbatus*** (Schall). As três primeiras espécies estão associadas ao mesmo fungo simbiote, ***A. areolatum***.

Das sete espécies de ***Deladenus*** existentes, parasitando 31 espécies de siricídeos e/ou seus parasitóides, em 31 espécies de plantas hospedeiras, em 29 países, somente ***D. siricidicola*** foi capaz de parasitar ***S. noctilio*** (Bedding, 1984).

Para encontrar o linhagem de ***D. siricidicola*** mais adequada para o controle de ***S. noctilio***, na Austrália, foram selecionadas aquelas que invariavelmente provocavam alto parasitismo e que não afetavam o tamanho e a capacidade de vôo dos adultos. As linhagens Corsican, Thasos, Sopron e New Zealand, produziram níveis de parasitismo próximos a 100% (Bedding & Akhurst, não publicado, citado por Bedding, 1992b). Embora algumas liberações tenham sido feitas com as outras três linhagens, a maioria das liberações foram realizadas com a linhagem 198, na Austrália, em 1970, e no Brasil, em 1989 (Bedding & Iede, não publicado, citado por Bedding, 1992b).

### **Biologia de *Deladenus siricidicola***

Este nematóide apresenta dois ciclos de vida: um de vida livre, ou micetófago, quando alimenta-se do mesmo fungo simbiote de ***S. noctilio*** e outro de vida parasitária, no interior de ovos, larvas, pupas e adultos da vespa-da-madeira. Por apresentar o ciclo de vida livre pode ser multiplicado artificialmente, em laboratório, em meio de cultura BDA (batata, dextrose-água), cultivando-se o fungo com o nematóide em placas de Petri. Para sua multiplicação massal são utilizados frascos Erlenmeyer contendo meio de cultura de trigo em grão.

As diferenças morfológicas existentes entre as fêmeas dos dois ciclos de vida são profundas. A fêmea micetófaga tem características morfológicas que a colocam na Família Neontylenchidae, uma família que contém apenas nematóides de vida livre. Contudo, a fêmea infectiva tem todas as características da família Sphaerulariidae, onde os representantes são parasitas (Bedding, 1984).

Segundo Bedding (1972), **D. siricidicola** pode ser considerado essencialmente parasítico, sendo capaz de reproduzir-se em grande número quando encontra-se no ambiente do hospedeiro, facilitando a infestação de outros hospedeiros; pode também ser considerado um parasita primário, por se alimentar do fungo **A. areolatum**.

Maggenti (1981), refere-se ao parasitismo de **D. siricidicola** como facultativo, por apresentar gerações alternadas como parasita de **Sirex** e alimentando-se do fungo **A. areolatum**.

A biologia do nematóide em meio de cultura de batata, dextrose e ágar (BDA) à temperatura de 22°C, foi estudada por (Bedding, 1967; 1972), em culturas jovens de **Amylostereum areolatum**. Foi observado que os nematóides migram para a zona de crescimento do fungo e começam a se alimentar. Em cinco dias, atingem o estado adulto e acasalam; de 200 a 500 espermatozoides amebóides são rapidamente introduzidos dentro da vulva, para ocupar o útero. A cópula e a postura ocorrem em temperaturas de 3 a 30°C. A postura usualmente começa em poucas horas após a cópula e dura uma fração de segundo.

Fêmeas micetófagas alimentam-se continuamente em culturas jovens e podem sobreviver por várias semanas, muitas vezes colocando até 1.000 ovos. Os ovos geralmente eclodem de 4 a 5 dias após a postura. Em um ano, podem ocorrer de 10 a 20 gerações de vida-livre.

Segundo Bedding (1984), na Austrália, o nematóide tem sido multiplicado em culturas do fungo **A. areolatum**, por mais de 12 anos (cerca de 200 gerações), sem a intervenção do ciclo parasítico.

O ciclo de vida livre, na madeira, estende-se por várias semanas. As fêmeas de **S. noctilio** parasitadas colocam os ovos contendo nematóides juvenis nas árvores de **Pinus** spp., juntamente com o fungo simbiote e o muco fitotóxico. Os nematóides juvenis emergem dos ovos hospedeiros poucas horas após a postura, alimentam-se do fungo e transformam-se em adultos, colocando fileiras de ovos, distantes de 1 a 2 cm do local da postura do hospedeiro. Em madeira muito úmida, a migração destes nematóides é lenta, aumentando à medida em que a madeira seca, até um teor adequado de 50%. Nestas condições, os nematóides reproduzem-se em todos os locais da madeira onde há crescimento do fungo, colocando ovos nos traqueóides, ao redor dos locais de postura, nos canais de resina e sob a casca (Bedding, 1972; 1992b).

