

UTILIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM SEQUÊNCIAL PARA AVALIAR A EFICIÊNCIA DO PARASITISMO DE *Deladenus (Beddingia) siricidicola* (NEMATODA: NEOTYLENCHIDAE) EM ADULTOS DE *Sirex noctilio* (HYMENOPTERA: SIRICIDAE)

USE OF SEQUENTIAL SAMPLING TO EVALUATE THE EFFICIENCY OF *Deladenus (Beddingia) siricidicola* (NEMATODA: NEOTYLENCHIDAE) PARASITISM ON *Sirex noctilio* ADULTS (HYMENOPTERA: SIRICIDAE)

Susete do Rocio Chiarello Penteado¹ Edílson Batista de Oliveira² Edson Tadeu Iede¹

RESUMO

O nematóide *Deladenus (Beddingia) siricidicola* (Nematoda: Neotylenchidae) é o principal agente de controle de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae), vespa-da-madeira. ao esterilizar as fêmeas do inseto, atinge níveis de parasitismo próximos a 100%, com média de 70%. o monitoramento da eficiência do nematóide tem sido realizado pela avaliação da sua presença no aparelho reprodutor de machos e fêmeas do inseto. porém, esse processo é exaustivo e antieconômico quando aplicado a amostras muito grandes. o objetivo desta pesquisa foi testar a técnica da amostragem sequencial para avaliação da eficiência do parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola* em adultos de *Sirex noctilio*, a qual se mostrou como uma alternativa viável, pois se baseia em um tamanho variável de amostra, definido em função dos resultados obtidos durante os levantamentos amostrais, resultando em redução do tamanho da amostra, dos custos da atividade e precisão nos resultados. foram também abordados aspectos do parasitismo por *Deladenus (Beddingia) siricidicola*.

Palavras-chave: amostragem; nematóide; vespa-da-madeira; praga de *Pinus*.

ABSTRACT

The nematode *Deladenus (Beddingia) siricidicola* (Nematoda: Neotylenchidae) is the main control agent of the woodwasp *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). It acts by female sterilization and reaches parasitism levels close to 100%, averaging 70%. The monitoring of the efficiency of this nematode parasitism has been done by evaluating the presence of the worm in the reproductive apparatus of male and female wasps, but this process is time consuming and expensive when applied to large samples. The objective of this research was to apply the sequential sampling which has proved to be a viable alternative to evaluate the efficiency of the parasitism of *Deladenus (Beddingia) siricidicola* on *Sirex noctilio*. It is based on a variable sample size that is defined in function of the results obtained from the survey, reducing the costs of sampling and obtaining a satisfactory precision level. Some aspects of parasitism by *Deladenus (Beddingia) siricidicola* are addressed.

Keywords: sampling; nematodes; woodwasp; *Pinus* pest.

INTRODUÇÃO

Sirex noctilio, a vespa-da-madeira, é a principal praga dos reflorestamentos de *Pinus* da Região Sul do Brasil. Introduzida no País em 1988 (IEDE *et al.*, 1988), está presente em cerca de 450.000 ha, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, provocando um prejuízo estimado de US\$ 6.6 milhões anuais. Para o seu controle, foi criado, em 1989, o Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA) que possibilitou a implantação do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM). Esse programa tem dado prioridade ao controle biológico e à adoção de práticas silviculturais.

O nematóide *Deladenus (Beddingia) siricidicola* é o principal inimigo natural de *SIREX noctilio*, atingindo níveis de parasitismo próximos de 100% (BEDDING, 1992). A sua biologia foi estudada por

1. Biólogo(a), PhD., Pesquisador(a) da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, C. Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR). susete@cnpf.embrapa.br/ iedeet@cnpf.embrapa.br

2. Engenheiro Agrônomo, PhD., Pesquisador da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, C. Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR). edilson@cnpf.embrapa.br

