

REVISIONES

El pulgón del ciprés en Chile: una revisión de la situación actual y antecedentes del control biológico

The cypress aphid in Chile: A review of the current situation and preliminary data of the biological control

Cristian Montalva^{a*}, Eladio Rojas^b, Cecilia Ruiz^a, Dolly Lanfranco^a

*Autor de correspondencia: ^aUniversidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Instituto de Silvicultura, Valdivia, Chile, tel.: 63-293512, cristian.montalva@alumnos.uach.cl

^bServicio Agrícola y Ganadero (SAG), Laboratorio Regional Osorno, Osorno, Chile.

SUMMARY

The cypress aphid *Cinara cupressi* is considered one of the most important exotic invasive species in the world and now is present in all the national continental territory, affecting native forest species like ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) and alerce (*Fitzroya cupressoides*), as other exotic species used for ornamental trees in the urban area. The forest area of Chile has promoted and privileged the use of biological controls as part of the integrated pest management; so has *Pauesia juniperorum* been used to control *C. cupressi*; however, low levels of parasitism have been detected. Some aspects about the biology and behavior of *C. cupressi* and the biological control identified in our country are analyzed and discussed, as well as the measures implemented by the government considering that this was the first detection of a significant exotic pest associated with native forest species. It is proposed to assess, in the future, timing and level of parasitism of the biological control *P. juniperorum*, to determine if the parasitoid has been established in the whole territory or it is necessary to complement with other agents such as *Lecanicillium lecanii* or other biocontrol agents as *Xenostigmus bifasciatus*, which could be alternatively evaluated in order to reach a better control to reduce the populations of this aphid that threatens forest species of great value to our national heritage and some species used as ornamentals trees.

Key words: *Cinara cupressi*, biological control, *Pauesia juniperorum*, forest pest.

RESUMEN

El pulgón del ciprés, *Cinara cupressi*, es considerado una de las plagas invasoras más importantes del mundo y en Chile se encuentra presente en todo el territorio continental nacional. Afecta a las especies forestales nativas ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y alerce (*Fitzroya cupressoides*), como también a especies exóticas que se utilizan ornamentalmente en el área urbana. El sector forestal de Chile ha potenciado y privilegiado el uso de controladores biológicos como parte del manejo integrado de plagas. Es por esto que se ha utilizado *Pauesia juniperorum* para el control de *C. cupressi*. Sin embargo, se han detectado bajos niveles de parasitismo. En este trabajo se analizan y discuten aspectos de la biología y comportamiento de *C. cupressi* y de los controladores biológicos detectados en el país, así como también las medidas implementadas por el gobierno considerando que ésta fue la primera detección de una plaga exótica de importancia asociada a especies del bosque nativo. Se propone a futuro evaluar la sincronía y el nivel de parasitismo del controlador biológico *P. juniperorum*, con el fin de determinar si el parasitoide se ha establecido en todo el territorio nacional o es necesario complementarlo con otros agentes como *Lecanicillium lecanii* u otros biocontroladores como *Xenostigmus bifasciatus*. Este último puede ser una alternativa a evaluarse para alcanzar un mejor control, de tal manera de disminuir las poblaciones del áfido que amenaza especies forestales de gran valor para el patrimonio nacional y a especies usadas como árboles ornamentales.

Palabras clave: *Cinara cupressi*, control biológico, *Pauesia juniperorum*, plaga forestal.

INTRODUCCIÓN

Chile posee una superficie de 13,43 millones de hectáreas de bosque nativo, de los cuales el tipo forestal alerce cuenta con 263.191 hectáreas y el tipo forestal ciprés de la cordillera con 44.996 hectáreas (CONAF *et al.* 1999), lo que representa el 2,29 % del total de la superficie del

bosque nativo en Chile. Según Hechenleitner *et al.* (2005), las especies *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. *et* Bizzarri (ciprés de la cordillera) y *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnston (alerce) se encuentran en la categoría de vulnerable y en peligro, respectivamente; además, esta última especie fue declarada monumento natural a través del Decreto Supremo N° 490, Chile (1976).

Desde el punto de vista sanitario, el año 2003 se manifestó daño por el áfido exótico determinado como *Cinara cupressi* (Buckton) en especies exóticas utilizadas como árboles ornamentales. Al año siguiente fue detectado este áfido produciendo daño en *A. chilensis* y el año 2005 se determinó la presencia de *C. cupressi* en 92 % de las estaciones de prospección en estos cipreses nativos (INFOR 2008). El año 2007 se encontró atacando árboles aislados de *F. cupressoides*, lo que concuerda con investigaciones previas de susceptibilidad de este hospedero (Díaz 2006). Cabe destacar que, aunque el parasitoide *Pauesia juniperorum* (Stary) ingresó al país y se dispersó junto a *C. cupressi*, éste no ha logrado establecerse y conseguir niveles de parasitismo adecuados para mantener un equilibrio poblacional del pulgón.

Debido a la importancia del estado de conservación de ambas especies y del daño producido en el arbolado urbano en cipreses exóticos, sumado a que este insecto actualmente se encuentra distribuido en todo el país, se consideró relevante analizar y discutir la situación actual del pulgón del ciprés en Chile, además de aportar nuevos antecedentes acerca del control biológico.

