

ARTICULOS

**Opciones de control para *Sirex noctilio*: una revisión \***  
**(Hymenoptera - Siricidae)**

Control options of *Sirex noctilio*: a review.  
(Hymenoptera - Siricidae)

C.D.O.: 453

DOLLY LANFRANCO L. y ANGELICA AGUILAR V.

Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile,  
Casilla 853, Valdivia, Chile.

SUMMARY

*Sirex noctilio* Fabricius, a woodwasp, represents today a serious potential pest for the main forest resource in Chile: *Pinus radiata*, D. Don. Specially vulnerable to the pest are the extensive monoespecific plantations in marginal sites, in edaphoclimates zones of high risk and in places where the lack of silvicultural management makes an opening for the establishing of *Sirex*. This is of special concern since an introduced species without natural enemies rapidly increases its density and dispersion rates.

This is a review of the principal control measures adopted by Australia and New Zealand, with more than 50 years of research in *Sirex*. Two kinds of measures have been used and some of them evaluated: Preventives which consider legal and silvicultural practices, and Curatives, which comprises biological control with parasites and parasitoids or integrated control with trap tree techniques and specific bioregulating agents.

The Chilean forestry sector is now compiling within the Forest Sanitary Committee (Sub-commission *Sirex*) all the basic biological and technological knowledges about this pest. This review is a contribution to this objective.

RESUMEN

*Sirex noctilio* Fabricius, una avispa taladradora de la madera, constituye hoy en día la principal plaga potencial forestal para el país. Como especie introducida, y sin controladores biológicos naturales, podría incrementarrápidamente su tasa de densidad poblacional y distribución. *Pinus radiata* D. Don, el principal recurso forestal, es altamente susceptible al ataque de *Sirex* por encontrarse en Chile en condiciones de monocultivo extensivo. Se teme principalmente por las plantaciones situadas en sitios marginales, en zonas edafoclimáticas de alto riesgo o aquellas en que se han usado prácticas silviculturales inadecuadas o inoportunas, condiciones todas que pudieran favorecer la introducción y el establecimiento de *Sirex*.

Esta revisión recopila los antecedentes sobre control de *S. noctilio* en países como Australia y Nueva Zelanda, que han sido los más afectados, y que han desarrollado más de 50 años de investigación científica y tecnológica. Ellos han usado principalmente medidas preventivas, legales y silvícolas, y medidas curativas, entre las que destacan el control biológico por parásitos y parasitoides. Todas ellas forman parte de un plan de control integrado utilizando la técnica de los árboles trampa, y la posterior inoculación de un parásito específico en conjunto con un complejo de parasitoides.

La preocupación del sector forestal chileno ante este eventual agente de daño se ha formalizado recientemente al constituirse una subcomisión *Sirex*, dependiente del Comité de Sanidad Forestal, y es allí donde se están planificando las acciones para enfrentar con conocimientos biológicos y tecnológicos básicos a esta especie. Esta revisión es una contribución a este objetivo.

INTRODUCCION

El manejo de plagas es hoy en día una disciplina científica que planifica y proyecta en el tiempo,

sobre la base de datos principalmente biológicos (de la interacción insecto-planta) y económicos (de la relación costo-beneficio), modalidades de control eficientes y duraderas. Cualquier tratamiento mal planeado o mal aplicado puede tener consecuencias adversas desde el punto de vista de la plaga misma,

\* Trabajo presentado parcialmente al X Congreso Nacional de Entomología. Santiago, diciembre, 1988.

de los recursos invertidos y de los efectos colaterales sobre el medio ambiente. La experiencia acumulada ya no sólo se centra en estimar un umbral de daño, también se sugiere establecer umbrales de control y de prevención y así estar en condiciones de calcular con antelación cómo y cuándo controlar. Esta es la visión actual de cómo enfrentar una especie-plaga dentro del marco de un plan de manejo preferentemente integrado.

Obviamente este no era el marco teórico-práctico de países como Nueva Zelanda y Australia, que fueron los primeros en introducir *Pinus radiata* para constituir una masa forestal de importancia. Consecuentemente, fueron también los primeros que tuvieron que enfrentar a *Sirex noctilio* como plaga, la que fue introducida a comienzos de siglo en madera de pino de importación. La primera irrupción de esta especie se registra en Nueva Zelanda en 1925, tras un período de sequía prolongada. Debieron así actuar con rapidez ante esta emergencia, para lo que se implementaron medidas que fueron desde la quema de rodales a restricciones cuarentenarias. Mucho después se inició un plan preventivo y curativo, que ha sido un ejemplo para el mundo por sus acciones multidisciplinarias, financiadas tanto por el Estado como por el sector privado y que ha permitido en un largo plazo minimizar las pérdidas por este agente causal de daño. No obstante esto, aún ocurren rebrotes periódicos que implican cuestionar y reforzar los planes de control y que recuerdan la vulnerabilidad del recurso bosque creado.

