

PARASITOIDISMO DE *Psyllaephagus pilosus* NOYES (HYM.: ENCYRTIDAE) SOBRE EL PSÍLIDO DEL EUCALIPTO *Ctenarytaina eucalypti* (MASKELL) (HEM.: PSYLLIDAE) EN PLANTACIONES DE EUCALIPTOS EN LA V REGIÓN

Parasitoidism of *Psyllaephagus pilosus* Noyes (Hym.: Encyrtidae) on the blue gum psyllid, *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hem.: Psyllidae) in V Region eucalypts plantations.

Fernando Rodríguez A.¹* y Francisco Sáiz G.²

ABSTRACT

The blue gum psyllid, *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera: Psyllidae), was detected in *Eucalyptus* sp. shoots in the I Region of Chile in 1999. The successful results obtained in North America and Europe using biological control with *Psyllaephagus pilosus* Noyes (Hym.: Encyrtidae) motivated its application in Chile. After its introduction during 2001, studies showed a rapid establishment and a high dispersion capacity during the first year. To evaluate its permanent establishment and its controlling efficacy on the pest without requiring new releases, population fluctuations of both species were determined in contiguous eucalyptus plantations of 14 and 2 months, with and without release of the parasitoid, respectively. The study was performed in Casablanca (33°26' S lat, 71°29' W long, 320 m.o.s.l.). Two plots of 60 x 40 m with 311 plants were selected. Biweekly were collected shoots, placed directly in glass jars, and all stages of psyllids and parasitoids were identified and counted under a stereoscopic microscope in the laboratory. Results showed that when the highest density of the psyllia, parasitoidism affected over 80% of the developed nymphs, reducing drastically the total density of *C. eucalypti* throughout the season. Results also indicated that the parasitoid established definitely and is able to control outbreaks of the psyllids without new releases. In addition to the parasitoid, the physiological state of the plant shoots and the transformation of foliage associated with the plant development also influenced psyllid population fluctuation.

Key words: *Ctenarytaina eucalypti*, *Psyllaephagus pilosus*, biological control, plant phenology, eucalyptus, pest.

RESUMEN

El psílido del eucalipto, *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera: Psyllidae), fue detectado en brotes de *Eucalyptus* sp. en la I Región de Chile en 1999. Los resultados exitosos obtenidos en Norteamérica y Europa con el control biológico mediante el parasitoide *Psyllaephagus pilosus* Noyes (Hym.: Encyrtidae) motivaron su aplicación en Chile. Luego de su introducción el año 2001, se comprobó un rápido establecimiento y una notable capacidad de dispersión durante el primer año. Para evaluar su establecimiento y eficacia reguladora sobre la plaga, sin requerir nuevas liberaciones, fueron evaluadas las fluctuaciones poblacionales de ambas especies en plantaciones contiguas de eucaliptos de 14 y 2 meses, con y sin liberación de parasitoide, respectivamente. El estudio fue realizado en Casablanca (33°26' lat. Sur, 71°29' long. Oeste, 320 m.s.n.m.), donde se seleccionaron dos parcelas de 60 x 40 m con 311 plantas cada una. Quincenalmente se extrajeron brotes, los que fueron colocados en frascos y transportados al laboratorio donde se identificaron y contabilizaron los individuos presentes. Los resultados mostraron que en períodos de mayor densidad del psílido, el parasitoidismo afectó más del 80% de las ninfas desarrolladas, produciendo una reducción notable de su densidad poblacional total en el transcurso de la temporada. Los resultados también señalan que el parasitoide se estableció definitivamente y fue capaz de controlar los rebrotes poblacionales del psílido sin necesidad de nuevas liberaciones. Además del parasitoide, el estado fisiológico de los brotes de las plantas y el cambio de follaje asociado al desarrollo de las plantas también influyeron sobre la fluctuación poblacional del psílido.

Palabras clave: *Ctenarytaina eucalypti*, *Psyllaephagus pilosus*, control biológico, fenología, eucaliptus.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz, Casilla 3, La Cruz, Chile.
E-mail: frodrigu@inia.cl *Autor para correspondencia.

² Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Laboratorio de Ecología, Instituto de Biología, Casilla 4059, Valparaíso, Chile.
fsaiz@ucv.cl

Recibido: 19 de abril de 2005. Aprobado: 25 de agosto de 2005.

INTRODUCCIÓN

El psílido del eucalipto, *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera: Psyllidae), es originario del área comprendida entre Australia y Tasmania, encontrándose asociado sólo a especies de *Eucalyptus*. Actualmente se encuentra distribuido en casi todo el mundo donde existen sus hospederos (Azevedo y Figo, 1979; Cadahia, 1980; Cavalcaselle, 1986; Burckhardt, 1994; Bertaux *et al.*, 1996). En 1998 fue detectado en Brasil, Uruguay, Bolivia y Colombia (Burckhardt *et al.*, 1999; Hodkinson, 1999). Posteriormente, en 1999, se encontró en la I Región de Chile, desde donde se dispersa a través de casi todo el territorio nacional continental al cabo de dos años (Meza y Baldini, 2001).