Bedding (1972), que verificou a ocorrência de um ciclo de vida-livre ou micetófago e outro de vida parasitário. No ciclo de vida livre, ele se alimenta do fungo *Amylostereum areolatum*, que é inoculado na planta pela fêmea de *SIREX noctilio*. No ciclo de vida parasitário, dentro da árvore, as fêmeas infectivas são geralmente produzidas nos arredores das larvas de *Sirex*, em razão da presença de ácido láctico (Bedding, 1984). Fêmeas infectivas, adultas e acasaladas penetram nas larvas de *SIREX noctilio*, perfurando sua cutícula. Quando o hospedeiro inicia a pupação, ocorre a produção de milhares de ovos, os quais são fecundados e os nematóides eclodem dentro da fêmea do parasita (BEDDING e AKHURST, 1974). Logo após, as formas juvenis saem do corpo do nematóide e migram para os órgãos reprodutivos do hospedeiro; nas fêmeas, os nematóides penetram nos ovos, suprimindo o desenvolvimento dos ovários, tornando-as estéreis. Nos machos, os testículos tornam-se uma sólida massa de milhares de nematóides juvenis, porém não são esterilizados (BEDDING, 1972). A fêmea parasitada, quando emerge da árvore irá acasalar e fazer posturas normalmente. Entretanto, os seus ovos serão inférteis e conterão centenas de nematóides que irão eclodir e iniciar o ciclo micetófago. A ocorrência do ciclo micetófago facilita a criação e multiplicação desse nematóide em laboratório para posterior inoculação em árvores atacadas pela vespa-da-madeira.

Um dos objetivos do programa de controle da vespa-da-madeira é introduzir o nematóide em plantios de *Pinus* spp. atacados pela praga, imediatamente após a sua detecção e em grande quantidade, visando a atingir níveis de parasitismo natural superiores a 40%, no prazo máximo de três anos após o início do tratamento (EMBRAPA FLORESTAS, 1998).

O PNCVM (IEDE e PENTEADO, 1996) recomenda que após a inoculação de nematóides nas árvores atacadas, seja realizado o monitoramento da sua eficiência. Entretanto, isso requer a definição de uma metodologia amostral que deverá levar em conta os variáveis níveis de parasitismo, a praticidade de aplicação do método e os custos da atividade.

Bedding (1992) enfatiza que o monitoramento constante, para a detecção da presença e dispersão dos agentes de controle biológico, é um aspecto essencial no programa de controle de *Sirex noctilio*. Para Haugen *et al.* (1990), a avaliação de parasitismo em *Sirex noctilio* deverá determinar o estabelecimento, distribuição e níveis populacionais dos agentes de controle biológico, e os resultados deverão ser utilizados para o planejamento de novas inoculações de nematóides e liberações de parasitoides.

De acordo com o NSCS (1991), "após a amostragem de 100 insetos de uma determinada gaiola, deveria ser avaliado apenas 10% do restante dos insetos". Nos trabalhos de Haugen e Underdown (1990; 1993), CNPF (1992b) e Silva (1995), todos os adultos da vespa-da-madeira que emergiram foram avaliados. Entretanto, isso pode acarretar no aumento dos custos de monitoramento e controle, visto que o valor médio pago por inseto avaliado é de US\$ 0,10.

Penteado *et al.* (2002b) acrescentam, que quando é atingido um nível de 40% de parasitismo natural, ou seja, aquele que ocorre em árvores não inoculadas com o nematóide, é possível interromper as inoculações de nematóide.

De acordo com Day *et al.* (1993), quando se quer avaliar o nível de eficiência dos inimigos naturais de uma determinada praga, não é necessário que o programa de amostragem seja suficientemente preciso para mostrar um pequeno declínio na população do inseto, mas, sim, que seja preciso para detectar reduções significativas na população da praga, sendo esperado também que seja de fácil utilização.

Entre os diferentes métodos de amostragem, a seqüencial caracteriza-se por utilizar um tamanho de amostra flexível, em contraste aos procedimentos convencionais. Os dados de uma unidade amostral podem ser contados ou simplesmente registrados como presente/ausente, despendendo-se um tempo menor para a atividade (PENTEADO *et al.*, 2002a). Para a avaliação de inimigos naturais, a amostragem seqüencial fornece respostas mais rápidas e a um menor custo (WATERS, 1955). De acordo com Brack e Marshall (1990), comparando-se a amostragem seqüencial à amostragem com tamanho fixo de amostras, verifica-se que, na primeira, ocorre uma redução no tamanho desta, entre 40 e 60%. Penteado *et al.* (2002a) desenvolveram uma metodologia para a avaliação dos danos de *Sirex noctilio* em plantios de *Pinus* spp., baseada na amostragem seqüencial, a qual se mostrou eficiente para o fim proposto. Nesta pesquisa, testou-se a técnica da amostragem seqüencial para avaliação da eficiência de *Beddingia siricidicola* em adultos de *Sirex noctilio*, e também foram abordados aspectos do parasitismo por *Beddingia siricidicola*.