*S. noctilio* representaría para Chile una nueva especie introducida, impredecible en términos conductuales y agresiva en su avance y colonización por carecer de enemigos naturales y por tener a su disposición un recurso que hoy ocupa grandes extensiones. La susceptibilidad de este recurso frente al ataque estará en función del sitio, del clima, de la calidad y edad de los árboles y del manejo a que hayan sido sometidos. La visión actual frente a una especie-plaga, la experiencia neozelandesa y australiana de más de 50 años y el peligro de daño potencial de *Sirex* para las plantaciones de *Pinus* en Chile, fueron las razones que motivaron esta revisión, cuyo objetivo central es recopilar, integrar y comentar las opciones de control de esta especie.

#### MODALIDADES DE CONTROL APLICADAS

Los métodos de control tienden, en general, más que a erradicar una especie-plaga, a regular los niveles poblacionales de forma tal que no ocasionen daño económico. Existen medidas de control preventivo y curativo.

**Medidas de control preventivo.** Tienden a evitar la entrada (al país, a una región y aun a una plantación) de agentes causantes de daño, para lo cual habitualmente se pueden implementar medidas legales y silviculturales.

En el aspecto legal, el Estado a través de mecanismos de control cuarentenario vela por la protección del recurso. El control es ejecutado en un marco legal por personal capacitado en puertos, pasos fronterizos, terminales aéreos, control carretero, entre otros.

Las medidas silviculturales, como control preventivo de plagas y enfermedades, están orientadas esencialmente hacia el incremento de la sanidad del rodal y hacia el manejo de la reforestación o forestación de superficies. En el primer caso del manejo, las prácticas de poda y raleo deben hacerse en la época y forma adecuadas. Para el segundo caso es importante planificar futuras plantaciones en zonas y sitios de bajo riesgo. De esta manera se reducirá sustancialmente la susceptibilidad del ataque de agentes dañinos.

Junto a estas medidas se deben implementar otras complementarias como la capacitación de personal forestal y promover planes de vigilancia.

Nueva Zelanda y Australia carecían, cuando iniciaron sus plantaciones con *P. radiata*, de un plan preventivo de control de plagas. *Sirex* se introdujo en madera de importación y fue detectado en plantaciones ya en 1902 (Eldridge y Simpson, 1987). Cuando se produjeron las primeras irrupciones (Nueva Zelanda, 1925 y 1946; Tasmania, 1952 y 1959 y Australia, 1961) en que murieron entre el 30 y 40% de los árboles en algunas localidades, se aplicaron medidas tan drásticas como la quema de todos los árboles infestados (Tasmania, 1953), así como cuarentenas obligadas a nivel predial.

El año 1962 marca una etapa importante: se crea un Fondo Nacional para *Sirex*, al cual contribuyeron económicamente todos los estados de Australia con patrimonio forestal, con fondos proporcionales a la magnitud de este patrimonio. De esta instancia derivaron dos Comités: uno de inspección, que evaluó la dimensión del problema, y otro de investigación, que se dedicó a realizar estudios biológicos y de control curativo. El comité de inspección exigió desde quemadas obligadas sin indemnización a medidas cuarentenarias. Se ha indicado que en 1973 existían unos 4.500 predios bajo cuarentena. Se menciona también la buena cooperación pública, fundamental para un accionar exitoso. En 1974 este Fondo se disuelve, pero la responsabilidad de esta problemática es asumida por otras instituciones que han continuado ejerciendo básicamente labores de

inspección y de control. A partir de 1986 el Servicio de Protección Terrestre del Departamento de Conservación Forestal ha centrado su accionar en la cría y distribución de biocontroladores. Hoy en día las pérdidas promedio anual por *Sirex* en estos países se estiman en un 10%, aunque rebrotes puntuales ocasionan mortalidades mucho más severas (Haugen *et al.*, 1990).

**Medidas de Control Curativo.** El control curativo se ejerce cuando la especie causal de daño ya se ha introducido, así esté en etapa de establecimiento o haya sobrepasado el nivel de daño económico. Históricamente ha sido frecuente actuar con gran grado de alarma, emergencia y desconocimiento, lo que se ha traducido en acciones precipitadas que malgastan tanto los recursos humanos como los económicos y que habitualmente no contribuyen a realizar una efectiva tarea de control.