As fêmeas infectivas ou parasíticas apresentam um estilete duas vezes mais longo e mais largo que o da forma de vida-livre, sendo esse adaptado para perfurar a espessa cutícula da larva hospedeira. As fêmeas infectivas são dois terços menores que as de vida-livre. Segundo Bedding & Akhrust (1974), nematóides de vida parasítico são cilíndricos e frequentemente de cor verde brilhante.

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 (1992a), a produção de nematóides de vida parasítica ocorre quando estão presentes altas concentrações de CO<sub>2</sub> e baixo pH. Na ausência de larvas de **S. noctilio**, os níveis de CO<sub>2</sub> não são suficientemente altos e o pH não é suficientemente baixo para promover o desenvolvimento de formas infectivas.

Bedding (1972) observou que apenas as fêmeas infectivas, adultas e acasaladas penetram nas larvas de **S. noctilio**. Os nematóides movem-se sobre as larvas e, geralmente, adotam uma posição para a entrada, com a cabeça formando

ângulo reto com a superfície do corpo da larva hospedeira. Então, um grande estilete tubular começa a perfurar a cutícula, levando de quatro a 60 minutos para penetrar no corpo da larva. Segundos após a penetração, uma pequena quantidade de hemolinfa sai do local, surgindo uma mancha característica, melanizada, na superfície do corpo da larva. Estas manchas ou cicatrizes são circulares, apresentam coloração marrom-alaranjada a marron-escuro e situam-se na hipoderme, variando de 0,05 a 0,15 mm de diâmetro. O maior número de cicatrizes nas larvas ocorre ventralmente e lateralmente.

Em uma única larva hospedeira podem penetrar mais de 100 nematóides, mas, usualmente, penetram de cinco a 20 e cada fêmea infectiva produz em torno de 10.000 nematóides juvenis que são depositados nos ovários do hospedeiro (Bedding, 1972).

O sistema reprodutivo das fêmeas infectivas mede cerca de 0,5 mm de comprimento e permanece sem desenvolvimento até o início da pupação do hospedeiro, quando então se expande rapidamente por todo o comprimento do nematóide, logo produzindo milhares de ovos, que eclodem dentro da fêmea do nematóide (Bedding & Akhurst, 1974). Estes juvenis rompem toda a superfície do corpo da fêmea e entram na hemocele de **S. noctilio**, onde migram para o sistema reprodutivo do hospedeiro e, no caso das fêmeas, penetram em todos os ovos, suprimindo o desenvolvimento dos ovários, tornando-as estéreis. Cada ovo pode conter de 50 a 200 nematóides juvenis, que medem 0,5 mm de comprimento.

Bedding (1972) observou que o tempo de liberação dos nematóides juvenis em relação ao estágio de desenvolvimento do hospedeiro é importante na eficiência de parasitismo. Este autor verificou também que há influência tanto da linhagem do nematóide como da linhagem do hospedeiro.

Foi observado que espécies de **Ibalia** podem, ocasionalmente, conter estágios infectivos de **Deladenus** spp., mas estes não se desenvolvem, permanecendo vivos por várias semanas, dentro do hospedeiro (Bedding & Akhurst, 1974). No Brasil, Silva (1995) verificou uma larva de **I. leucospoides** com cicatriz de penetração de **D. siricidicola**. Segundo Zondag, citado por Morgan (1968), **Deladenus** spp., em certas partes da Eurásia, também parasitam **Rhyssa** spp..

## Inoculação do nematóide

As recomendações e informações a respeito da técnica de inoculação de nematóides foram apresentadas por Bedding (1989) e Iede **et al.** (1989).

Os nematóides são produzidos massalmente em laboratório e distribuídos aos proprietários de reflorestamentos de **Pinus** spp. atacados por **S. noctilio**.

A dose de nematóides com 20 ml de suspensão contém, aproximadamente, 1.000.000 de indivíduos, suficientes para tratar, em média, dez árvores. Estas doses têm prazo de validade máximo de sete dias e devem ser conservadas a uma temperatura de 5°C a 8°C.

Para a inoculação dos nematóides em árvores atacadas pela praga, é preparada uma gelatina na concentração de 9,4%, onde é adicionada uma certa quantidade de doses, dependendo do número de árvores a serem inoculadas. A gelatina tem a função de garantir a hidratação dos nematóides, até que estes penetrem no interior da madeira.

Para o transporte ao campo, o inóculo é transferido para um saco plástico resistente e colocado em uma caixa de isopor com gelo, com a temperatura mantida entre 5°C e 15°C.