ANTECEDENTES GENERALES DEL PULGÓN DEL CIPRÉS

El pulgón del ciprés pertenece al orden Hemiptera, familia Aphididae y género *Cinara*. Este áfido se encuentra dentro de un complejo de especies que comúnmente se identifica como *Cinara cupressi* (Watson *et al.* 1999). Según Dajoz (2001), generalmente se encuentra formando colonias numerosas sobre ramas pequeñas. Además, las especies del género *Cinara* se describen como agentes plagas que se comportan de una forma holocíclica y oligófaga (Footitt y William 1993, Heie 1995, Watson *et al.* 1999). En cuanto a la morfología, este áfido posee una longitud de 1,8 a 3,9 mm, tiene el abdomen de color pardo naranja a pardo amarillento y el dorso posee una pilosidad fina que produce una coloración pálida gris cerosa haciendo un patrón de bandas transversales (Carter y Maslen 1982, Blackman y Eastop 1994). La mayoría de las poblaciones de estos áfidos son asistidas por hormigas, donde, en una relación de mutualismo, éstas se alimentan de los depósitos de mielecilla y a la vez limpian la colonia y protegen a éstos de sus enemigos naturales (Carter y Maslen 1982, Heie 1995).

El complejo de *C. cupressi* se encuentra distribuido en Europa, suroeste de Asia, India, América del Norte, África y América del Sur (Carter y Maslen 1982, Mills 1990, Blackman y Eastop 1994, Watson *et al.* 1999). En América del Sur el género *Cinara* fue detectado por primera vez en *Cupressus lusitanica* (Mill), en Colombia el año 1973. La especie fue inicialmente identificada como *Cinara fresai* (Blanchard) pero más tarde se determinó que correspondía a *C. cupressi* (Penteado *et al.* 2000).

Posteriormente, el año 2001 fue reportada la presencia de este áfido en Brasil y Argentina (Silva y Ilharco 2001, Delfino y Binazzi 2005, El Mujtar *et al.* 2009). Al año siguiente esta plaga se registró en Bolivia y Perú (Vergara 2002, Mollo 2005) y, finalmente, el año 2003 se reporta esta plaga en Chile, demostrando su gran capacidad invasora (Silva *et al.* 2005). Otra característica que hace importante esta plaga es que tiene un gran rango de hospedantes de la familia Cupressaceae, por ello es tan relevante en varios países (Ciesla 1991, Watson *et al.* 1999).

El daño que produce este áfido lo realiza al momento de su alimentación, insertando su estilete bucal en la planta hasta alcanzar el floema. La savia del floema es rica en azúcares y pobre en aminoácidos, motivo por el cual estos organismos se ven obligados a ingerir grandes cantidades de este líquido para obtener una adecuada cantidad de alimento que garantice su sobrevivencia. Junto con la penetración del estilete, el insecto inyecta saliva que contiene enzimas que facilitan la penetración entre las células de la planta (Carter y Maslen 1982, Chilima 1989, Eskiviski *et al.* 2005).

Los síntomas en los árboles corresponden a una clorosis del follaje y una reducción del crecimiento, especialmente en árboles jóvenes, esto porque la saliva causa efectos fisiológicos, tales como aumento en la respiración y disminución en la fotosíntesis (Carter y Maslen 1982, Penteado *et al.* 2000). Dados los síntomas que presentan los árboles dañados por estos pulgones se produce la desecación de brotes e incluso la muerte de los individuos (INFOR 2008). Por lo general, el árbol afectado se seca desde el interior de la copa hacia afuera y desde abajo hacia arriba (Baldini *et al.* 2005). Además, el pulgón produce una secreción dulce y pegajosa, que recubre las ramas y el follaje, facilitando el establecimiento de fumagina (capa densa negruzca de hifas de hongos de los géneros *Capnodium* y *Limacinia*) que se adhiere al follaje e interfiere con la fotosíntesis (Carter y Maslen 1982, Chilima 1989).

SITUACIÓN ACTUAL EN CHILE

En el año 2003 *C. cupressi* fue detectado por primera vez en Chile en Pica, región de Tarapacá. Registros recientes indican que se encuentra distribuido en todo el territorio continental nacional (SAG 2006, Baldini *et al.* 2008, INFOR 2008). Producto de las actividades de monitoreo de la plaga realizadas por el SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), el año 2005 se encontró en terreno un enemigo natural del áfido, *Pauesia juniperorum*, que habría ingresado a Chile junto a su hospedero, tanto en la región de Valparaíso como en la región Metropolitana. En función de esto, con el fin de mitigar el aumento de la población del áfido, el parasitoide se repicó y liberó en sectores sin su presencia.

En el año 2005, en forma conjunta entre INFOR-CONAF-SAG, se llevó a cabo un proyecto FDI-CORFO

“Manejo integrado: Técnica para la recuperación del crecimiento de *Austrocedrus chilensis*” con el objetivo de implementar un programa de manejo integrado de *Cinara cupressi* para proteger a *A. chilensis* y coníferas afines. Además, como medida para favorecer el programa de manejo integrado de la plaga en Chile, se realizó una colecta de enemigos naturales de *C. cupressi* en los años 2005 y 2006 en Europa, con el objetivo de complementar el control efectuado por el parasitoide existente y aumentar la diversidad genética de las poblaciones de este insecto en Chile. Producto de estos viajes, en busca de enemigos naturales, se colectaron 292 momias parasitadas de *Cinara juniperi* (De Geer), de las cuales emergieron en la Estación de Cuarentena de Lo Aguirre 67 ejemplares de *Pauesia juniperorum* (36 machos y 31 hembras). Sin embargo, no se logró generar material suficiente para liberar (González *et al.* 2008). Nuevos intentos de producción masiva fueron realizados en laboratorios tales como SAG San Antonio y SAG Osorno, sin resultados satisfactorios de masificación, por lo que se continuó repicando material a nuevas zonas desde áreas con presencia del parasitoide.