Nueva Zelanda y Australia tienen una larga historia en lo referente a control curativo de *S. noctilio*, que se inicia en 1929 y 1931, cuando se introdujeron dos especies de parasitoides en Nueva Zelanda. Taylor (1981) en una revisión de biocontroladores de *Sirex*, con alguna información acerca de la importancia evaluada de algunos de ellos, señala que históricamente se introdujeron 21 especies de parasitoides de los cuales ocho se han considerado exitosas y tan sólo seis se han establecido.

Sin embargo y pese a que aún se posee poca información acerca de evaluaciones por agente, el control biológico ha sido el más promisorio (Haugen, 1990; Haugen y Underdown, 1990; Neumann *et al.*, 1987). El control químico como medida de control curativo ha sido prácticamente descartado, debido a los singulares aspectos biológicos y de daño que presenta *S. noctilio*. Así mismo, se considera que un control de este tipo involucra altos costos, tiene un efecto temporal y consecuencias colaterales sobre el medio ambiente, debido a las clase de productos que es necesario emplear en este tipo de agentes de daño.

**Control Biológico.** Hoy día tanto en Australia como en Nueva Zelanda se utiliza un complejo de especies, todas introducidas y que actuando en diferentes etapas de la historia de vida de *Sirex* y sin competencia entre ellas, son responsables de hasta un 90% del control. Este complejo está integrado por tres especies de insectos parasitoides del Orden Hymenoptera y un nematodo de la familia Neotylenchidae. Estas especies y su modo de acción se detallan a continuación.

***Ibalia: una estrategia combinada.*** *Ibalia leucospoides* (Hockenwarth), (Hymenoptera-Ibaliidae) es un parasitoide (e.g. parásitos en sus estadios inmaduros y de vida libre como adultos) de huevo a punto de eclosionar, pero también de larvas de primer y segundo estadio. Las hembras adultas ovipositan, a través del orificio dejado por la hembra de *Sirex* en su propia postura, sólo un huevo en el interior del hospedero. Es así un endoparasitoide inicialmente, pero cuando llega a su tercer estadio abandona la larva de *Sirex* y completa su desarrollo comiendo externamente de la misma larva hospedera. Emergen en verano como adultos, pero una pequeña fracción de la población lo hace en otoño (como también lo hace *Sirex*), cubriendo así ambos períodos reproductivos de su hospedero (Taylor, 1976 y 1978; Spradbery y Kirk, 1978; Neumann y Minko, 1981). Esta especie es responsable de cifras cercanas al 22% de control y ha sido considerada como la única realmente promisoriosa de entre el complejo de parasitoides introducidos en Australia y Nueva Zelanda como agentes específicos en el control de *Sirex* (Spradbery y Kirk, 1978; Neumann y Morey, 1984; Haugen y Underdown, 1990). Esto en virtud de que puede dispersarse a largas distancias a una tasa muy similar a la de *Sirex* (Taylor, 1967).

***Los Rhyssini: compartir para coexistir.*** *Rhyssa persuasoria* (Linnaeus), y *Megarhyssa nortoni* (Cresson), (Hymenoptera - Ichneumonidae) son especies que atacan en primavera estadios más avanzados de *Sirex*, cuando las larvas en sus galerías se sitúan a mayor profundidad en el fuste. Para ello están provistas de un ovipositor largo que insertan en el árbol hasta alcanzar las larvas. Precisamente el tamaño del ovipositor permite a ambas especies seleccionar sus hospederos (es más largo en *Megarhyssa*) y en consecuencia no compiten por el recurso.

El mecanismo de acción (similar en ambas especies) consiste primero en paralizar la larva mediante la inyección de un veneno y luego depositar un huevo en la superficie de ésta. Las larvas de *Rhyssa* o *Megarhyssa* comen externamente a su hospedero (ectoparasitoides) y luego pueden puparen el mismo lugar. La estrategia de desarrollo puede seguir después dos caminos:

- Una parte de la población pupa rápidamente y emerge en verano. Puede así actuar sobre la misma generación de *Sirex* de la cual emergió.
- Una fracción mayor entra en diapausa en uno de sus últimos estadios larvales, pupan a la primavera siguiente y emergen en el verano del año 2.

Ambas especies de Ichneumonidae son entonces parcialmente bivoltinas.