C. eucalypti es una de las especies más conocidas del género *Ctenarytaina*, debido a la importancia económica de algunos de sus hospederos, observándose una marcada preferencia por especies "blue gum", entre las que se encuentra *Eucalyptus maideni* F. Muell., *E. pulverulenta* Sims, *E. cinerea* F. Muell. ex. Benth., *E. nitens* Maiden y particularmente, *E. globulus* Labillardiere, la especie más abundante en Chile, con más de 360.000 ha plantadas (Ciesla *et al.*, 1996; Kliejunas *et al.*, 2001; Goycoolea *et al.*, 2002). La actividad de elevadas poblaciones de *C. eucalypti* sobre los brotes primordiales produce su deshidratación, lo que origina desde un cambio de coloración hasta su deformación, llegando incluso a necrosarse y caer. Ello induce la generación de nuevos brotes, lo que modifica la forma de crecimiento y el vigor del árbol. Sin embargo, los daños más importantes derivan de la aparición de manchas descoloridas en el punto de alimentación de los insectos, junto a la presencia de abundante cera y mielecilla excretadas por las ninfas del psílido, a las que se asocia el hongo de la fumagina, reduciendo la calidad del follaje que se cosecha para la elaboración de arreglos florales en Estados Unidos y Europa, originando pérdidas de hasta el 30% (Azevedo y Figo, 1979; Cadahia, 1980, 1986; Cavalcaselle, 1986; Bertaux *et al.*, 1996; Dahlsten *et al.*, 1998a y b; Burckhardt *et al.*, 1999; Paine *et al.*, 2000).

En relación al daño producido en plantas destinadas a la producción de madera y/o pulpa, no existen evaluaciones económicas por la alteración del crecimiento de la planta. Por otra parte, los eucaliptos están expuestos al ataque del psílido solamente

durante su primera fase de desarrollo, período que se extiende por dos a tres años, el que termina con el cambio de hojas primordiales a filodios (Brennan *et al.*, 2001). En Chile, evaluaciones realizadas en la V Región (2000-2001), considerando el daño sobre el follaje expresado como recurvamiento, pérdida de color y marchitez de las hojas primordiales, concluyen niveles importantes de daño, asociados a elevados niveles de infestación de la plaga (Sáiz *et al.*, 2003).

Para evitar los daños que produce *C. eucalypti* se ha recurrido a la utilización de insecticidas. Sin embargo, existe consenso en la literatura mundial que la utilización del control químico es una alternativa poco eficiente para lograr una reducción efectiva y permanente de la plaga. Entre las razones de ello se mencionan: el corto efecto residual y la resistencia a los insecticidas que han desarrollado algunas poblaciones de *C. eucalypti* sometidas a aplicaciones reiteradas (Bertaux *et al.*, 1996; Dahlsten *et al.*, 1998a; Malausa, 1998; Chauzat, 2000; Sáiz *et al.*, 2003). A lo anterior se debe agregar el costo extra que debe ser incluido en el sistema productivo. Además, en Chile y otros países donde los bosques son plantados en sectores que presentan una topografía irregular, la utilización de los equipos tradicionales de aplicación de insecticidas es restringida (Hodkinson, 1999).

En las diferentes regiones del mundo colonizadas por *C. eucalypti*, se han identificado numerosos enemigos naturales nativos. Sin embargo, existe consenso entre los autores que éstos tienen un efecto muy limitado en la reducción de la plaga (Azevedo y Figo, 1979; Zondag, 1982; Bertaux *et al.*, 1996; Olivares, 2000; Sáiz *et al.*, 2003). La solución fue el control biológico mediante el parasitoide *Psyllaephagus pilosus* Noyes (Hymenoptera: Encyrtidae), también originario del sur de Australia y Tasmania (Malausa y Girardet, 1997; Malausa, 1998; Dahlsten *et al.*, 1998a y b; Purvis *et al.*, 1998; Hodkinson, 1999; Chauzat, 2000; Paine *et al.*, 2000).

Dado el éxito obtenido en los programas de control biológico en Europa y Estados Unidos, tan pronto se conoció la presencia de la plaga en Chile, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) realizó la internación de *P. pilosus* desde Francia y el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Controladora de Plagas Forestales (CPF) desde Perú. Los parasitoides internados por el INIA fueron libera-

dos a partir del mes de julio de 2001 en diversas localidades de la V Región y posteriormente en las Regiones VI, VIII, IX y X. En el lapso de pocos meses, en todos los sitios de liberación fueron observadas ninfas parasitadas, corroborando su establecimiento. Un estudio realizado en 2001 en la localidad de Lagunillas (33°26' lat. Sur, 71°29' long. Oeste), confirmó una notable capacidad de reproducción y de dispersión de varios kilómetros en dos a tres meses desde su liberación (Sáiz y Mac Lean, 2004). Una vez corroborado su establecimiento inicial, se debía comprobar la persistencia definitiva de *P. pilosus* en el nuevo ambiente y evaluar su capacidad reguladora sobre *C. eucalypti* sin necesidad de nuevas liberaciones. Por lo tanto, los objetivos de la presente investigación fueron: determinar la interacción entre *C. eucalypti* y *P. pilosus*, mediante la comparación de las fluctuaciones poblacionales de sus estados de desarrollo y evaluar la capacidad de colonización de la dupla psílido-parasitoide.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el comuna de Casablanca, V Región (33°26' lat. Sur, 71°29' long. Oeste, 320 m.s.n.m.), sobre una superficie aproximada a 60 ha de eucaliptos de diferentes edades. La investigación se llevó a cabo en dos plantaciones nuevas de *E. globulus*. La primera constituida por plantas de 14 meses desde su trasplante desde el vivero (sector 1) y la segunda conformada por plantas de 2 meses después de trasplantadas (sector 2). En cada sector se delimitaron parcelas constituidas por 311 plantas distribuidas uniformemente en 11 hileras que ocupaban una superficie aproximada de 2.400 m², ambas dispuestas en laderas de exposición sur.