MATERIAL E MÉTODOS

Parasitismo de *Beddingia siricidicola* em adultos da vespa-da-madeira

Para a realização das análises, foram obtidos adultos da vespa-da-madeira de toretes coletados de dez árvores atacadas, em plantios de *Pinus taeda* localizados em Encruzilhada do Sul, RS e em Lages, SC, com porcentagens de ataque da vespa-da madeira de 20 e 1,3% respectivamente, sendo que as primeiras aplicações de nematóides nas áreas haviam iniciado dois anos antes da coleta das amostras.

As árvores foram inoculadas com o nematóide, conforme CNPF (1992a) e, posteriormente, transferidas à Embrapa Florestas, seccionadas em toretes de 0,50 cm e acondicionadas, individualmente, em gaiolas. Cada torete foi identificado com o local de coleta, número da árvore e número do torete, conforme a sua posição no tronco, iniciando-se a numeração pelo primeiro torete da base da árvore.

Os adultos de *Sirex noctilio* iniciaram a emergência no final do mês de outubro, sendo coletados diariamente e transferidos para frascos contendo etanol a 70%, devidamente identificados, sendo substituídos semanalmente. Os insetos que emergiram foram sexados e dissecados sob microscópio estereoscópico, com aumento de quarenta vezes, para verificação do parasitismo. Diante da variação do número de nematóides presentes no interior do corpo do inseto, foi estabelecida uma classificação baseada na frequência de nematóides por inseto: nível baixo – 1 a 10 nematóides por inseto; nível médio – de 11 a 100 nematóides por inseto; nível alto – acima de 101 nematóides por inseto.

Definição do tamanho da amostra baseado na utilização da amostragem seqüencial

Para a definição do tamanho da amostra, os procedimentos teóricos foram baseados em Penteadó *et al.* (2002a). Tomando-se por base o intervalo de confiança da distribuição binomial, tem-se:

$IC = p \pm z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$, em que: p = proporção de insetos parasitados; z = valor obtido na tabela de distribuição de frequência acumulada normal; n = número de insetos amostrados.

O valor de z dependerá do nível de confiança desejado para a estimativa e poderá ser utilizado nos casos em que a distribuição binomial se aproxime da distribuição normal. Essa condição pode ser verificada, calculando-se a média, $\mu = np$ e o desvio padrão, $\sigma = \sqrt{npq}$, da distribuição binomial. A aproximação poderá ser utilizada se o intervalo $\mu \pm 2\sigma$, que abrange 95% dos pontos, estiver contido entre os limites atingidos pela distribuição binomial, zero e n (MENDENHALL, 1985).

Os limites do Intervalo de confiança de p podem ser escritos, também, em termos do erro tolerável da amostra (E), em que: $E = z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$

O erro tolerável (E) para a estimativa do percentual de insetos parasitados (p), deverá ser pré-estabelecido em função de percentuais fixos ou em função de percentuais do valor de p . O cálculo de n é obtido pela seguinte expressão: $n = \frac{z^2 p(1-p)}{E^2}$

Como exemplo, para um percentual de insetos parasitados de 40%, se for considerado um erro tolerável de 5%, com a probabilidade de 95%, tem-se: $n = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,4 \cdot 0,6}{(0,05)^2} = 368$. Caso fosse considerado um

erro de 3%, o valor de n seria: $n = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,4 \cdot 0,6}{(0,03)^2} = 1022$. Portanto, para aumentar a precisão da estimativa, a amostra teria que ser aumentada em quase o triplo, implicando em acréscimos de tempo e trabalho e, conseqüentemente, dos custos da operação.

A Tabela de amostragem seqüencial (Tabela 1) foi elaborada considerando-se um erro tolerável de 20% ($\frac{1}{5}$ da média) e o valor de Z a 90%, para percentuais de insetos parasitados até 20%. Nos níveis

inferiores a 20%, o tamanho da amostra foi fixado e, conseqüentemente, os valores de (E) tornam-se maiores que os 20% anteriormente estabelecidos, aumentando com a diminuição dos percentuais de parasitismo.

Utilização da tabela de amostragem seqüencial

Para a utilização da tabela, iniciou-se com a avaliação de 68 insetos, incluindo machos e fêmeas. O número de insetos parasitados da amostra foi comparado com o número de insetos parasitados constantes na segunda coluna da tabela, o qual, nesse caso, é 34. Quando o número de insetos parasitados da amostra era igual ou superior a este, interrompia-se a amostragem. Quando o número obtido era inferior, continuava-se o processo, avaliando mais seis insetos, ou seja, um total de 74 insetos e comparava-se o número de insetos parasitados da amostra, com o número constante na tabela, o qual é 36, e assim sucessivamente, até que o número de insetos parasitados da amostra fosse igual ou superior ao número de insetos constante na segunda coluna da tabela.