Respecto de la importancia de estas especies en el control de *Sirex*, las opiniones son un tanto controvertidas. Algunos sugieren que *R. persuasoria* y *M. nortoni* son los principales responsables de las reducciones poblacionales de *S. noctilio* (entre un 40 y 60%) (Taylor, 1976; 1978; 1980). Esta cifra es cercana al 80% si se considera *I. leucospoides* (Taylor, 1980). Sin embargo, otros autores sugieren tomar estos datos con cautela y atribuyen fuertes reducciones a factores abióticos, tales como variaciones climáticas que inciden en el déficit hídrico y en la condición fisiológica de los árboles, regulando drásticamente las poblaciones de *Sirex*. No obstante esto, se advierte la necesidad de evaluar los planes de control. Haugen *et al.* (1990) dicen que el complejo de parasitoides por sí solo no es suficiente como para evitar que *Sirex* alcance niveles poblacionales muy altos en algunos años. Atribuye a este complejo no más del 40% de la mortalidad de *Sirex*.

Es preciso indicar, finalmente, que el efecto controlador de los parasitoides sólo se hace evidente después de 2 ó 3 años de la liberación y que varias especies introducidas en Australia y Nueva Zelanda con este fin no tuvieron éxito, ya sea porque no se establecieron o porque fueron excluidas naturalmente por competencia (Nuttall, 1974). A esto habría que agregar que las tasas de dispersión de los parasitoides son lejos muy inferiores a las de *Sirex* (Taylor, 1976), lo que obliga a hacer liberaciones continuas en los frentes de avance de la plaga. Por último, y como se trabaja liberando adultos de ambos sexos, la producción de adultos en las instituciones de control biológico tanto de Europa como de Australia es tan baja que se sugiere realizar los pedidos con 6 a 15 meses de anticipación (Haugen *et al.*, 1990).

**Parasitoides Nativos: un aporte.** Cuando un agente causal de daño económico es introducido a un área geográfica distinta de su patrón distribucional original y puede allí sin recursos limitados y sin enemigos naturales incrementar rápidamente sus poblaciones, es frecuente que alguna fauna nativa de parasitoides se adapte a la especie e inicie un control que puede llegar a ser importante. En todos los lados en que se ha introducido *Sirex* sólo *Certonotus nitidulus* se ha registrado como ectoparasitoide en Tasmania y sería responsable de un 12% de control promedio (Hocking, 1967).

**Deladenus: un nemátodo regulador.** En la década de los 70 el complejo de himenópteros parasitoides

fue complementado con la introducción accidental de un nemátodo parásito: *Deladenus siricidicola* Bedding, en Nueva Zelanda (Zondag, 1962). Conocido su rol controlador fue después liberado experimentalmente con este fin en toda el área de distribución de *Sirex* en Australia, Nueva Zelanda y Tasmania.

*D. siricidicola* presenta una inusual historia de vida con dos estrategias de desarrollo y con individuos dimórficos:

- uno de vida libre, en el que el nemátodo se alimenta del simbionte asociado con *Sirex*: *Amylostereum areolatum* (Fr.) Boidin.

- uno parasítico, en el que hembras infectivas, ya fecundadas, penetran a la cavidad del cuerpo de la larva de *Sirex* y allí crecen, mudan y luego lanzan juveniles al líquido hemocélico, los que a su vez migran a los órganos reproductores de *Sirex* cuando éste ha alcanzado el estado de pupa. En las hembras adultas de *Sirex* los nemátodos invaden ovarios, oviductos y huevos provocando esterilidad y afectando la viabilidad de los huevos. En los machos adultos se produce una hipertrofia testicular. En estos últimos se dice que la estrategia de *Deladenus* no es útil ya que la producción de espermios en los machos de *Sirex* y su traslado a las vesículas seminales ocurre tempranamente en las pupas antes de que los nemátodos juveniles invadan los testículos. En consecuencia, estos machos infestados no transmiten los nemátodos durante la cópula y sus espermios son absolutamente normales y viables. Es entonces sólo a través de las hembras que *Deladenus* asegura su continuidad y su dispersión, todo en perfecta sincronización con el ciclo biológico de *Sirex* (Bedding, 1968 y 1972; Bedding y Akhurst, 1978; Zondag, 1975 y 1979; Taylor, 1981).