Todas las plantas se produjeron en vivero y se mantuvieron en el campo en condiciones de homogeneidad en cuanto al origen de la semilla, edad, tamaño, manejo y estado sanitario. Previo a su trasplante, el terreno se sometió a laboreo en curvas de nivel y a una aplicación aérea de herbicida. Una vez realizada la plantación, en el sector no se aplicaron insecticidas, herbicidas o fertilizantes. Solamente en la parcela del sector 1 se realizaron liberaciones del parasitoide *P. pilosus* durante los meses de agosto y octubre del 2001, es decir, un año antes de comenzar el presente estudio.

Previo al inicio de la investigación, todos los árboles de las parcelas se identificaron mediante un

número impreso en aluminio. Antes de cada muestreo, mediante la función que genera números aleatorios del programa Excel, se seleccionaron las 40 plantas que serían evaluadas en cada parcela.

La investigación consideró muestreos con frecuencia quincenal y se desarrolló desde agosto de 2002 a septiembre de 2003 en el sector 1, y desde enero de 2003 a septiembre de 2003 en el sector 2. En cada oportunidad el muestreo se inició a las 10:00 h, comenzando siempre por el sector 1. Para determinar la fluctuación de las poblaciones de *C. eucalypti* y de *P. pilosus*, en cada muestreo se seleccionaron al azar 40 plantas, de las cuales se extrajo un brote de la mitad superior de cada una de ellas (un brote = una repetición), definiéndose por lo tanto el brote como unidad muestral que incluía cuatro nudos laterales más el ápice terminal, de acuerdo a la metodología empleada por diversos autores (Malauza, 1998; Chauzat, 2000; Sáiz *et al.*, 2003). Durante la época de crecimiento de la planta, cuando el ápice terminal comenzó a generar brotes secundarios, estos fueron incluidos considerando la muestra como un complejo terminal. La elección de la parte superior de la planta para obtener los brotes se realizó en función de los resultados de Chauzat (2000), que mostraron allí poblaciones más altas de psíidos comparadas a aquellas de los brotes provenientes de la parte inferior.

Paralelamente al muestreo del psílido y del parasitoide, se registró el estado de desarrollo de cada planta en función de la presencia de brotes con hojas primordiales o con filodios. Los brotes muestreados se clasificaron identificando su estado fisiológico en dos categorías: fase de latencia o fase de crecimiento. A su vez, esta última se diferenció en: brotes con hojas primordiales de forma aovada y color verde grisáceo, y brotes con filodios de forma falcada con el ápice caudado y color verde oscuro matizado con tonos rojizos.

Cada brote se colocó directa e individualmente en un frasco de vidrio de 1000 cm³, tapado inmediatamente para evitar el escape de psíidos y parasitoides adultos. Estas muestras se transportaron al laboratorio para su procesamiento y recuento; a cada frasco se le agregaron 50 cm³ de etanol al 25% y todo su contenido se agitó para proceder luego a filtrar la fracción líquida sobre tamices de 30 y 50 mallas por cm², dispuestos en serie para retener todos los insectos presentes, incluidos los huevos.

Los ejemplares retenidos en los tamices, así como los que permanecieron adheridos a las hojas, tallos y brotes terminales se identificaron y contaron, utilizando un microscopio estereoscópico (Stemi SR, Zeiss, Alemania).

Dado el grado de dificultad para identificar rápidamente cada uno de los estadios ninfales de *C. eucalypti*, éstos fueron agrupados en las siguientes categorías: 1) ninfas pequeñas (estadios ninfales I y II) que se identificaron por su coloración amarilla, ausencia de pterotecas y tamaño menor a 1 mm; 2) ninfas medianas (estadio ninfal III) de color marrón claro y tamaño entre 1 a 1,5 mm; y 3) ninfas grandes (estadios IV y V) de color marrón oscuro, con pterotecas desarrolladas, forma aplanada dorsoventralmente y tamaño superior a 1,5 mm, caracterización similar a la utilizada por Sáiz *et al.* (2003).

Otras categorías consideradas fueron: psílicos adultos, parasitoides adultos y ninfas del psílido parasitadas por *P. pilosus*, también llamadas “momias”. Estas últimas corresponden al estadio ninfal más desarrollado y se diferencian de las ninfas no parasitadas por su forma ovoidal, coloración café a dorada y su nula movilidad.

Los datos de temperatura y precipitaciones referidas al área de estudio, se obtuvieron de la base de datos del Centro Regional de Informaciones Agrometeorológicas (CRIA) de la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura V Región. Los registros provienen de la estación meteorológica de la Viña Casas del Bosque, ubicada en el sector de Santa Rosa, en la zona poniente del Valle de Casablanca

(V Región), a 12 km en línea recta del sitio de estudio, distancia medida utilizando receptor GPS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interacción entre *C. eucalypti* y *P. pilosus*

La evaluación de las densidades de *C. eucalypti* y *P. pilosus* incluyó el análisis de 1040 brotes extraídos del sector 1 entre agosto del 2002 y agosto del 2003. El total de psílicos individualizados ascendió a 149.812 individuos, cantidad conformada mayoritariamente por huevos, luego por ninfas y una fracción pequeña de adultos. En las mismas muestras, el total de parasitoides alcanzó a 9.620 individuos, de los cuales el 84,4% correspondió a estados inmaduros (bajo la forma de momias).