Con las prospecciones se determinó la dispersión del áfido y las especies a las cuales se asocia, encontrando daños tanto en especies forestales exóticas en plantaciones, en las utilizadas como árboles ornamentales en el área urbana, y en especies nativas, como ciprés de la cordillera y alerce categorizadas en estado vulnerable y en peligro respectivamente. En el marco de este proyecto también se evaluó el ciclo de vida del áfido bajo condiciones de laboratorio y se concentraron los esfuerzos en criar, multiplicar y liberar el parasitoide *P. juniperorum* encontrado en Chile. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos en un período de dos años (2005 y 2007) se observó que es posible advertir situaciones de relevancia, en cuanto a la evolución que ha tenido la plaga. En este sentido, lo más destacable se vincula con la distribución del insecto en la totalidad del territorio continental nacional, lo que justifica los esfuerzos que se han desarrollado y que tendrán que ejecutarse para evitar o disminuir la negativa acción del pulgón, principalmente sobre el recurso nativo (INFOR 2008). Con respecto al control químico, Baldini *et al.* (2008) indican que el método de inyectar dimetoato al tronco de los árboles fue estadísticamente significativo sólo en aquellos árboles con un nivel de daño inicial leve. A comienzos del año 2009, debido a una fuerte infestación en las cupresáceas de la plaza de la ciudad de Puerto Natales, región de Magallanes y Antártica Chilena, provocada por el complejo *C. cupressi*, surgió la necesidad de proponer medidas para disminuir las poblaciones del áfido y recuperar los árboles que son de gran valor estético, recreacional y también residencial para aquella ciudad. Por ello el SAG está implementando un “Programa de Prospección y Control del Pulgón (*C. cupressi*) en cipreses de la región de Magallanes y Antártica Chilena”. Este proyecto tiene contemplado un control integrado que comprende la utilización de productos químicos como

también control biológico mediante el parasitoide *P. juniperorum* y *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead) para disminuir las poblaciones de este áfido y así recuperar el arbolado urbano de esta zona. El repique a efectuar de este parasitoide en Puerto Natales sería con material de la misma región, ya que se ha encontrado *P. juniperorum* en Punta Arenas y cercanías de esta ciudad¹.

CONTROL BIOLÓGICO

Según Greathead y Waage (1983), se entiende por control biológico al uso de organismos vivos como agentes para el control de plagas. En el sector forestal de Chile la utilización de enemigos naturales comenzó con la introducción de *Orgilus obscurator* Ness. para controlar *Rhyacionia buoliana* Schiff. en 1987 (Ide *et al.* 2007) y en esta área, en general se ha potenciado y privilegiado el uso de controladores biológicos como parte del manejo integrado de plagas. Las ventajas del uso de este método es que existe poco o ningún efecto nocivo colateral, casos raros de resistencia, control de largo plazo, la relación beneficio/costo es muy favorable y se puede usar como parte del manejo integrado de plagas (MIP) (Rodríguez y Arredondo 2007). Debido al riesgo potencial para especies nativas protegidas, se ha considerado importante el uso de enemigos naturales para combatir el pulgón del ciprés en Chile. Mundialmente se han determinado y utilizado varios controladores biológicos asociados al género *Cinara* (cuadro 1).

Los mayores porcentajes de control (cuadro 1) se han obtenido por hongos entomopatógenos de la clase Hyphomycetes (*Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare y Gams, 2001 [= *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas]). Sin embargo, estos resultados son bajo condiciones de laboratorio, por lo que en terreno podrían variar considerablemente, ya que los hongos se ven fuertemente influenciados por la humedad y la temperatura. Por otra parte, se citan algunos hongos Entomophthorales de la clase Zygomycetes como, por ejemplo, *Neozigites turbinata* (Kenneth) Remauiere y Keller (= *Entomophthora turbinata* Kenneth), que poseen varias características que favorecen su uso en control biológico, ya que son capaces de producir epizootias rápidamente, multiplicarse como protoplastos o cuerpos hifales y poseer una alta especificidad (Barta y Cagán 2006).

Respecto a los porcentajes de parasitismo obtenidos en terreno por *Pauesia sp.*, parasitoide utilizado contra *Cinara cronartii* (Tissot y Pepper) en Sudáfrica, y el parasitoide *X. bifasciatus*, utilizado contra *Cinara atlantica* (Wilson) en Argentina, son más bajos que los obtenidos con los hongos entomopatógenos en condiciones de laboratorio. Sin embargo, tienen el mérito de ser datos de terreno tras

¹ Hugo Mansilla. Ingeniero agrónomo, encargado regional de protección agrícola y forestal de Magallanes (SAG). Comunicación personal, 2009.

Cuadro 1. Enemigos naturales del género *Cinara*.
Natural enemies of the genus *Cinara*.