Sin duda *D. siricidicola* es la especie clave para el control de *Sirex* y algunas evaluaciones indican que es capaz de controlar sobre el 90% de las poblaciones en algunas localidades. El uso de este nemátodo tiene una serie de ventajas por sobre el complejo de parasitoides, ya que se les puede criar en condiciones de laboratorio en medios de cultivo corriente con *A. areolatum*, y el mismo grupo inicial por varios años, lo que constituye un método sencillo, rápido, eficiente y de bajo costo. Hoy en día se les concentra en un gel que puede ser inoculado fácilmente en terreno, a razón de 4 - 5 inyecciones de 1 ml. con 2.500 nemátodos cada una por cada metro de árbol o troza de un diámetro no superior a 15 cm. Es necesario tener en cuenta que se requieren niveles elevados del nemátodo tanto en cantidad como en distribución. Otro aspecto importante de cuidar es el

momento de inoculación, lo que se hace entre mayo y julio. En general se recomienda iniciar las inoculaciones apenas se confirma la presencia de *Sirex* (detección), a fin de que los nemátodos tengan el tiempo suficiente para distribuirse e incrementar en número hasta alcanzar niveles realmente reguladores, lo que puede tomar varios años. Se señala como meta un 20% de infestación por *D. siricidicola* dentro de los tres años que le siguen a la detección de *Sirex* (Haugen *et al.*, 1990).

Como métodos recomendados para la introducción del nemátodo se indican los árboles-trampa, los árboles atacados naturalmente por *Sirex* y la introducción de trozas con *Sirex* desde otras áreas. De entre ellos el más eficiente es el de los árboles-trampa (Neumann *et al.*, 1982). Son árboles tratados en primavera con un herbicida (se usa Dicamba al 20%), lo que predispone estos árboles al ataque de *Sirex*. Se pueden así seleccionar árboles a tratar en un área que se considere de alta susceptibilidad (edad, diámetro, condiciones edafoclimáticas, cercanía de la plaga, frente de avance, etc.), incitando el ataque de *Sirex* y luego se inoculan con el parásito y/o se liberan los parasitoides. Este método resulta práctico ya que puede usarse tanto

para la detección como para monitoreo y control. Se aconseja usar como mínimo cuatro parcelas de 10 árboles-trampa cada una, por cada 100 ha., e inocular con el nemátodo cada año hasta que más del 10% de la población de *Sirex* se encuentre infestada. Los árboles deben revisarse durante junio-julio para encontrar signos del ataque de *Sirex* (orificios de ovipostura, galerías larvales, manchas en el  *cambium*, flujo de resina) y en abril del año siguiente para encontrar orificios de emergencia.

Pese a las ventajas metodológicas y biológicas que presenta *D. siricidicola* como biocontrolador de *S. noctilio*, hay dos aspectos que se deben tener en cuenta. En primer lugar la fragilidad del sistema de control, por depender de una sola especie, y en segundo lugar el que los nemátodos provenientes de cultivos de laboratorio van perdiendo gradualmente su poder controlador de una generación a otra. Por ello se ha sugerido insistentemente usar un complejo de biocontroladores diversificando el sistema de control y optimizando los resultados. Un resumen de los principales biocontroladores, junto al porcentaje de control logrado en algunas localidades de Nueva Zelanda y Australia, se presentan en el cuadro siguiente:

Porcentajes de control ejercido por los principales biocontroladores de *S. noctilio*.

Percent control of *S. noctilio* by its main biocontrol agents

BIOCONTROLADOR	LOCALIDAD	% CONTROL	FUENTE BIBLIOGRAFICA
<i>Rhyssa persuasoria</i>	N. Zelanda	24,5	Nuttall, 1974
<i>R. limolata</i>	N. Zelanda	14,3	Nuttall, 1974
<i>Certonotus nitidulus</i>	Tasmania	12,0	Hocking, 1967
	Tasmania y Victoria	15,0	Taylor, 1976
Complejo de parasitoides	Mt. Helen State Forest	64,0	Taylor, 1981
	Tasmania	70,0	Taylor, 1976
	N. Zelanda	70,0	Nuttall, 1980
	Campania	63,9	Taylor, 1980
	Bracknell	28,3	Taylor, 1980
<i>Delude nus siricidicola</i>	North Island	90,0	Zondag, 1975 y 1979
	South Island	75,0	Zondag, 1975 y 1979
	N. Zelanda	95,4	Zondag, 1979
	Scottsdale	90,0	Bedding y Akhurst, 1974
	Mt. Helen State Forest	94,0	Taylor, 1981
	Tasmania	70,0	Bedding, 1972
			Bedding y Akhurst, 1974

## COMENTARIOS FINALES

Las recientes experiencias australianas, en las que se produjo un rebrote severo de la plaga, originando pérdidas superiores a los 10 millones de dólares entre los años 1987-1989 (Haugen, 1990), suscitaron un fortalecimiento de las medidas de control biológico y silvicultural, así como la planificación de una estrategia nacional para el control de *Sirex* en ese país, a cargo de un Comité de Coordinación Nacional de *Sirex*. Como las causas principales de este rebrote se reconoce la excesiva confianza depositada en las modalidades de control, implementadas sin evaluar su eficacia periódicamente, así como modificaciones introducidas a los procedimientos de control sin que hayan sido suficientemente investigados y evaluados.