Al comparar los resultados referidos a *C. eucalypti* con lo observado por Sáiz *et al.* (2003) en la temporada 2000-2001, quienes utilizaron la misma técnica de muestreo en Peñuelas (localidad cercana al sitio de estudio), se constatan niveles muy inferiores en la densidad poblacional total del psílido en plantas de edad similar. En Peñuelas se contabilizaron un promedio de 3.719 versus 144,05 individuos brote⁻¹ año⁻¹ en este estudio para la temporada 2002-2003. Considerando que el estudio de Peñuelas se realizó inmediatamente antes de la liberación del parasitoide, se puede atribuir que mayoritariamente las diferencias se deben al efecto de control producido por *P. pilosus*. La comparación de la distribución porcentual de los estados de desarrollo del psílido entre ambos estudios confirma lo anterior (Cuadro 1). La reducción porcentual de adultos y ninfas grandes fue un indicador evidente de la

Cuadro 1. Distribución de los estados de desarrollo de *Ctenarytaina eucalypti* sobre la población total anual en estudios realizados en temporadas 2000-2001 (previo al establecimiento de *Psyllaephagus pilosus*) y 2002-2003 en sectores cercanos a Casablanca (V Región).
Table 1. Distribution of developmental stages of *Ctenarytaina eucalypti* on the annual total population in studies realized in the 2000-2001 season (previous to the establishment of *Psyllaephagus pilosus*), and 2002-2003 in places near to Casablanca (V Region).

Estados de desarrollo <i>C. eucalypti</i>	Porcentaje relativo	
	Peñuelas 2000-2001 (Sáiz <i>et al.</i> , 2003)	Lagunillas 2002-2003
Adultos	10	2
Ninfas grandes	8,5	3,5
Ninfas medianas	7,5	10,6
Ninfas pequeñas	20,3	17,5
Huevos	53,8	66,4

acción controladora del parasitoide, ya que éste atacó los últimos estadios ninfales. Aunque el incremento de la proporción de huevos en Lagunillas fue relativamente importante, ocurre como consecuencia de la reducción porcentual de los estados de desarrollo afectados directa o indirectamente por el parasitoide y se da en densidades generales muy inferiores a las detectadas por Sáiz *et al.* (2003).

Confirmado el efecto controlador de *P. pilosus*, se analizó la evolución de la relación entre las densidades del hospedero y del parasitoide, para lo que se utilizó la información obtenida en la plantación de 14 meses de edad (sector 1). *C. eucalypti* muestra un modelo general que corresponde a climas mediterráneos áridos con alta expresión poblacional primavera y un mínimo repunte otoñal (Figura 1). De su análisis en función de los estados y estadios de desarrollo se comprueba la presencia de todos ellos durante el año, siendo predominante la participación de huevos (Figuras 2, 3 y 4). Lo expuesto es concordante con lo indicado por Sáiz *et al.* (2003), en cuanto la especie se presenta en la zona como polivoltina, con máxima expresión en primavera.

Simultáneamente al análisis de la densidad del psílido, se evaluó la evolución temporal de la densidad del parasitoide *P. pilosus*, tanto a nivel de adultos como de estados inmaduros, estos últimos cuantificados a través de las ninfas de *C. eucalypti* afectadas por el parasitoide (momias). De este modo se observó que, paralelamente a la fase de incremento

de las ninfas grandes del psílido, se produce el aumento de la acción controladora de *P. pilosus*, la que supera el 80% de parasitoidismo, el que se mantiene en tasas altas durante un tiempo. Ello produce una brusca disminución de la población de ninfas, la que permanece muy baja en verano, otoño e invierno, junto a una presencia constante del parasitoide (Figura 5). Además del efecto del parasitoide sobre las ninfas grandes, es muy probable que los adultos de *P. pilosus* produzcan un factor extra de mortalidad en las ninfas pequeñas y medianas del psílido al pincharlas y alimentarse de la hemolinfa que fluye de la herida. Si bien este factor no fue evaluado en este estudio, es una situación que ocurre en muchas otras especies de parasitoides, y en particular ha sido mencionada para *P. pilosus* por Dahlsten *et al.* (1998a) y, definitivamente ocurre en la interacción entre *Psyllaephagus bliteus* Riek y el psílido *Glycaspis brimblecombei* Moore (Leopoldo Caltagirone. 2004. Investigador emérito, Universidad de California, comunicación personal).

La sobrevivencia del psílido también está relacionada con la presencia de brotes con hojas primordiales. En consecuencia, sus variaciones poblacionales dependen básicamente de dos grandes factores: a) efecto de los enemigos naturales, especialmente *P. pilosus*, y b) presencia de sustrato nutricional adecuado. Van Driesche (1983) señala que, aunque el porcentaje de parasitoidismo ha sido un parámetro utilizado comúnmente para determinar

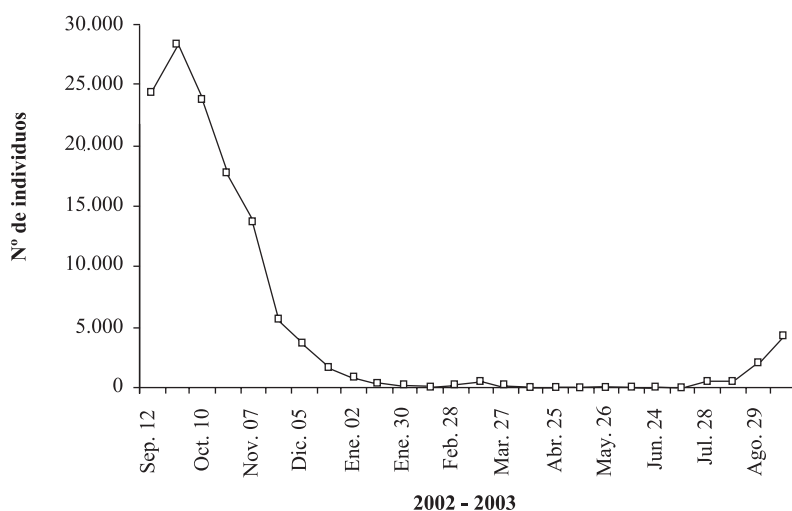


Figura 1. Fluctuación poblacional total de *Ctenarytaina eucalypti* en el sector 1, Lagunillas (V Región).
Figure 1. Total population fluctuation of *Ctenarytaina eucalypti* in sector 1, Lagunillas (V Region).