O tamanho da amostra foi fixado em, no máximo, 272 insetos. Nesses casos, os erros toleráveis que eram de 1/5 da média, sofreram acréscimos percentuais, que, na prática, são reduzidos, em função do percentual de insetos parasitados ser também reduzido. Esse procedimento foi adotado porque a não-fixação de n , partindo de um certo valor, implica em um aumento muito grande do tamanho da amostra, podendo levar à ocorrência de erros não amostrais e também tornando o método pouco prático e econômico. O cálculo da porcentagem de parasitismo foi realizado pela utilização da seguinte expressão:

$$\% \text{ de parasitismo} = 100 \left(\frac{\text{número de insetos parasitados da amostra}}{\text{número de insetos amostrados}} \right)$$

TABELA 1: Tamanho da amostra para avaliação do parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola* em *Sirex noctilio*, baseado na amostragem seqüencial, considerando um valor de $Z = 90\%$ e erro tolerável de 1/5 da média, nos níveis de parasitismo acima de 20%.

TABLE 1: Sample size for evaluation of *Sirex noctilio* parasitism by *Deladenus (Beddingia) siricidicola* based on sequential sampling, assuming a value of $Z = 90\%$ and a tolerable error of 1/5 of the average, in parasitism levels above 20%.

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

*A partir desse ponto, para o cálculo da porcentagem de parasitismo, deverá ser utilizado o número de insetos parasitados encontrados na amostra.

A aplicação da amostragem seqüencial nos dados coletados foi realizada utilizando-se a tabela de amostragem seqüencial, e da seguinte forma: inicialmente foram avaliados todos os insetos que emergiram (censo), nos dois locais, permitindo o cálculo do parasitismo total. Posteriormente, para os insetos de Encruzilhada do Sul, onde os níveis médios de parasitismo estavam acima de 65%, no censo (Figura 1), a avaliação de 68 insetos por árvore era suficiente (Tabela 1). Assim, foi realizado o sorteio de 23 insetos de cada terço, de cada árvore e calculada a porcentagem de parasitismo da amostra. O mesmo procedimento foi adotado para as demais árvores e também para os insetos de Lages. Entretanto, nesse caso, como os níveis médios de parasitismo estavam abaixo de 35% no censo (Figura 2), houve a necessidade de avaliar 272 insetos por árvore. Assim, dividiram-se 272 por três, correspondendo aos três terços da árvore.

A eficiência da aplicação do método da amostragem seqüencial, para cada situação, foi comparada pelo cálculo dos erros amostrais, utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Erro amostral} = \frac{\% \text{ parasitismo censo} - \% \text{ parasitismo amostragem}}{\% \text{ parasitismo censo}}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola* em adultos de *Sirex noctilio*

Os resultados referentes aos níveis de nematóides em adultos de *SIREX noctilio* estão apresentados na Tabela 2. Em Lages, foi encontrado maior número de insetos contendo nível baixo, com 56%. Neumann *et al.* (1987) e NSCS (1991) também relataram a ocorrência de poucos nematóides em adultos de *Sirex noctilio*. Os nematóides se encontravam espalhados na hemocele do inseto; 22,4% dos insetos apresentaram nível alto. Nos machos, os testículos formavam uma sólida massa de nematóides, enquanto que nas fêmeas, os ovários estavam repletos de nematóides, com muitos deles localizados entre os ovariolos, concordando com as observações de Bedding (1972).

TABELA 2: Número e porcentagem de adultos de *Sirex noctilio* parasitados por *Deladenus (Beddingia) siricidicola*, nos municípios de Encruzilhada do Sul, RS e Lages, SC.

TABLE 2: Number and percentage of *Sirex noctilio* adults parasitized by *Deladenus (Beddingia) siricidicola* in Encruzilhada do Sul, RS and Lages, SC.