Chile impone una realidad que debe mirarse desde distintos ángulos. Primeramente existen poco más de 1.300.000 ha de plantaciones de *P. radiata*, especie que ha sido señalada como de alta susceptibilidad a *Sirex*. Luego, estas plantaciones se extienden a lo largo de varias regiones del país en una situación de monocultivo, lo que hace más vulnerable aún este recurso. Aproximadamente la mitad de la superficie la conforman plantaciones mayores de 10 años, que son, por el diámetro alcanzado, las de mayor riesgo. A esto debe sumarse el hecho de que algunas plantaciones que superan los 10 años de edad no han sido sometidas a un manejo silvicultural apropiado y oportuno, especialmente en lo que se refiere a patrimonio de medianos y pequeños propietarios, lo que aumenta el riesgo. Y una buena parte, además, se encuentra en sitios marginales que en muchos casos caen en la clasificación de zonas edafoclimáticas de alto riesgo para *Sirex*. También debe agregarse la presencia ya registrada de *Sirex* en la República Argentina: en plantaciones de *P. radiata* en la provincia de Buenos Aires y en madera elaborada infestada del mismo origen en San Carlos de Bariloche (provincia de Río Negro). Si además se considera que no existen normativas legales rígidas que reglamenten la comercialización y el transporte de productos forestales en ese país y si se mantienen los mismos niveles de intercambio comercial entre los dos países, se podría esperar que *Sirex* llegue a introducirse pronto en Chile tal como ocurrió años atrás con *R. buoliana*. Todas las características señaladas anteriormente para un buen porcentaje de las plantaciones chilenas garantizarían la inminente colonización y establecimiento de este insecto.

En Chile el control preventivo es ejercido por el

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), entidad que posee una vasta trayectoria en la parte agrícola y veterinaria y para quien existe una legislación definida e implementada. Para el sector forestal, el que ha incrementado sustancialmente su actividad en los últimos años, ha sido necesario crear una normativa específica, la cual se encuentra en etapa de implementación, especialmente en lo relativo a la internación de ciertos productos forestales (embalajes), donde existe una de las mayores potencialidades de introducción de agentes de daño.

Sin embargo, es preciso decir que si bien hay conciencia de que las medidas preventivas son cruciales para evitar la introducción de *Sirex* al país, se hace necesario implementar a la brevedad normativas muy claras en un marco legal que entre en vigencia con prontitud y que permita al sector forestal, en particular, tener la garantía de que el Estado está velando por la protección de un recurso de primerísima importancia.

También los propietarios forestales deben proteger su patrimonio, cuidando de realizar las intervenciones silvícolas adecuadamente y en el momento más apropiado, para lo cual sería recomendable poner en marcha planes de transferencia tecnológica. Esto es una tarea prioritaria a nivel de pequeños y medianos propietarios y que también debiera extenderse hacia la planificación de plantaciones futuras respecto de las especies a usar y la calidad de ellas, evitando sitios marginales. Se trata, en síntesis, de reducir la susceptibilidad del recurso. También se ha sugerido, y esto cobra mayor vigencia hoy, ante el peligro potencial de *Sirex*, el uso de otras especies arbóreas a fin de diversificar el recurso y revertir el riesgo del monocultivo.

Junto a estas medidas se debe implementar la capacitación de personal forestal en la detección de *Sirex*, con sesiones anuales de reforzamiento, lo que se está poniendo en práctica, así como promover planes de vigilancia. También es preciso iniciar prospecciones para la detección, especialmente por el hecho de que se conoce ya la existencia de *Sirex* en Argentina y particularmente en Bariloche (Aguilar *et al*, 1990).

Al respecto se ha sugerido, incluso, el establecer un convenio bilateral que permita asesorar técnicamente al país transandino en actividades de control en las plantaciones que tiene *Sirex*, como una forma de retardar, al menos, la llegada de este insecto al país.