Agente	Hospedero	Control %	País	Fuente
Hongos entomopatógenos				
<i>Verticillium lecanii</i>	<i>Cinara atlantica</i>	100*	Brasil	Loureiro <i>et al.</i> (2004), Pereira <i>et al.</i> (2005)
<i>Lecanicillium lecanii</i>	<i>Cinara cupressi</i>	100*	Chile	Montalva (2008)
<i>Entomophthoral</i>	<i>Cinara cupressi</i>	s/a	Chile	Comunicación personal Eladio Rojas
<i>Entomophthoral</i>	<i>Cinara cupressi</i>	s/a	Burundi	Sabukwikopa y Muyango (1991)
<i>Neozigites turbinata</i>	<i>Cinara sp.</i>	s/a	Francia	Remaudière y Latgé (1985)
Insectos parasitoides				
<i>Pauesia sp.</i>	<i>Cinara cronartii</i>	51,7+	Sudáfrica	Kfir y Kirsten (1991)
<i>Pauesia juniperorum</i>	<i>Cinara cupressi</i>	s/a	Chile	INFOR (2008)
<i>Pauesia juniperorum</i>	<i>Cinara cupressi</i>	65*	Kenya, Malawi y Uganda	Neuenschwander <i>et al.</i> (2003)
<i>Pauesia juniperorum</i>	<i>Cinara cupressi</i>	s/a	Mauritius	Alleck <i>et al.</i> (2005)
<i>Pauesia anatolica</i>	<i>Cinara cedri</i>	s/a	Turquía	Michelena <i>et al.</i> (2005)
<i>Xenostigmus bifasciatus</i>	<i>Cinara atlantica</i>	49+	Brasil	Chiarello (2007)
<i>Xenostigmus bifasciatus</i>	<i>Cinara atlantica</i>	63,6+	Argentina	Eskiviski <i>et al.</i> (2005)
Insectos depredadores				
<i>Cycloneda sanguinea</i>	<i>Cinara spp.</i>	s/a	Brasil	Cardoso y Lazzari (2003)
<i>Hyppodamia convergens</i>	<i>Cinara spp.</i>	s/a	Brasil	Cardoso y Lazzari (2003)

* Bajo condiciones de laboratorio. +: Bajo condiciones de campo. s/a: Sin antecedentes.

varias etapas de crianza, liberación, establecimiento y control. También se han encontrado insectos depredadores (*Cycloneda sanguinea* (L) e *Hyppodamia convergens* (Guer)) asociados al género *Cinara* en Brasil. Estos y otras especies de coccinélidos y larvas de sírfidos presentes en Chile pudieran considerarse como control biológico conservativo dentro del manejo integrado de la plaga.

En la década de los 90, en Uganda, Malawi y Kenya, el pulgón del ciprés causó gran mortalidad de los árboles, evaluados en 41 millones de dólares, y causó pérdidas anuales en el crecimiento de los árboles de la zona evaluados en 13,5 millones de dólares (Murphy 1997). En estos países el áfido se asoció tanto a especies exóticas como nativas, situación similar a lo sucedido en Chile. El año 1993 comenzaron las liberaciones de *P. juniperorum* en África, sin embargo el establecimiento no fue fácil, por lo que se tuvo que hacer reiteradas liberaciones del parasitoides. Recién el año 1999 se logró establecer este enemigo natural en los tres países afectados (Neuenschwander *et al.* 2003). En Chile se ha utilizado la avispa *P. juniperorum* y se ha evaluado bajo condiciones de laboratorio el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) como controlador biológico (INFOR 2008, Montalva 2008).

Hongos entomopatógenos y su evaluación en Chile. *Lecanicillium lecanii* es un hongo entomopatógeno principalmente de pulgones (Hem.: Aphididae) y mosquitas blancas (Hem.: Aleyrodidae) (Milner, 1997). Zare y Gams (2001) propusieron que los aislamientos de *V. lecanii* sean renombrados como pertenecientes al género *Lecanicillium*. En las últimas décadas se han desarrollado cepas de *L. lecanii*

altamente virulentas y epizooticas como agentes biocontroladores de ciertos insectos (Hall 1981, Yokomi y Gottwald 1988, Hsiao *et al.* 1992). Hoy en día, Mycotal y Vertalec son productos comerciales de este hongo entomopatógeno usado contra mosquitas blancas y áfidos, respectivamente, y comercialmente se han utilizado desde 1990 (Hall 1984, Lenteren 2003). *Lecanicillium lecanii* infecta a los insectos directamente a través de la penetración de la cutícula y tiene múltiples mecanismos de acción que le confieren una alta capacidad para evitar que el hospedero desarrolle resistencia (Carreño 2003).

En Chile se evaluó bajo condiciones de laboratorio la virulencia de dos cepas de *L. lecanii* mantenidas en el Laboratorio Regional SAG Osorno, determinándose que la cepa de procedencia Futaleufú a las 72 horas produjo una mortalidad del 50 % de la población de áfidos con una concentración de 1×10^7 conidias/ml (Montalva 2008). Además, en los últimos dos años se ha encontrado un hongo del orden Entomophthorales, posiblemente del género *Neozigites*, en las provincias de Valdivia y Osorno, produciendo epizootias en *C. cupressi*, el cual no ha sido identificado (González *et al.* 2008). Por ello, se sugiere evaluar la cepa de *L. lecanii* bajo condiciones de campo como un controlador biológico complementario al parasitoides *P. juniperorum*; así como identificar la especie, evaluar la producción masiva e investigar la patogenicidad del hongo Entomophthoral mencionado anteriormente.