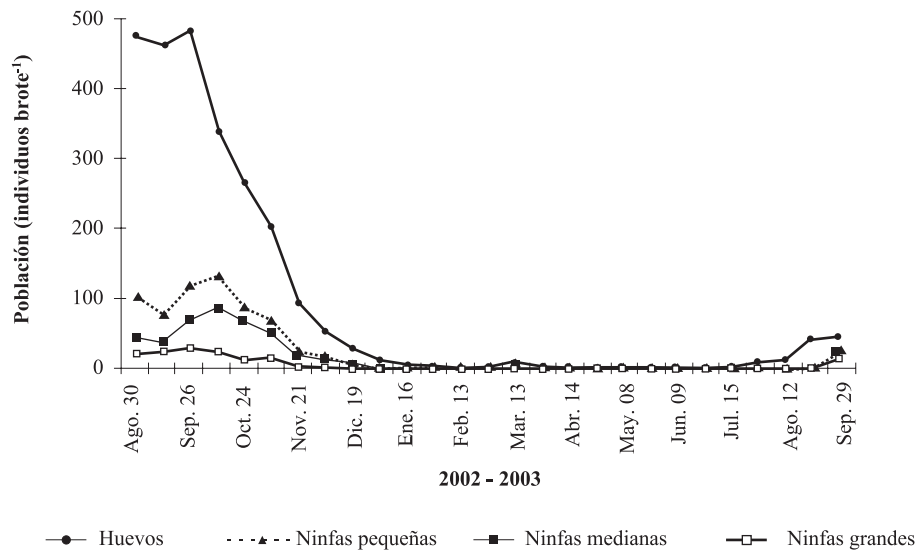


Figura 2. Fluctuación poblacional de huevos y ninfas de *Ctenarytaina eucalypti* en el sector 1, Lagunillas (V Región).
Figure 2. Population fluctuation of eggs and nymphs of *Ctenarytaina eucalypti* in sector 1, Lagunillas (V Region).

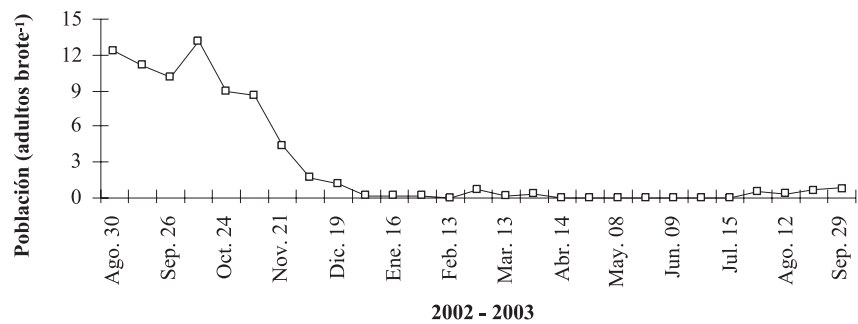


Figura 3. Fluctuación poblacional de adultos de *Ctenarytaina eucalypti* en el sector 1, Lagunillas (V Región).
Figure 3. Population fluctuation of adults of *Ctenarytaina eucalypti* in sector 1, Lagunillas (V Region).

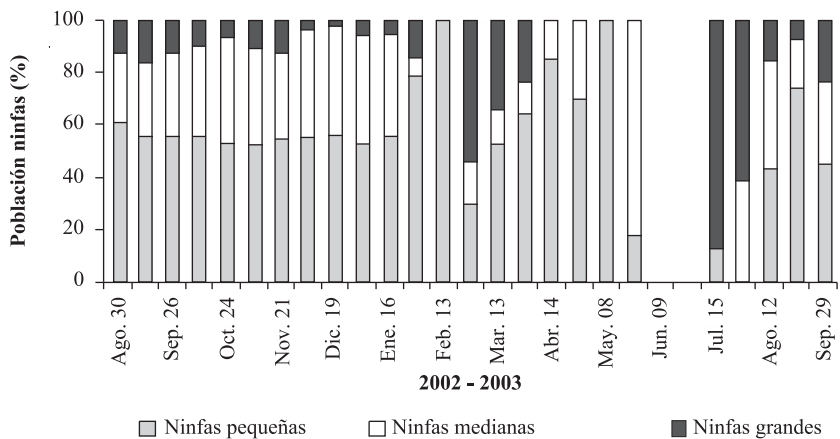


Figura 4. Fluctuación poblacional (%) de las ninfas de *Ctenarytaina eucalypti* en el sector 1, Lagunillas (V Región).
Figure 4. Population fluctuation (%) of nymphs of *Ctenarytaina eucalypti* in sector 1, Lagunillas (V Region).