Número da árvore	Encruzilhada do Sul, RS				Lages, SC			
	Número de insetos			Total	Número de insetos			Total
	Nível alto	Nível médio	Nível baixo		Nível alto	Nível médio	Nível baixo	
1	526	6	0	532	24	14	161	199
2	169	0	0	169	192	60	191	443
3	304	1	0	305	112	201	14	327
4	126	0	0	126	12	55	311	378
5	336	1	0	337	16	13	214	243
Total	1461	8	0	1469	356	343	891	1590
%	99,5	0,5	0	-	22,4	21,6	56,0	-

Insetos contendo nível médio foram menos frequentes, com 21,6%, com os nematóides localizados, também, entre os ovariolos. A maior concentração de insetos classificados no nível alto foi verificada em Encruzilhada do Sul, com 99,5%. Os testículos também se caracterizavam por apresentar uma massa sólida de nematóides e os ovários apresentavam centenas deles, muitos entre os ovariolos. Nesse local, não foi registrado inseto com nível baixo, e os insetos com nível médio representaram apenas 0,5%. Porém, observou-se nos insetos que apresentaram nível baixo de nematóides, que estes eram encontrados na hemocele do inseto e não no seu aparelho reprodutor e eram menores em tamanho, quando comparados aos nematóides encontrados em insetos com nível médio ou alto. Leite (1998) também verificou a presença desses nematóides, concluindo que são nematóides saprófitos, encontrados normalmente na madeira e que ficam aderidos à parte externa do corpo do inseto, podendo ser confundidos com *Deladenus siricidicola*. Assim, conforme as observações de Morgan (1968), de que cada fêmea de *Sirex noctilio* produz de trezentos a quinhentos ovos e de Bedding (1972), que cada ovo parasitado pode conter de cem a duzentos nematóides, ao serem encontrados somente poucos nematóides no inseto e não existindo nematóides dentro dos ovos,

esse inseto não está parasitado, pois a eficiência do nematóide se dá pela esterilização das fêmeas da vespa-da-madeira. Portanto, insetos com nível baixo e nível médio, mas sem nematóides dentro dos ovos, não foram considerados como parasitados.

Amostragem seqüencial para avaliação de adultos de *Sirex noctilio* parasitados por *Deladenus (Beddingia) siricidicola*

Comparação dos resultados obtidos no censo e na amostragem seqüencial

Em Encruzilhada do Sul, foi coletado, das cinco árvores, um total de 2.047 adultos da vespa-da-madeira e, em Lages, 5.979. A avaliação do parasitismo de todos os insetos (censo) resultou em porcentagens médias de parasitismo de 71,8% em Encruzilhada do Sul (Figura 1) e 11,7%, em Lages (Figura 2).

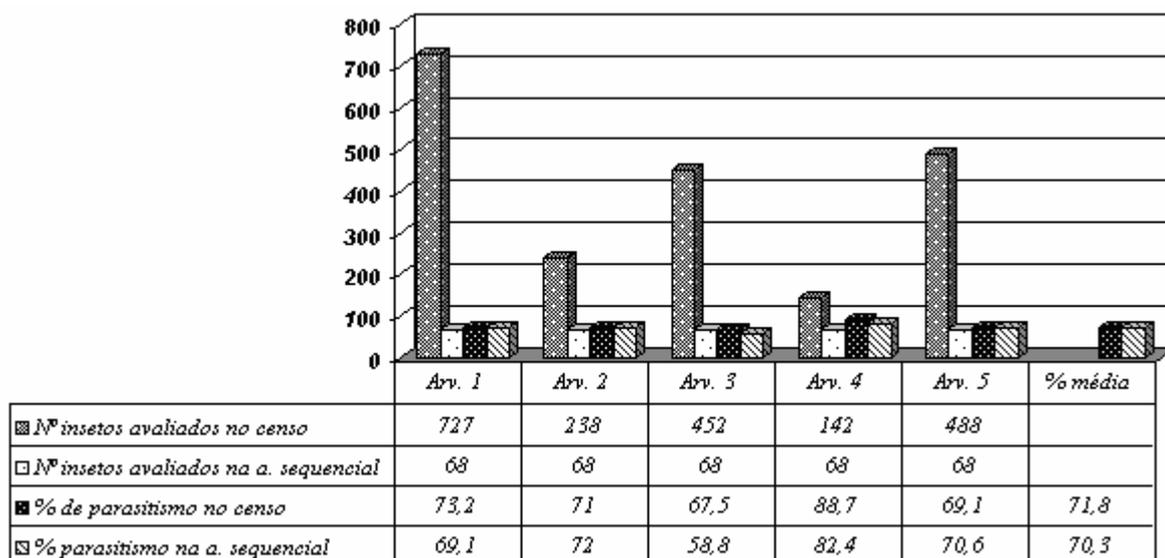


FIGURA 1: Número de adultos de *Sirex noctilio* avaliados no censo e na amostragem seqüencial e porcentagem de parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola*. Encruzilhada do Sul, RS.