Parasitoides y su utilización en Chile. *Pauesia juniperorum* (Hymenoptera: Braconidae) es un endoparasitoides solitario que fue descrito por Stary en 1960 como *Paraphidius*

juniperorum parasitando especímenes de *Cinara juniperi* colectados en Checoslovaquia (Stary 1960, Kairo y Murphy 2005). Esta especie está ampliamente distribuida en hábitats montañosos y submontañosos de Europa, asociada a *C. juniperi*, *C. fresai* y *C. cupressi* (Neuenschwander *et al.* 2003). Según Stary (1970), los parasitoides de la familia Aphididae generalmente atacan y se desarrollan en distintas etapas de desarrollo de su hospedero. Según Kairo y Murphy (2005), la duración del ciclo de vida de *P. juniperorum*, desde el estado de huevo hasta el estado adulto, bajo condiciones de laboratorio, es de aproximadamente 16 días. Este dato es de suma importancia al momento de tomar la decisión de utilizarlo como un agente de control (figura 1).

Debido a que el parasitoide en Chile se encontró asociado a la plaga, el año 2005 en las regiones de Atacama, del Biobío y del Libertador Bernardo O'Higgins se liberaron 314 ejemplares producidos mediante el repique de material obtenido de zonas con presencia del parasitoide. Al año siguiente sólo se liberaron 76 ejemplares en las regiones de Valparaíso y Los Lagos y el año 2008 se liberaron 610 parasitoides en las regiones de Los Ríos y Los Lagos (INFOR 2008). La cantidad de parasitoides liberados en Chile es baja si se compara por ejemplo con el número de individuos de *Pauesia sp.* que se liberaron en Sudáfrica para controlar *C. cronartii* el año 1983. En dicho país se liberaron alrededor de 200.000 individuos (60 % hembras) en plantaciones de *Pinus sp.*, en cinco sectores, donde se logró el establecimiento del controlador en el período de

un año. Además, una observación importante fue que el parasitoide sobrevivió durante el verano, ya que se encontró asociado a los escasos áfidos vivos y momias que sobrevivieron durante esta época, dando origen a parasitoides adultos de *Pauesia sp.* (Kfir *et al.* 1985). Por lo tanto, la baja cantidad de parasitoides liberados perfectamente podría ser una de las causas que afectan el buen funcionamiento de este enemigo natural en Chile.

Según Ávila y Espina (2006), bajo condiciones de laboratorio en Chile, se obtuvo un promedio de parasitismo de *P. juniperorum* sobre *Cinara tujafilina* de 33,8 %, lo que es bajo comparado al 95 % de parasitismo que obtuvo *Pauesia sp.* sobre *C. cronartii* en Sudáfrica, también en condiciones de laboratorio (Kfir *et al.* 1985). Esto puede indicar que el parasitoide que ingresó a Chile quizás no sea el más específico tanto para *C. tujafilina* como para *C. cupressi*, lo que concuerda con un estudio realizado por Kairo y Murphy (2005), el cual indica que *Cinara fresai* fue un mejor hospedero de *P. juniperorum* al compararlo con *Cinara juniperi* Geer y *Cinara cupressivora* Watson y Voegtlin. Asimismo se constató que el parasitoide prefirió ninfas de *C. fresai* por sobre *C. cupressivora* (Neuenschwander *et al.* 2003), lo que podría ser otro factor relevante que esté influyendo en el funcionamiento del parasitoide encontrado en Chile. Cabe señalar que el complejo *C. cupressi* lo conforman varias especies dentro de las cuales se encuentra *C. cupressivora*, cuya identificación no ha sido dilucidada en Chile.

La sincronía del parasitoide con su hospedero es también importante para llegar al control exitoso de la plaga. Según Van Asch y Visser (2007), la sincronía se presenta cuando los parasitoides emergen como adultos a tiempo para coincidir con la presencia del estado susceptible del hospedero. De acuerdo a lo anterior, *P. juniperorum* emerge como adulto en el momento en que se encuentran los estados susceptibles de *C. cupressi* que son todos los estadios ninfales, atacando y desarrollándose sobre éstos (Kairo y Murphy 1999). Lamentablemente, como se desconocen tantos aspectos de la biología de esta plaga, por ejemplo, qué sucede con los individuos durante la época de verano en las zonas centro y sur de Chile, es difícil atribuir el bajo porcentaje de parasitismo a este factor, por falta de estudios de este tipo. Un caso exitoso en cuanto a la sincronía de un parasitoide del género *Cinara* es el estudiado por Ribeiro (2007) en Brasil, donde se observó que *X. bifasciatus* presentó sincronismo con su hospedero (*C. atlantica*), en que el mayor porcentaje de pulgones parasitados se producía justo después de las mayores densidades poblacionales del áfido (Penteado 2007). Este parasitoide debería evaluarse y así determinar si tiene la capacidad de parasitar la especie *C. cupressi*, dados los buenos resultados obtenidos en Argentina y Brasil con *C. atlantica* (Reis *et al.* 2004, Eskiviski y Figueredo 2008).