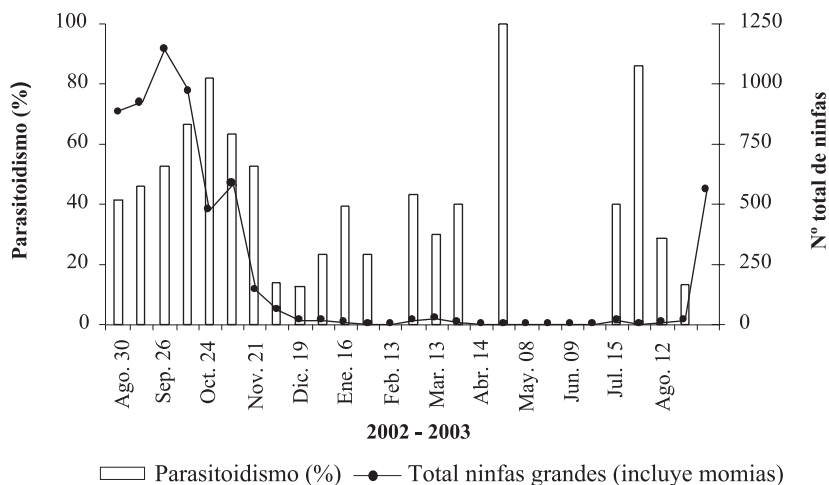


Figura 5. Parasitoidismo (%) y fluctuación de ninfas grandes de *Ctenarytaina eucalypti* en sector 1, Lagunillas (V Región).

Figure 5. Parasitoidism (%) and fluctuation of developed nymphs of *Ctenarytaina eucalypti* in sector 1, Lagunillas (V Region).

la importancia de un parasitoide en la dinámica poblacional de su hospedero, existen muchas situaciones en que este indicador puede ser afectado por procesos fenológicos. En efecto, cuando los brotes en fase de crecimiento activo evolucionan a brotes en fase de latencia disminuye la oferta trófica, ya que estos no son aptos para la alimentación o reproducción del psílido (Figura 6). Aquellas plantas que conservan o producen algunos brotes primordiales en crecimiento en otoño e invierno, permiten la sobrevivencia de poblaciones reducidas del psílido y su parasitoide, las que se incrementan luego de una nueva generación parcial de brotes primordiales en las plantas que a la fecha contaban con más de dos años de trasplantadas. Mayoritariamente, los brotes en latencia se activaron originando filodios que conformaron el follaje definitivo de la planta.

Al comparar las Figuras 5 y 6 queda en evidencia el rol fundamental del parasitoide en la disminución poblacional del psílido durante el período primavera a verano, ya que con posterioridad al momento en que llega a su mínima expresión, aún persisten por dos meses altas concentraciones de brotes aptos para su alimentación.

Acoplamiento de la dupla hospedero-parasitoide

Con el fin de evaluar el grado de acoplamiento entre las poblaciones de *C. eucalypti* y de su parasitoide *P. pilosus*, a partir de enero de 2003 se comenzó a estudiar una plantación de eucaliptos trasplantados

en junio del 2002 (sector 2), en la cual no se realizaron liberaciones del parasitoide. Allí se observó una presencia creciente de *C. eucalypti* desde enero hasta alcanzar su máximo en septiembre con receso invernal (Figura 7), proceso acorde con su capacidad de dispersión y su alta tasa reproductiva.

Simultáneamente al desarrollo del psílido, se detectó la presencia de *P. pilosus* con un nivel de parasitoidismo cercano al 40%, el que se incrementa hasta el 70% en las primeras fases de colonización por *C. eucalypti*, para luego mantenerse fluctuante durante todo el estudio (Figura 8). Ello implica una acción controladora permanente del parasitoide, es decir, éste sigue en forma natural la expansión del psílido. Es esperable que en la medida que pase el tiempo, esta acción se intensificará hasta alcanzar niveles similares a los encontrados en el sector 1, ya que se repetirían, en condiciones similares, los ciclos de la planta, hospedero y parasitoide.

Las diferencias entre los modelos fenológicos, tanto de hospedero como de parasitoide, se relacionan con el estado fenológico de las plantas. En el sector 2, las plantas nuevas se mantuvieron durante todo el muestreo con un 100% de brotes en crecimiento con hojas primordiales que se encontraban infestadas por el psílido, lo que no ocurrió en las plantas del sector 1, las que crecieron principalmente en altura, básicamente con brotes que originaron filodios en la parte apical, manteniendo brotes primordiales en

receso desde el tercio medio a la base de la planta. Posteriormente, durante la primavera de 2003, sólo algunos brotes se reactivaron produciendo hojas primordiales, lo que originó un nuevo incremento de psílidos de menor magnitud, con una predominancia de brotes que generaron filodios, que rara vez hospedan a los psílidos. Por lo tanto, es claro que la diferencia de un año de edad en las plantas consideradas en el estudio, origina que el estado

fenológico sea diferente. En consecuencia, dado que desde que comenzaron a ser colonizadas por el psílido en enero de 2002, hasta al menos septiembre de 2003, todas las plantas del sector 2 tenían solamente brotes en crecimiento, esta condición actuó como un atractivo para la acción colonizadora del psílido, y por ende, también del parasitoide *P. pilosus* que sigue a su hospedero.

