

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**EVALUACIÓN DE LA PREFERENCIA DE *Glycaspis brimblecombei*
Moore POR DIVERSOS HOSPEDEROS DEL GÉNERO *Eucalyptus*
L'Herit. EN LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

FÉLIX OSVALDO HIDALGO REYES

Profesor Guía: Ing. Agrónomo, MS, PhD, Sr. Jaime Araya Clericus

SANTIAGO-CHILE

2005

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**EVALUACIÓN DE LA PREFERENCIA DE *Glycaspis brimblecombei*
Moore POR DIVERSOS HOSPEDEROS DEL GÉNERO *Eucalyptus*
L'Herit. EN LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

Félix Osvaldo Hidalgo Reyes

Calificaciones:	Notas	Firmas
Prof. Guía Sr. Jaime Araya C.	7.0	_____.
Prof. Consejera Srta. Amanda Huerta F.	7.0	_____.
Prof. Consejera Sra. María Teresa Serra V.	6.0	_____.

*Sin duda alguna,
A Dios y a mi Familia
por ser pilares fundamentales en mi vida*

AGRADECIMIENTOS

- A mi profesor guía el Sr. Jaime Araya, por su apoyo y preocupación en el desarrollo de este trabajo, por sus consejos, por enseñarme que participar en congresos y publicar es también parte de nuestra formación y por darme autonomía de trabajo.
- A mis profesoras consejeras Srta. Amanda Huerta y Sra. Ma Teresa Serra, por los aportes que hicieron al desarrollo de mi investigación, por la rapidez de sus correcciones y por aquellas conversaciones que orientaron mi trabajo.
- A Sergio Estay, encargado del “Departamento de plagas forestales, SAG RM”, quien fue como un profesor más y que seguramente habría estado muy contento de aparecer junto a sus colegas calificando esta memoria. Además debo agradecerle el financiamiento, tan escaso en algunos casos, para realizar esta investigación, por su confianza en mi trabajo y por los conocimientos que me entrego.
- Al departamento de Unidad de Control y Vigilancia de Plagas Forestales Cuarentenarias del SAG Región Metropolitana (si no le han cambiado el nombre otra vez), en particular a Evelyn, Edson, Ricardo y José por su colaboración en la toma de muestras y por hacer más ameno el laborioso trabajo del conteo de ninfas.
- A todos aquellos compañeros y amigos que siempre me preguntaban “¿Y, cómo va la memoria?”, ya que se convertían en un impulso para sentarme en el computador a trabajar. Especialmente a Aldo, Sergio, Ricardo, Lucho, Sandra, María Julia, Bárbara, Gustavo, Miguel, Beto y Ariel.
- Y por último, pero no menos importante a Marcela, quien me ha acompañado en todo el camino de la Universidad y espero que lo haga durante mucho tiempo más.

RESUMEN

Se evaluó la preferencia de *Glycaspis brimblecombei* entre noviembre de 2003 y febrero de 2004 en 7 especies de *Eucalyptus*, incluyendo *E. leucoxylon*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. sideroxylon*, *E. diversicolor*, *E. gunni*, y *E. cladocalyx*, en tres áreas bioclimáticas de la región metropolitana (Colina, Lampa y Santiago).

Se seleccionaron aleatoriamente 6 ramas de 30 cm de 3 árboles de cada una de las especies identificadas, usadas para determinar la densidad de ninfas por cm². Cada punto de muestreo se visitó 4 veces, con una periodicidad aproximada de 22 días. Ninfas vivas sólo fueron encontradas en *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*.

En Colina sólo se verificó la presencia de *G. brimblecombei* en *E. camaldulensis*, con un promedio de 0,177 ninfas por cm². Una prueba *t* se realizó para estudiar el comportamiento de *G. brimblecombei* en Lampa, donde no hubo un contraste significativo en la preferencia por ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* (0,328 y 0,375 ninfas por cm² para cada especie, respectivamente); además se determinó a *E. diversicolor* y *E. sideroxylon*, como especies sin interés para el psílido. En Santiago, se alcanzó un promedio de 0,632 ninfas por cm² en *E. camaldulensis* y 0,675 ninfas por cm² en *E. tereticornis*, niveles que se determinaron similares por medio de una prueba *t*.

La mayor densidad de ninfas se observó en Santiago, tanto para ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*, contrario a lo esperado, ya que es aquí donde se produce la mayor cantidad de horas-frío y la menor acumulación de días grado, condiciones que se estima limitan el desarrollo de los insectos.

SUMMARY

The preference of *Glycaspis brimblecombei* among 7 species of *Eucalyptus*, including *E. leucoxyton*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. sideroxyton*, *E. diversicolor*, *E. gunni*, and *E. cladocalyx*, was evaluated from November 2003 through February 2004, in three bioclimatic areas of the Metropolitan Region of Chile (Colina, Lampa and Santiago).