Otro factor que podría disminuir la efectividad de *P. juniperorum* es la presencia del hiperparasitoide *Dendrocerus sp.* (Hymenoptera: Megaspilidae), especie detectada en

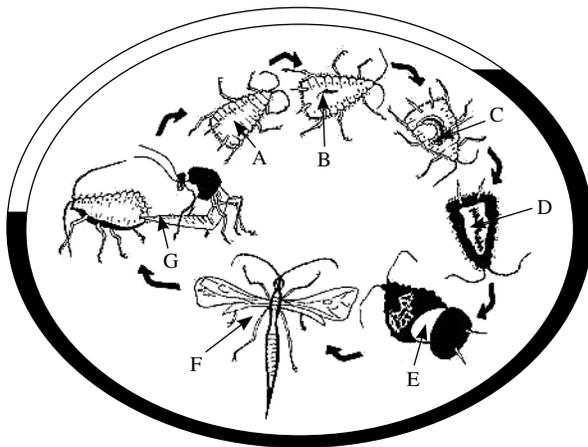


Figura 1. Ciclo de vida de *Pauesia juniperorum*, A: primer estadio de la larva, B: segundo estadio de la larva, C: tercer estadio de la larva, D: momia/estadio pupa, E: abertura circular incompleta, F: emergencia del parasitoide adulto, G: etapa de oviposición, □: huevo a pupa (10 días) y ■: pupa a adulto (6 días) (Alleck *et al.* 2005, Kairo y Murphy 2005).

Life cycle of *Pauesia juniperorum*, A: first instar larva, B: second instar larva, C: third instar larva, D: mummy/pupal stage, E: incomplete circular opening, F: parasitoid adult emerges, G: oviposition stage, □: egg to pupa (10 days) and ■: pupa to adult (6 days) (Alleck *et al.* 2005, Kairo y Murphy 2005).

crianzas de ninfas de *C. cupressi* en los laboratorios del SAG (INFOR 2008).

Un dato relevante sobre los enemigos naturales de *C. cupressi* en Chile determinado el año 2009 fue la presencia de un ejemplar de *C. cupressi* parasitado por *Pauesia* sp. (figura 2) de un total de 885 individuos colectados en un muestreo efectuado durante el mes de junio en la región de Los Ríos. Esto permite demostrar que el parasitoide, pese a la baja cantidad de individuos liberados, ha logrado dispersarse en el territorio sur de Chile, por lo cual un agente complementario a éste, sin duda, disminuiría las poblaciones observadas en terreno. Al siguiente mes se volvió a realizar un muestreo, pero no se encontró dicho controlador nuevamente, lo que indicaría que existen enemigos naturales controlando en esta zona a *C. cupressi* durante los meses invernales, pero en bajas densidades, información que se desconocía dado que no se han realizado evaluaciones de parasitismo durante dicha época en esta zona².

CONCLUSIONES

El pulgón del ciprés actualmente se encuentra distribuido en todo el país, demostrando su gran capacidad invasora y aún se desconocen aspectos importantes de esta plaga en Chile. Por ello se sugiere que a futuro se evalúe en terreno el ciclo biológico del pulgón, dado que en este país no se ha determinado cómo se comporta ni se ha evaluado qué sucede con el pulgón durante la época de verano, período en que las poblaciones del áfido disminuyen de una forma



Figura 2. *Cinara cupressi* parasitado por *Pauesia* sp.
Cinara cupressi parasitized by *Pauesia* sp.

notable. Además es necesario superar las dificultades que ha tenido la reproducción de *P. juniperorum* bajo condiciones de laboratorio, situación que ha impedido la multiplicación masiva de este parasitoide, junto con evaluar la sincronía y el nivel de parasitismo de este controlador biológico, con el fin de determinar si el parasitoide se ha establecido en todo el territorio nacional o si es necesario complementarlo con otro agente. Entre los agentes controladores estarían el hongo entomopatógeno *L. lecanii* y el parasitoide *X. bifasciatus*, los cuales podrían disminuir las poblaciones del áfido que amenaza las especies forestales alerce y ciprés de la cordillera, las cuales son de gran valor para el patrimonio nacional junto al arbolado urbano de especies cupresáceas de diferentes zonas de Chile.

REFERENCIAS

- Alleck M, S Seewooruthun, D Ramlugun. 2005. Cypress aphid status in Mauritius and trial releases of *Pauesia juniperorum* (Hymenoptera: Braconidae), a promising biocontrol agent. Consultado 10 jun. 2009. Disponible en <http://www.gov.mu/portal/sites/ncb/moa/farc/amas2005/presen/Session%2009/S9.3.pdf>
- Ávila I, C Espina. 2006. Factibilidad de Parasitación de *Cinara tujafilina* con el Parasitoide *Pauesia juniperorum* como medio de Control de *Cinara cupressi*. Tesis Ingeniero Forestal. Talca, Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule. 122 p.
- Baldini A, J Aguayo, A Sartori. 2005. El complejo *Cinara cupressi*. *Chile Forestal* 314: 8-10.
- Baldini A, J Oltremari, A Holmgren. 2008. Efecto de *Cinara cupressi* (Hemiptera: Aphididae) sobre el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) después de aplicar control químico. *Ciencia e Investigación Agraria* 35(3): 341-350.
- Barta M, L Cagán. 2006. Aphid-pathogenic Entomophthorales (the taxonomy, biology and ecology). *Biologia, Bratislava* 61(21): 543-616.
- Blackman R, V Eastop. 1994. Aphids on the world's trees: An identification and information guide. Wallingford, Inglaterra. CAB International. 986 p.
- Cardoso J, S Lázari. 2003. Consumption of *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae) by *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842) (Coleoptera, Coccinellidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 47(4): 559-562.
- Carreño I. 2003. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la Yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Tesis *Microbióloga Agrícola y Veterinaria*. Bogotá, Colombia. Facultad de Ciencias Básicas. Pontificia Universidad Javeriana. 116 p.
- Carter C, N Maslen. 1982. Conifer Lachnids in Britain. *Forestry Commission Bulletin* 58: 1-75.
- Chilima C. Z. 1989. *Cinara cupressi*: A pest of *Mulanje cedar* and Cypress trees in Malawi. Forestry Research Institute of Malawi. Zomba, Malawi. FRIM Report N° 89009. 8 p.
- Ciesla, W. 1991. The Cypress aphid, *Cinara cupressi* (Buckton) in Africa. FAO (Food and Agriculture Organization). Exotic

² Cristian Montalva y Cecilia Ruiz. Laboratorio Entomología, Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Valdivia. Datos no publicados. 2009.