En cuanto a parasitoides nativos que pudieran adaptarse a *Sirex*, el panorama es desalentador. La tribu Rhyssini (a la que pertenece *Rhyssa* y *Me-*

*garhyssa*) no está presente en Chile. Townes (1966 y 1969) cita a *Epirhyssa* como neotropical, pero sólo se han registrado especies centroamericanas y de Perú, Brasil y México.

Sin embargo, de la subfamilia Labeninae hay dos especies (de Chile y Argentina) de *Certonotus*: *C. invictus* y *C. umbrarum* (Porter, 1981), cuyos hospederos conocidos son cerambícidos xilófagos y que quizás pudieran contribuir al control de *Sirex*. Pero son una verdadera rareza en las colecciones y están registradas sólo asociadas a bosques de *Nothofagus* de Malleco a Chiloé (Porter, 1981). De cualquier forma es preciso considerarlas, por cuanto fue una especie de este género: *C. nitidulus* la única que se adaptó a *Sirex* en Tasmania (Hocking, 1967).

Todas estas consideraciones finales han generado una inquietud creciente en el sector forestal chileno, sustentado en el recurso *P. radiata*, lo que se ha traducido en múltiples acciones, entre las que merecen mencionarse cronológicamente: 1986, visita a plantaciones afectadas en Uruguay y Argentina; 1987, publicación de un folleto de divulgación; 1988, seminario de protección sanitaria forestal exclusivamente dedicado a *S. noctilio*, creación de la sub-comisión *Sirex* dentro del Comité de Sanidad Forestal; 1989-90, cursos de capacitación sobre biología y sintomatología de *Sirex*, publicación de una revisión de los aspectos biológicos y sintomatológicos de *S. noctilio*; 1990, recopilación bibliográfica de *Sirex* (base de datos), recepción y exhibición de un video de Embrapa-Brasil acerca de la problemática de *Sirex* en el sur de ese país; visita a San Carlos de Bariloche a fin de realizar una prospección para la detección de *S. noctilio* en el sur argentino, y se está planificando para comienzos de 1991 una visita a las plantaciones de *Pinus taeda* afectadas por *Sirex* en el sur de Brasil, a fin de recorrer las localidades con ataque y visitar las instalaciones de investigación y producción de los agentes de control biológico; creación de una comisión *Sirex* integrada por representantes de la Corporación Nacional Forestal, Servicio Agrícola y Ganadero, Universidad Austral de Chile y Empresas Forestales con el objeto de elaborar un documento de análisis y sugerir, a nivel del sector forestal, acciones concretas a seguir en el futuro cercano.

Esta revisión no pretende más que constituir un aporte que divulgue las experiencias de control gestadas y masificadas en Australia y Nueva Zelanda. Se presenta además una caracterización actual de las plantaciones de *P. radiata* en Chile, que favorecería el establecimiento de este agente causal de daño y las actividades que se han iniciado para conocer el

problema. Esto último, producto de la inquietud surgida en el sector forestal ante la potencial introducción de *S. noctilio* al país.