As árvores selecionadas para a inoculação são aquelas recentemente mortas devido ao ataque de **S. noctilio**, que apresentam a copa amarelada, respingos de resina no tronco, ausência de orifícios de emergência de adultos e devem apresentar um teor de umidade em torno de 50%.

As árvores são derrubadas, desgalhadas e, com auxílio de um martelo

especial, são realizadas perfurações, a uma profundidade de cerca de 1 cm, a cada 30 cm do tronco, até este apresentar um diâmetro mínimo de 8 cm. Para realizar a aplicação, o inóculo é transferido para um frasco aplicador e introduzido nos orifícios. A dosagem utilizada é de cerca de 1.500 nematóides por orifício, significando, aproximadamente, 100.000 nematóides por árvore. As árvores devem ser inoculadas entre os meses de fevereiro e agosto, devido à época de maior ocorrência de larvas e de condições de umidade mais adequadas ao desenvolvimento dos nematóides.

Durante o período de aplicação, a temperatura ambiente, deve estar entre 7°C e 20°C. Fora destes limites, pode ocorrer grande mortalidade dos nematóides, pois altas temperaturas tendem a derreter a gelatina rapidamente, antes dos nematóides terem penetrado mais intensamente na madeira e baixas temperaturas podem congelar o inóculo.

De acordo com Bedding, 1989 e Iede **et al.**, 1989 deve-se inocular com nematóides, pelo menos 20% das árvores atacadas pela vespa-da-madeira (ex.: todas as árvores atacadas a cada quinta linha), além das árvores armadilha.

### **Eficiência de *Deladenus siricidicola***

Um parasitismo médio de 70% das fêmeas de ***Sirex noctilio*** que emergiram de árvores com inoculação de nematóide, foi relatado por Bedding & Akhurst, (1974), na Austrália. Zondag (1979) relatou a ocorrência de níveis de parasitismo próximos a 90%, nas florestas da Ilha do Norte, na Nova Zelândia.

Haugen **et al.** (1990) observaram que os agentes de controle biológico requerem um período de alguns anos, depois de sua liberação, para aumentar a sua população e alcançar o equilíbrio com a população de ***S. noctilio***. Entretanto, as liberações devem começar prontamente após a detecção de ***S. noctilio*** em uma área, pois a população da vespa-da-madeira pode aumentar rapidamente em uma plantação susceptível. Estes autores sugerem que o nematóide encontra-se estabelecido quando atinge um percentual de parasitismo superior a 10%.

Conforme Bedding (1992b), ***D. siricidicola*** apresenta densidade dependente, podendo atingir níveis de parasitismo próximos a 100%. Este mesmo autor relatou que aplicações realizadas entre 1987 e 1989, na Austrália, resultaram em menos de 25 % de insetos parasitados. Pesquisas realizadas por Haugen & Underdown (1993), demonstraram que a causa do baixo parasitismo foi a perda de infectividade da linhagem de ***D. siricidicola***. As contínuas subculturas do nematóide na forma de vida-livre, por mais de 20 anos, sem a passagem pelo ciclo parasítico em laboratório, levou a uma seleção da linhagem, que raramente dava origem a formas infectivas. Mesmo na presença de altas concentrações de CO<sub>2</sub> e pH baixo, eventualmente ocorria a formação de formas infectivas (Bedding, 1992b).

No Brasil, a linhagem introduzida em 1989/90 era a mesma que vinha sendo utilizada na Austrália. Verificou-se, na temporada 1992/93, que o parasitismo não ultrapassava 25%, à exceção de um único local, Encruzilhada do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, onde ocorreu parasitismo próximo a 70%, já no segundo ano após a primeira aplicação.

Bedding (1992a) concluiu que a linhagem que tornou-se defectiva, poderia atingir altos níveis de parasitismo apenas quando a porcentagem de mortalidade de árvores, devido ao ataque de ***S. noctilio***, estivesse acima de 10%. No início do programa de controle de ***S. noctilio*** na Austrália, esta linhagem produzia altos níveis de parasitismo, mesmo em plantios com mortalidade inferior a 1 %. Em função disso, foram realizadas novas coletas de nematóides, em árvores de ***P. radiata***, nas florestas de Kamona, em Scottsdale, Austrália, onde o

nematóide havia sido liberado uma única vez, em 1970.