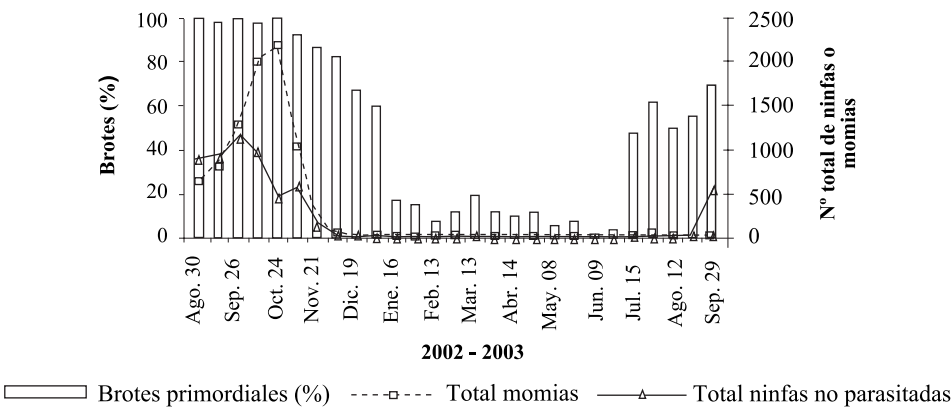


Figura 6. Brotes primordiales en desarrollo (porcentaje en columnas) y número total de momias (línea discontinua) y número total ninfas no parasitadas de *Ctenarytaina eucalypti* (línea negra) en sector 1, Lagunillas (V Región).
Figure 6. Juvenile shoots in development (percentage in columns) and total numbers of mummies (spotted line) and total of unparasitized nymphs of *Ctenarytaina eucalypti* (black line) in sector 1, Lagunillas(V Region).

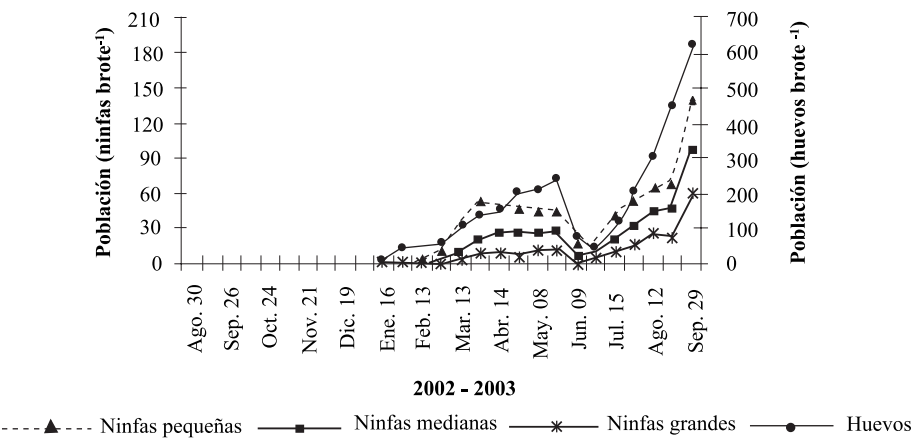


Figura 7. Fluctuación poblacional total de *Ctenarytaina eucalypti* en el sector 2, Lagunillas (V Región).
Figure 7. Total population fluctuation of *Ctenarytaina eucalypti* in sector 2, Lagunillas (V Region).

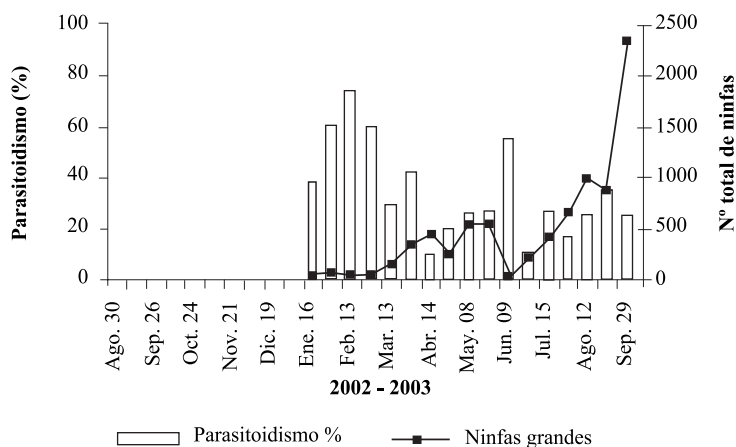


Figura 8. Parasitoidismo (columnas) y fluctuación de ninfas grandes de *Ctenarytaina eucalypti* (línea) en el sector 2, Lagunillas (V Región).

Figure 8. Parasitoidism (columns) and fluctuation of developed nymphs of *Ctenarytaina eucalypti* (line) in sector 2, Lagunillas (V Region).

Los resultados concuerdan plenamente con lo señalado por Chauzat (2000), quien indica que entre los principales factores que influyeron en el crecimiento poblacional de *C. eucalypti* en Irlanda, además del parasitoide, fue el estado fisiológico del eucalipto.

CONCLUSIONES

El nivel de parasitoidismo de *P. pilosus* sobre *C. eucalypti* supera el 80%, especialmente en períodos de máxima densidad del psílido.

La presencia permanente de *P. pilosus* le permite actuar en forma espontánea sobre los rebrotes po-

blacionales de *C. eucalypti*, hecho que queda en evidencia ante la colonización de plantaciones nuevas por parte del psílido.

La presencia de brotes nuevos en crecimiento es determinante para el desarrollo poblacional del psílido, situación que difiere ampliamente entre plantas de eucaliptos según la edad, siendo mayores en las plantas de 14 a 16 meses.

Si bien las poblaciones del psílido son dependientes de la presencia de los brotes, se comprobó que la acción permanente de *P. pilosus* ejerce una notable reducción global de las poblaciones de *C. eucalypti*.