FIGURE 1: Number of *Sirex noctilio* adults evaluated on census and on sequential sampling and percentage of parasitism by *Deladenus (Beddingia) siricidicola*. Encruzilhada do Sul, RS.

Verificou-se que, com a utilização da amostragem seqüencial para os dados coletados em Encruzilhada do Sul (Figura 1), a amostragem de 68 insetos por árvore resultou em um parasitismo médio de 70,3%. Comparando esse valor com o censo (71,8%), obteve-se um erro amostral de apenas 2,1% (Figura 3), comprovando a eficiência do método utilizado. Considerando a avaliação individual, por árvore, observa-se que apenas a árvore número 3 apresentou um erro mais elevado (Figura 3). As demais apresentaram erros próximos aos da média.

Para Lages, foi necessário avaliar um maior número de insetos, uma vez que a porcentagem de parasitismo naquele local era mais baixa. Assim, das cinco árvores amostradas, em quatro foram avaliados 272 insetos e em apenas uma delas, cuja porcentagem de parasitismo era a mais alta no censo (30,3%), foram avaliados 159 insetos.

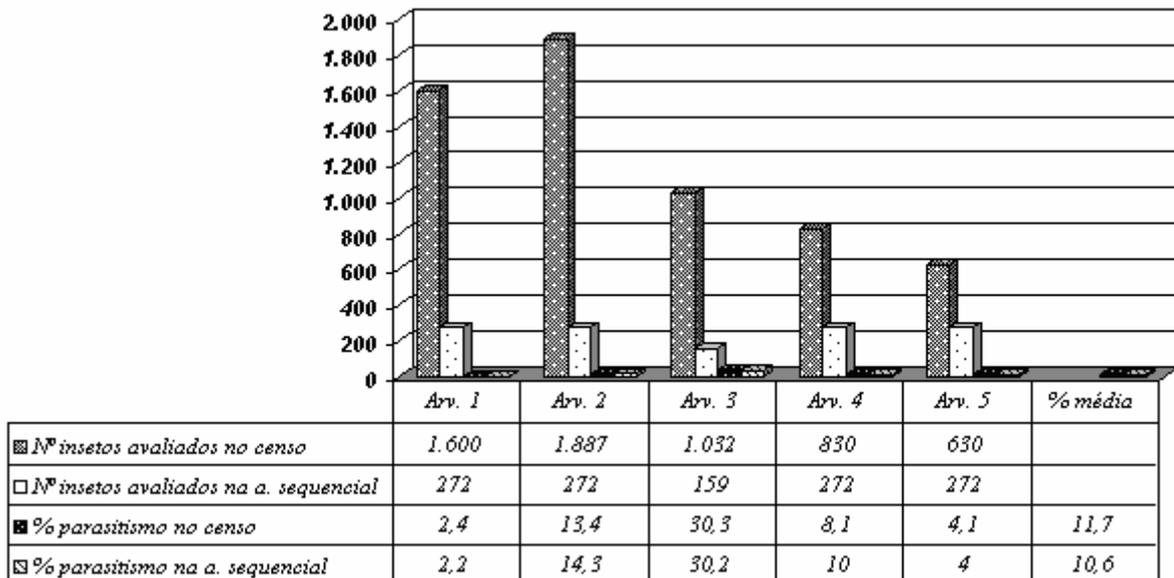


FIGURA 2: Número de adultos de *Sirex noctilio* avaliados no censo e na amostragem seqüencial e porcentagem de parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola*. Lages, SC.

FIGURE 2: Number of *Sirex noctilio* adults evaluated on census and on sequential sampling and percentage of parasitism by *Deladenus (Beddingia) siricidicola*. Lages, SC.