Para a solução do problema no Brasil, foi importada a linhagem Kamona, em junho de 1994, ocorrendo sua liberação, no campo, em 1995. Além disso, a Embrapa/Florestas, realizou a coleta de nematóides em alguns locais de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, para verificar a possibilidade destes nematóides recuperarem a infectividade, após a passagem pela forma de vida parasítica. Assim foi possível a obtenção de um isolado em 1996, de um local em Encruzilhada do Sul, onde o nematóide atingiu níveis de parasitismo entre 70 e 80%. Também foram obtidos outros 10 isolados provenientes de locais onde o nematóide está resultando em índices de parasitismo acima de 70%, associados com o fungo **A. areolatum**, também de diferentes procedências. Atualmente esta sendo utilizado o isolado K2 para produção massal e liberação no campo.

Bedding (1992b), a fim de verificar a infectividade das linhagens Defectiva, Kamona e do híbrido resultante do cruzamento, realizou testes, em laboratório, induzindo à formação de fêmeas infectivas, através da incorporação de 0,2% de ácido lático e 20% de CO<sub>2</sub> em placas de cultura de **D. siricidicola**. A linhagem Kamona produziu 100% de fêmeas infectivas, a Defectiva produziu apenas de 1 a 2 %, enquanto que, o híbrido, produziu 60% de fêmeas infectivas. Eventualmente, são necessários testes mais precisos para a separação dos nematóides no campo, para determinar se eles são bastante infectivos ou se serão necessárias futuras introduções da linhagem Kamona.

Leite (1998), avaliando a eficiência das linhagens Defectiva, Kamona e ES, em quatro localidades, no Brasil, comprovou a superioridade das linhagem Kamona e do excelente desempenho do primeiro isolado adaptado as condições ecológicas brasileiras, o ES. Ambos tiveram desempenho similar em três localidades onde o nematóide estabeleceu-se, ou seja, parasitismo acima de 10% conforme Haugen **et al.** (1990). Isto corrobora também os resultados obtidos em Encruzilhada do Sul por Silva (1995) e Penteado (1995) que registraram, respectivamente, parasitismo de 81% na temporada 1992/93 e 72% em 1993/94.

## REFERÊNCIAS

- BEDDING, R.A. Parasitic and free-living cycles in entomogenous nematodes of the genus *Deladenus*. Nature, London, v.214, p.174-175, 1967.
- \_\_\_\_\_.Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous-micetophagous nematodes parasitic in siricidae woodwasps. Nematologica, Leiden, v. 18, p.482-493, 1972.
- \_\_\_\_\_. Nematode parasites of hymenoptera, In: NICKLE, W.R Plant and insect nematodes. New York: M. Dekker, 1984. p.755-795.
- \_\_\_\_\_Relatório e recomendações sobre o ataque de Sirex noctilio no Brasil, Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1989, 8p. (não publicado).
- \_\_\_\_\_Strategy to overcome the crisis in control of sirex by nematodes. Australian Forest Grower. (Sum.), 1992 a.

- \_\_\_\_ Biological control of *Sirex noctilio* using the nematode *Deladenus siricidicola*. In: BEDDING, R.A.; AKHURST, R.J; KAYA, H. Neematodes and the biological control of insect pests. Melbourne: CSIRO, 1992b. 10 p.
- 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.
- 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, Melbourne, v.22, p.915-924, 1969.
- 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. *Sirex noctilio* control program in response to the 1987 Green Triangle outbreak. Australian Forestry, Melbourne, v.53, n.1, p.33-40, 1990.
- \_\_\_\_ 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.; BEDDING, R.A.; PENTEADO, S.R.C.; MACHADO, D.C. Programa nacional de controle da vespa-da-madeira- PNCVM. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1989. 10p.
- LEITE, M.S.P. Eficiência de linhagens do nematóide *Deladenus siricidicola* Bedding, 1968 (Nematoda: Neotylenchidae), no controle de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae) em *Pinus taeda* L. e aspectos biológicos do parasitóide *Ibalia leucospoides* H. (Hymenoptera: Ibalidae). Curitiba, 1998. 72p. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas)- Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- MAGGENTI, A. Invertebrate parasitism. In MAGGENTI, A. **General nematology**. New York: Springer Verlag, 1981. p.130-244.



MORGAN, D.F. Bionomics of Siricidae. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v.13, p. 239-256, 1968.

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* L. e aspectos do controle biológico. Curitiba, 1995. 131p. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas)- Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

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 do Sul. Curitiba, 1995. 92p. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas)- Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

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

\_\_\_\_\_. Control of *Sirex noctilio* F. with *Deladenus siricidicola* Bedding. Part II. Introductions and establishments in the South Island, 1968-1975. New Zealand Journal Forestry Science, Rotorua, v.9, n.1, p.68-76, 1979.