LITERATURA CITADA

- Azevedo, F., y M.L. Figo. 1979. *Ctenarytaina eucalypti* Maskell (Homoptera, Psyllidae). Bol. Serv. Plagas 5:41-46.
- Bertaux, F., M. Phalip, M. Martínez, et J.C. Schumacher. 1996. Le Psylle de l'eucalyptus. Nouveau ravageur des eucalyptus en France. Phytoma-La Defense des Vegetaux 487:48-50.
- Brennan, E.B., S.A. Weinbaum, J.A. Rosenheim, and R. Karban. 2001. Heteroblasty in *Eucalyptus globulus* (Myricales: Myricaceae) affects ovipositional and settling preferences of *Ctenarytaina eucalypti* and *C. spatulata* (Homoptera: Psyllidae). Environ. Entomol. 30:1144-1149.
- Burckhardt, D. 1994. Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. Rev. Chilena Entomol. 21:57-67.
- Burckhardt, D., D.L. Santana, A.L. Terra, F.M. Andrade, S.R. Penteado, E.T. Iede, and C.S. Morey. 1999. Psyllid pests (Homoptera: Psylloidea) in South American eucalypt plantations. Bull. Soc. Entomol. Suisse 72:1-10.
- Cadahia, D. 1980. Proximidad de dos nuevos enemigos de los *Eucalyptus* en España. Bol. Serv. Plagas 6:165-192.
- Cadahia, D. 1986. Importance des insectes ravageurs de l'eucalyptus en région méditerranéenne. Bulletin OEPP/EPPO 16:265-283.

- Cavalcaselle, B. 1986. Les insectes nuisibles aux eucalyptus en Italie: importance des dégâts et méthodes de lutte. Bull. OEPP/EPPO 16:293-297.
- Ciesla, W.M., M. Diekmann, and C.A.J. Putter. 1996. Technical guidelines for the safe movement of germplasm N° 17. *Eucalyptus* spp. 66 p. FAO/IPGRI, Rome, Italy.
- Chauzat, M.P. 2000. Studies on the biology and control of the eucalyptus psyllid, *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell), on ornamental foliage crops. 151 p. Ph.D. diss. National University of Ireland, Dublin, Ireland.
- Dahlsten, D.L., D.L. Rowney, W.A. Copper, R.L. Tassan, W.E. Chaney, K.L. Robb, *et al.* 1998a. Parasitoid wasp controls blue gum psyllid. Calif. Agric. 52:31-34.
- Dahlsten, D.L., E.V. Hansen, R.L. Zuparko, and R.B. Norgaard. 1998b. Biological control of the blue gum psyllid proves economically beneficial. Calif. Agric. 52:35-38.
- Goycoolea, C.A., M.A. Beêche, P. González, S. Rothmann, y J.R. Ulloa. 2002. Detección y control del psílido de los eucaliptos *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera: Psyllidae). 25 p. Controladora de Plagas Forestales S.A., Centro de Transferencia Tecnológica, Los Ángeles, Chile.
- Hodkinson, I.D. 1999. Biocontrol of eucalyptus psyllid *Ctenarytaina eucalypti* by the Australian parasitoid *Psyllaephagus pilosus*: a review of current programmes and their success. Biocontrol 20(4):129-134.
- Kliejunas, J.T., B.M. Tkacz, H.H. Burdsall, H. Harold, G.A. DeNitto, A. Eglitis, *et al.* 2001. Pest risk assessment of the importation into the United States of unprocessed *Eucalyptus* logs and chips from South America. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-124. 134 p. United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, USA.
- Malausa, J.C. 1998. Des insectes au secours des eucalyptus. Biofutur 176:34-37.
- Malausa, J.C., et N. Girardet. 1997. Lutte biologique contre le psylle de l'Eucalyptus. Phytoma-La Défense des Végétaux 498:49-51.
- Meza, P.A., y A. Baldini. 2001. El psílido de los eucaliptos *Ctenarytaina eucalypti* Maskell (1890) (Hemiptera: Psyllidae). Nota Técnica N° 39. 8 p. Corporación Nacional Forestal, Gerencia Desarrollo y Fomento Forestal, Santiago, Chile.
- Olivares, T. 2000. *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell, 1890): El psílido del eucalipto en Chile (Hemiptera: Sternorrhyncha: Psylloidea: Spondyliaspiniinae). Gayana (Concepc.) 64:239-241.
- Paine, T.D., D.L. Dahlsten, J.G. Millar, M.S. Hoddle, and L.M. Hanks. 2000. UC scientists apply IPM techniques to new eucalyptus pests. Calif. Agric. 54 (6):8-13.
- Purvis, G., R. Dunne, and M.P. Chauzat. 1998. Biological control of eucalyptus psyllid. Farm and Food 8:24-25.
- Sáiz, F., A. Giambruno, y P. Jelves. 2003. Ecología de *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell, 1890) (Hemiptera, Psyllidae), plaga de *Eucalyptus globulus* Labill. en Chile central. Rev. Chil. Entomol. 29:19-28.
- Sáiz, F., y M. MacLean. 2004. Evaluación de la eficiencia y capacidad de dispersión de *Psyllaephagus pilosus* Noyes (Hym., Encyrtidae), parasitoide de *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell)(Hemiptera, Psyllidae). Rev. Chil. Entomol. 30:45-53.
- Van Driesche, R.G. 1983. Meaning of "Percent Parasitism" in studies of insect parasitoids. Environ. Entomol. 12:1611-1622.
- Zondag, R. 1982. *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera: Psyllidae). Blue-gum psyllid. Forest and timber insects in New Zealand 53. 4 p. New Zealand Forest Service, Rotorua, New Zealand.