- aphid pests of conifers: a crisis in african forestry. Kenia, África. 160 p.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL), CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, CL), BIRF (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, USA), Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 1999. Proyecto catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Santiago, Chile. CONAF. 87 p.
- Dajoz R. 2001. Entomología Forestal: Los insectos y el bosque: papel y diversidad de los insectos en el medio forestal. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa. 548 p.
- Delfino M, A Binazzi. 2005. Further data on conifers aphids from Argentina (Aphididae Lachninae Eulachinini). *Redia* 88: 3-7.
- Díaz R. 2006. Desempeño poblacional del pulgón del ciprés (*Cinara cupressi* BUCKTON), sobre la especie Ciprés de Monterrey (*Cupressus macrocarpa* HARTWEG EX GORDON) y Alerce (*Fitzroya cupressoides* (Mol) Johnston). Tesis Ingeniero de Ejecución Forestal. Osorno, Chile. Departamento de Ciencias y Tecnología Forestal. Universidad de Los Lagos. 32 p.
- El Mujtar V, J Covelli, M Delfino, O Grau. 2009. Molecular Identification of *Cinara cupressi* and *Cinara tujafilina* (Hemiptera, Aphididae). *Environmental Entomology* 38(2): 505-512.
- Eskiviski E, J Agostini, R Toloza, O de Coll. 2005. Daños producidos por el pulgón del pino *Cinara atlantica* W. (Hemiptera: Aphididae) en plantas jóvenes de *Pinus taeda* L. XI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. INTA Montecarlo. Montecarlo, Argentina. 6 p.
- Eskiviski E, I Figueredo. 2008. Determinación de la presencia de *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera: Braconidae) parásito del pulgón de los pinos *Cinara atlantica* en el norte de Misiones. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, Montecarlo, INTA. Montecarlo, Argentina. 5 p.
- Footitt R, R William. 1993. The Insects and Arachnids of Canada, Part 22. The genera of Aphids of Canada (Homoptera: Aphidoidea and Phylloxeroidea). Centre for Land and Biological Resources, Ottawa, Ontario, Research Branch, Agriculture Canada. 766 p.
- Greathead D, J Waage. 1983. Opportunities for biological control of agricultural pests in developing countries. The World Bank, Washington, D.C. USA. World Bank Technical Paper 11. 44 p.
- González P, S Ide, L Jaques, M Peralta, E Rojas. 2008. Programa de control biológico de *Cinara cupressi* Buckton (Hem: Aphididae), Proyecto FDI-CORFO. Manejo Integrado: Técnica para la conservación y recuperación del crecimiento de *Austrocedrus chilensis*. Chile. 26 p.
- Hall R. 1981. The fungus *Verticillium lecanii* as a microbial insecticide against aphids and scales. In Burgues eds., Microbial control of pest and plant diseases. New York, USA. Academic Press. 483-498.
- Hall R. 1984. Epizootic potential for aphids of different isolates of the fungus *Verticillium lecanii*. *Entomophaga* 29: 311-321.
- Hechenleitner P, M Gardner, P Thonas, C Echeverría, B Escobar, P Brownless, C Martínez. 2005. Plantas amenazadas del centro-sur de Chile. Distribución, conservación y propagación. Primera edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 p.
- Heie O. 1995. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. VI. Family Aphididae: Part 3 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae and family Lachnidae. Leiden, Netherland. Brill Academic Publishers. 222 p.
- Hsiao W, M Bidochka, G Khachatourians. 1992. Effect of temperature and relative humidity on the virulence of the entomopathogenic fungus, *Verticillium lecanii*, toward the oat-bird berry aphid, *Rhopalosiphum padi* (Hom., Aphididae). *Journal of Applied Entomology* 114: 484-490.
- Ide S, D Lanfranco, C Ruiz. 2007. Detección de superparasitismo y multiparasitismo sobre larvas de *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera-Tortricidae) en las Regiones VIII y IX de Chile. *Bosque* 28(1): 57-64.
- INFOR (Instituto Forestal, CL). 2008. Manejo integrado: Técnica para la recuperación del crecimiento de *Austrocedrus chilensis*. Santiago, Chile. Informe final. 129 p.
- Kairo MT, ST Murphy. 1999. Host age choice for oviposition in *Pauesia juniperorum* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidinae) and its effect on the parasitoids's biology and host population growth. *Biocontrol, Science and Technology* 9: 475-486.
- Kairo MT, ST Murphy. 2005. Comparative studies on populations of *Pauesia juniperorum* (Hymenoptera: Braconidae), a biological control agent for *Cinara cupressivora* (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research* 95: 597-603.
- Kfir R, F Kirsten, NJ Van Rensburg. 1985. *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae): A parasite introduced into South Africa for biological control of the black pine aphid, *Cinara cronartii* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 14: 597-601.
- Kfir R, F Kirsten. 1991. Seasonal abundance of *Cinara cronartii* (Homoptera: Aphididae) and the effect of an introduced parasite, *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae). *Journal of Economic Entomology* 84(1): 76-82.
- Lenteren J. 2003. Quality control and production of biological control agents: Theory and testing procedures. Wallingford, England. CABI Publishing. 327 p.
- Loureiro E, N Oliveira, C Wilcken, A Filho. 2004. Patogenicidade de *Verticillium lecanii* ao pulgão-do-pinus. *Revista Árvore* 28(5): 765-770.
- Michelena J, F Assael, Z Mendel. 2005. Description of *Pauesia (Pauesia) anatolica* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) sp. nov., a Parasitoid of the Cedar Aphid *Cinara cedri*. *Phytoparasitica* 33(5): 499-505.
- Mills N. 1990. Biological control of forest aphid pests in Africa. *Bulletin of Entomological Research* 80: 31-36.
- Milner R. 1997. Prospects for pesticides for aphid control. *Entomophaga* 42: 227-239.
- Mollo N. 2005. El Necrosamiento de los árboles Cipreses en la ciudad de Oruro. Consultado 5 de jun. 2009. Disponible en http://www.cedib.org/cepa/?module=displaystory&story_id=13042&format=print#L1
- Montalva C. 2008. Evaluación de la virulencia de dos cepas de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare y Gams para el control biológico de *Cinara cupressi* (Buckton). Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 22 p.
- Murphy S. 1997. Protección de los árboles de África: situación y acciones para el control de las plagas en el sector forestal africano. Actas del XI Congreso Forestal Mundial. Antalya, Turquía. (1) 161-168.