Chile sería el cuarto país sudamericano en recibir a *Sirex*, después de Uruguay, Argentina y Brasil; sin embargo, no se debe olvidar que es el primero en importancia por la magnitud del recurso *P. radiata*.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, A. y LANFRANCO, D. 1988. "Aspectos biológicos y sintomatológicos de *Sirex noctilio Fabricius* (Hymenoptera-Siricidae): una revisión", *Bosque* 9(2): 87-91.
- AGUILAR, A., LANFRANCO, D. y PUENTE, O. 1990. Prospección para la detección de *Sirex noctilio* (Hymenoptera-Siricidae) en *Bariloche, República Argentina*. Informe de Convenio N° 180. Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 13 pp.
- BEDDING, R. A. 1968. "*Deladenus wilsoni* n. sp. and *D. siricidicola* n. sp. (Neotylenchidae), entomophagous-mycetophagous nematodes parasitic in siricid woodwasps", *Nematologica* 14: 515-525.
- . 1972. "Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous-mycetophagous nematode parasitic in siricid woodwasps", *Nematologica* 18: 482-493.
- BEDDING, R.A. y AKHURST, R.J. 1974. "Use of the nematode *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia", *J. Aust. Ent. Soc.* 13: 129-135.
- . 1978. "Geographical distribution and host preferences of *Deladenus species* (Nematoda: Neotylenchidae) parasitic in siricid woodwasps and associated hymenopterous parasitoids", *Nematologica* 24: 286-294.
- ELDRIDGE, R. H. y SIMPSON, J.A. 1987. "Development of contingency plans for use against exotic pests and diseases of trees and timber. 3 Histories of control measures against some introduced pests and diseases of forests and forest products in Australia", *Aust. For.* 50(1): 24-36.
- FOREST RESEARCH INSTITUTE. 1974. "Sirex a situation report", *What's new in forest research* 13,4 pp. Rotorua, New Zealand.
- HAUGEN, D. 1990. "Control procedures for *Sirex noctilio* in the Green Triangle: review from detection to severe outbreak (1977-1987)", *Aust. For.* 53(1): 24-32.
- HAUGEN, D. y UNDERDOWN, M. 1990. "*Sirex noctilio* control program in response to the 1987 Green Triangle outbreak", *Aust. For.* 53(1): 33-40.
- HAUGEN, D., BEDDING, R., UNDERDOWN, M. y NEUMANN, F. 1990. "National strategy for control of *Sirex noctilio* in Australia", *Australian Forest Grower* 13 (2), 7 pp.
- HOCKING, H. 1967. "A native ichneumonid, *Certonotus tasmaniensis* Turn, parasiting *Sirex noctilio* F. (Siricidae) in Tasmania", *J. Aust. Ent. Soc.* 6: 57-60.
- LAVANDEROS, A. 1987. *Antecedentes de la avispa taladradora de la madera Sirex noctilio Fabricius (Hymenoptera: Siricidae)*. Corporación Nacional Forestal, Protección Fitosanitaria Forestal. Folleto de Divulgación N° 13. 7 pp.
- MADDEN, J. L y IRVINE, C. J. 1971. "The use of lure trees for the detection of *Sirex noctilio* in the field", *Aust. For.* 35(2): 164-166.
- NEUMANN, F. G. y MOREY, J.L. 1984. "Influence of natural enemies on the *Sirex* wood wasp in herbicide treated trap trees of radiata pine in north-eastern Victoria", *Aust. For.* 47(4): 218-224.

- NEUMANN, F., MOREY, J. y Mc. KIMM, R. 1987. *The Sirex wasp in Victoria*. Bulletin N°29. Department of Conservation, Forests and Lands. Melbourne, 41 pp.
- NUTTALL, M.J. 1974. "*Rhyssa lineolata* (Hymenoptera: Ichneumonidae), as a parasite of *Sirex noctilio* in New Zealand", *N.Z. Journ. Forest. Science* 4: 487-494.
- . 1980. "Insect parasites of *Sirex*. (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ibaliidae and Orussidae)", en *Forest and Timber insects in New Zealand* 47, 11 pp.
- PORTER, C. 1981. "*Certonotus*, Kriechbaumer: (Hymenoptera: Ichneumonidae) an australian genus newly recorded in South America", *F. Entomol.* 64(2): 236-244.
- SPRADBERY, J. P. y KIRK, A. A. 1978. "Aspects of the ecology of siricid woodwasps (Hymenoptera - Siricidae) in Europe, North Africa and Turkey with special reference to the biological control of *Sirex noctilio* F.". en: *Australia. Bull. ent. res.* 68: 341-359.
- TAYLOR, K. L. 1976. "Introduction and establishment of insect parasitoids to control *Sirex noctilio* in Australia", *Entomophaga* 21(4): 429-440.
- . 1978. "Evaluation of the insect parasitoids of *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) in Tasmania", *Oecologia* (Berl.)32: 1-10.
- . 1980. "Studies with *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) and its parasites that illustrate the importance of evaluating biological control attempts", *Acta oecologica Oecologia applicata* 1(2): 181-187.
- . 1981. "The *Sirex* woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect". En: Kitching & Jones (eds.), *The ecology of pest. Some Australian case histories* CSIRO, Australia: 231-248.
- TOWNES, H. y TOWNES, M. 1966. "Neotropic Ichneumonidae", *Mem. Am. Entomol. Inst.* 8, 367 pp.
- TOWNES, H. 1969. "Genera of Ichneumonidae Part I". *Mem. Am. Entomol. Inst.* 11, 300 pp.
- ZONDAG, R. 1975. "Controlling *Sirex* with a nematode", *Proc. 28 th N.Z. Weed and Pest control Conference*: 196-199.
- . 1979. "Control of *Sirex noctilio* F. with *Deladenus siricidicola* Bedding. Part II. Introductions and establishments in the South Island. 1968-75", *N.Z. Journ. Forest. Science* 9 (1): 68-76.