Comparando-se os resultados obtidos nas porcentagens médias de parasitismo no censo (11,7%) e na amostragem seqüencial (10,6%), verifica-se um erro de 9,4% (Figura 3). Nesse local, apenas a árvore 3 apresentou um erro mais elevado (23,5%), entretanto, como os níveis de parasitismo foram baixos, esse erro pouco interfere nos resultados obtidos. Quanto a esse aspecto, é importante ressaltar que, ao se definir uma metodologia amostral, se deve considerar o que se espera que esta indique. Segundo Penteadó *et al.* (2002b), quando os níveis de parasitismo natural, ou seja, resultantes das árvores não-inoculadas artificialmente com o nematóide, forem superiores a 40%, é possível paralisar as inoculações de nematóide, uma vez que nestes níveis ocorre o estabelecimento desse inimigo natural. Assim, o mais importante é saber se os níveis de parasitismo estão acima ou abaixo de 40%. De acordo com Day *et al.* (1993), quando se quer avaliar o nível de eficiência dos inimigos naturais de uma determinada praga, espera-se que o método seja preciso para detectar reduções significativas na população da praga, sendo esperado também que seja de fácil utilização.

Entretanto, é importante também monitorar a atividade de inoculação de nematóides. Para isso, o acompanhamento dos resultados, a cada ano, é fundamental para identificar falhas nos procedimentos.

Os trabalhos desenvolvidos por Haugen e Underdown (1993); CNPF (1992b) e Silva (1995) recomendam a avaliação de todos os adultos. Entretanto, neste trabalho foi avaliado, no censo, um total de 2.047 insetos para Encruzilhada do Sul e 5.979, para Lages, e na amostragem seqüencial, 340 e 1.247, para Encruzilhada do Sul e Lages respectivamente. Isso representa apenas 16,6 e 20,9% dos insetos avaliados respectivamente, resultando em uma redução no tamanho da amostra até maior do que as relatadas por Brack e Marshall (1990), afirmando que, quando se compara o método da amostragem seqüencial à amostragem com tamanho fixo de amostras, é possível obter na amostragem seqüencial uma redução entre 40 e 60%.

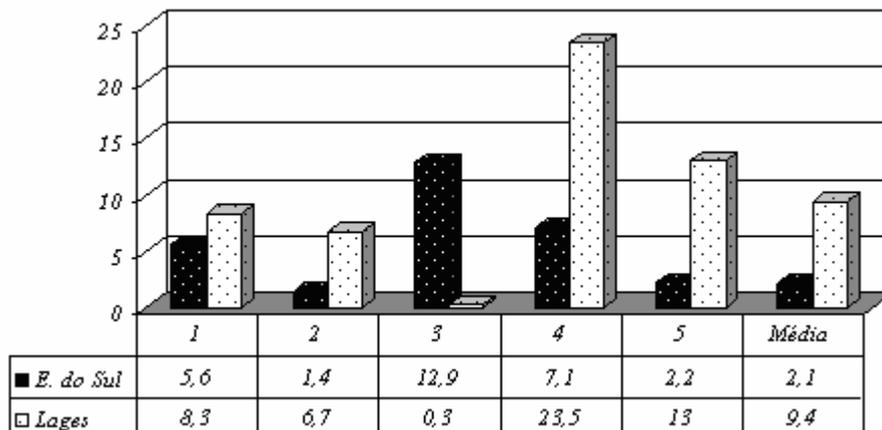


FIGURA 3: Valor do erro amostral (%), por árvore, quando comparados a amostragem seqüencial com o censo, durante as avaliações de parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola* em adultos de *Sirex noctilio*, em Encruzilhada do Sul, RS e Lages, SC.

FIGURE 3: Sample error value (%), per tree, comparing sequential sampling with census, during the parasitism evaluation of *Deladenus (Beddingia) siricidicola* on *Sirex noctilio* adults, in Encruzilhada do Sul, RS and Lages, SC.

Considerando que a recomendação de Penteado *et. al* (2002b), em que, para uma correta avaliação da eficiência dos inimigos naturais da vespa-da-madeira, são necessários, para cada 20 ha de florestas de *Pinus*, a seleção de três árvores, coletando de cada árvore três toretes inoculados e três não-inoculados com o nematóide, é possível quantificar o número de insetos que teriam que ser avaliados, caso não houvesse uma metodologia amostral adequada.

Portanto, a utilização da amostragem seqüencial para avaliação da eficiência de *Deladenus siricidicola* no controle de *Sirex noctilio* mostrou-se como uma ferramenta adequada para esta finalidade, uma vez que a amostra é dimensionada em função dos níveis de parasitismo, permitindo a redução do tamanho da amostra e ao mesmo tempo a obtenção de boa precisão dos resultados.

Foi também observado que os insetos que emergem no início do período de emergência dos adultos apresentam, em geral, uma porcentagem de parasitismo menor do que aqueles que emergem a partir da terceira semana. Assim, é importante, quando forem iniciadas as avaliações, que se tenha o cuidado de misturar os insetos que emergem no início do período com aqueles que emergem posteriormente.