- Neuenschwander P, C Borgemeister, J Langewald. 2003. Biological control in IPM systems in Africa. Wallingford, England. CABI publishing. 414 p.
- Penteado S, R Trentini, E Tadeo, W Reis. 2000. Ocorrência, distribuição, dano e controle de Pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus spp.* no Brasil. *Floresta* 30: 55-64.
- Penteado S. 2007. *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae): um estudo de biologia e associações. Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas. Curitiba, Brasil. Universidad Federal de Paraná. 223 p.
- Pereira M, S Chiarello. 2005. Seleção de isolados de *Verticillium lecanii* para o controle de *Cinara atlantica*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(11): 1141-1144.
- Reis W, S Penteado, E Tadeu. 2004. Controle biológico do pulgão gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae), pelo parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera: Braconidae). Colombo: Embrapa Florestas. Comunicado Técnico N° 122. 3 p.
- Remaudière G, J Latgé. 1985. Importancia de los hongos patógenos de insectos (especialmente *Aphididae* y *Cercopidae*) en México y perspectivas de uso. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 11(2): 217-225.
- Ribeiro R. 2007. Distribuição espacial e plano de amostragem sequencial para o monitoramento do pulgão-gigante-do-Pinus, *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae: Lachninae) e do seu parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead, 1891) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidinae) em plantios de *Pinus taeda* L. (Pinaceae). Tesis Doctoral. Curitiba, Brasil. Universidad Federal de Paraná. 137 p.
- Rodríguez L, H Arredondo. 2007. Teoría y aplicación del control biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Montecillo, México. 303 p.
- Sabukwikopa J, S Muyango. 1991. Current Status of *Cinara cupressi* in Burundi, its impact on forest resources and control operations. FAO (Food and Agriculture Organization). Exotic aphid pests of conifers: a crisis in african forestry. Kenia, África. FAO.160 p.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, CL). 2006. Nueva distribución de plagas. *Informativo Fitosanitario Forestal* 2: 1-4.
- Stary P. 1960. A taxonomic revision of the European species of the genus *Paraphidius* Stary (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). *Acta Faunistica Entomologica Musei Nationalis Pragae* 6: 5-44.
- Stary P. 1970. Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control. Series Entomologica, Vol. 6. The Hague, Netherland. B.V. Publishers. 651 p.
- Silva C, F Ilharco. 2001. First report of *Cinara cupressi* (Lachninae: Cinarini) in Brazil. *Revista de Biología Tropical* 49(2): 768.
- Silva J, A Sartori, A Baldini. 2005. El complejo *Cinara cupressi* (Hemiptera: Aphididae): una amenaza para las cupresáceas nativas de Chile. Corporación Nacional Forestal. Nota Técnica año 23 N° 46. 8 p.
- Van Asch M, M Visser. 2007. Phenology of forestcaterpillars and their host trees: the importance of synchrony. *Annual Review of Entomology* 52: 37-55.
- Vergara C. 2002. El género *Cinara curtis*, "pulgón de las cupressaceae". Consultado 5 de jun. 2009. Disponible en http://www.lamolina.edu.pe/convencionentomologia/RESUMENES_biol%C3%ADa.htm
- Watson G, D Voegtlin, S Murphy, R Fottit. 1999. Biogeography of the *Cinara cupressi* complex (Hemiptera: Aphididae) on Cupressaceae, with description of a pest species introduced into Africa. *Bulletin of Entomological Research* 89: 271-283.
- Yokomi R, T Gottwald. 1998. Virulence of *Verticillium lecanii* isolates in aphids determined by detached-leaf bioassay. *Journal Invertebrate Pathology* 51: 250-258.
- Zare R, W Gams. 2001. A revision of *Verticillium* section *Postrata* IV. The genera *Lecanicillium* y *Simplicillium*. *Nova Hedwigia* 73: 1-50.

Recibido: 15.09.09

Aceptado: 18.03.10