CONCLUSÕES

A amostragem seqüencial mostrou-se uma ferramenta adequada para avaliar a eficiência de *Deladenus siricidicola* no controle de *Sirex noctilio*;

A avaliação de apenas 16,6% dos insetos que emergiram em Encruzilhada do Sul e de 20,9% em Lages foi suficiente para garantir precisão, resultando em uma redução no tamanho da amostra de cerca de 80%.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA), pelo suporte financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDDING, R.A. Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous - mycetophagous nematode parasitic in siricid woodwasps. **Nematologica**, v.18, p. 482-93,1972.
- BEDDING, R.A. Nematode parasites of Hymenoptera. In: NICKLE, W.R. **Plant and insect nematodes**. New York : M. Dekker, 1984. p.755 -795.
- BEDDING, R.A. Strategy to overcome the crisis in control of sirex by nematodes. **Australian Forest Grower**,v. 14, n. 4, p. 15-16, Summer 1991/92.
- 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.
- BRACK, C.L.; MARSHALL, P. Sequential sampling and modeling for mean dominant height estimation. **Australian Forestry**, v. 53, n.1, p. 41– 46, 1990.
- CNPFF - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE FLORESTAS, EMBRAPA. **Inoculação de nematóides**. Colombo, 1992a. Folder.
- CNPFF - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE FLORESTAS, EMBRAPA. **Programa de avaliação de parasitismo e dispersão de *Deladenus siricidicola* e *Ibalia leucospoides***. Colombo, 1992b. Folder.
- DAY, R.; ATUAHENE, S.; GICHORA, M.; MUTITU, E.; CHACHA, D. Biological Control of Forest Aphids in Africa - Sampling Cypress Aphids. Kenia : International Institute of Biological Control, 1993. 43p. (**Technical Bulletin Series ; n.2**)
- EMBRAPA FLORESTAS. **Metodologia para monitorar a eficiência dos inimigos naturais da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*)**. Colombo, 1998. Folder.
- 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.
- HAUGEN, D.A.; UNDERDOWN, M.G. Reduced parasitism of *Sirex noctilio* in radiata pines inoculated with the nematode *Deladenus siricidicola* during 1974-1989. **Australian Forestry**, Melbourne, v. 56, n. 1, p. 45- 48, 1993.
- 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. 8p. 1990.
- IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; BISOL, J.C. **Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil**. Colombo: EMBRAPA - CNPF, 1988. 12p. (EMBRAPA - CNPF, Circular Técnica, 20).
- IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C. Programa Nacional de Controle à vespa-da-madeira no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE FITOSSANIDADE FLORESTAL DO MERCOSUL, 1., 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, 1996. v.1. p.13-20.
- LEITE, M. S. P. **Eficiência de Linhagens de *Deladenus siricidicola* Bedding, 1968 (Nematoda: Neothylenchidae) no Controle de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) em *Pinus taeda* L. e Aspectos Biológicos de *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae), em Localidades do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 1998. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- MADDEN. J.L. An analysis of an outbreak of the woodwasp, *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae), in *Pinus radiata*. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 65, p. 491-500, 1975.
- MENDENHALL, W. **Probabilidade e estatística**. Rio de Janeiro: Campus, 1985. 489p.
- MORGAN, D.F. Bionomics of Siricidae. **Annual Review of Entomology**, v. 13, p. 239-56, 1968.
- NEUMANN. F.G.; MOREY, J.L.; MCKIMM, R.J. The sirex wasp in Victoria. Department of Conservation. **Forest and Lands**, Victoria, 41 p. (Bulletin 29). 1987.
- NSCS - National Sirex Control Strategy. **Operations Worksheets Committee**, n. 6. Worksheet, NSCS, 1991, 25p.
- PENTEADO, S. R.C.; OLIVEIRA, E.B. de; IEDE, E.T. Aplicação da amostragem seqüencial para monitoramento dos níveis de ataque de vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) em povoamentos de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 17p.
- PENTEADO, S. R.C.; IEDE, E.T.; REIS FILHO, W. **Manual para o controle da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) em plantios de *Pinus spp.*** Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 38p. (Série Documentos)
- 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, 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.
- WATERS, W.E. Sequential sampling in forest insect surveys. **Forestry Science**, n.1, p. 68-79, 1955.