Six twigs 30 cm long were collected randomly from 3 trees of each of the species identified, to determine the average density of nymphs per cm². Each sampling place was visited 4 times, approximately every 22 days. Living nymphs were found only on *E. camaldulensis* and *E. tereticornis*.

The presence of *G. brimblecombei* was verified only on *E. camaldulensis* in Colina, with an average of 0.177 nymphs per cm². A "t" test was conducted to study the behavior of *G. brimblecombei* in Lampa, where there was no significant difference in preference for plants of *E. camaldulensis* and *E. tereticornis* (0.328 and 0.375 nymphs per cm² for each species, respectively); *E. diversicolor* and *E. sideroxyton* were determined without interest for the psilid. In Santiago, means of 0.632 and 0,675 nymphs per cm², which were found statistically similar in a "t" test, were obtained on *E. camaldulensis* and *E. tereticornis*, respectively.

The greatest density of nymphs was observed in Santiago, both on plants of *E. camaldulensis* and *E. tereticornis*, contrarily to expectations, as here it does occur the largest amount of cold hours, and the least accumulation of degree days, conditions which supposedly limit development of insects.

INDICE

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN	1
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Antecedentes Generales	3
1.2 Ciclo de vida	3
1.2.1 Huevos	3
1.2.2 Ninfas	4
1.2.3 Adultos	5
1.3 Hospederos	7
1.4 Distribución	7
1.5 Características del daño	8
1.6 Control	9
1.6.1 Control químico	9
1.6.2 Control cultural	10
1.6.3 Control biológico	11
2 MATERIAL Y MÉTODO	12
2.1 Material	12
2.2 Método	14
2.2.1 Identificación y caracterización de hospederos	14
2.2.2 Densidad de ninfas de <i>G. brimblecombe</i>	14
2.2.3 Correlación entre la población y zona bioclimática	15
3 RESULTADOS	16
3.1 Identificación y caracterización de hospederos	16
3.2 Densidad de ninfas de <i>G. brimblecombei</i>	17
3.2.1 Punto de muestreo Colina	17
3.2.2 Punto de muestreo Lampa	19
3.2.3 Punto de muestreo Santiago	21
3.3 Correlación entre la población y zona bioclimática	23
3.3.1 Pruebas para las zonas bioclimáticas	23
3.3.2 Pruebas para las especies hospederas	24
4 DISCUSIÓN	26
5 CONCLUSIONES	29
6 BIBLIOGRAFÍA	30
APÉNDICES	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Huevos de <i>G. brimblecombei</i> sobre hoja de <i>Eucalyptus sp.</i> _____	4
Figura 2. Vista superior e inferior de ninfa de <i>G. brimblecombei.</i> _____	4
Figura 3. Referencia de tamaño de ninfas de <i>G. brimblecombei.</i> _____	5
Figura 4. Adulto de <i>G. brimblecombei.</i> _____	6
Figura 5. Follaje de <i>Eucalyptus sp.</i> infestado por <i>G. brimblecombei.</i> _____	9
Figura 6. Lerp y momia de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> parasitadas por <i>P. bliteus.</i> ____	11
Figura 7. Ubicación de parcelas de muestreo. _____	12
Figura 8. Variación temporal del promedio de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> en ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> en Colina. _____	18
Figura 9. Promedio del área foliar de muestras obtenidas de ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> en Colina. _____	18
Figura 10. Densidad promedio de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> por cm ² foliar de muestras obtenidas de ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> en Colina. _____	19
Figura 11. Variación temporal del promedio de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> en ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. tereticornis</i> en Lampa. _____	20
Figura 12. Promedios de área foliar de muestras de ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. tereticornis</i> en Lampa. _____	20
Figura 13. Variación de la densidad promedio de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> por cm ² de muestras de ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. tereticornis</i> en Lampa. _____	21
Figura 14. Variación temporal del promedio de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> en muestras obtenidas de ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. tereticornis</i> en Santiago. _____	22
Figura 15. Promedios del área foliar de muestras obtenidas de ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. tereticornis</i> en Santiago. _____	22
Figura 16. Densidad promedio de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> por cm ² foliar en muestras obtenidas de ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. tereticornis</i> en Santiago. _____	23
Figura 17. Curvas de tendencia de la densidad de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> sobre ejemplares de <i>E. tereticornis</i> en los puntos de muestreo Lampa y Santiago. _____	24
Figura 18. Curvas de tendencia de la densidad de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> sobre ejemplares de <i>E. camaldulensis</i> en los puntos de muestreo Colina, Lampa y Santiago. _____	25

INTRODUCCIÓN

El número de plagas forestales exóticas de reciente introducción en Chile ha aumentado en los últimos años, debido entre otras causas al aumento del intercambio comercial con otros países. Así, en los últimos años se ha registrado el ingreso de plagas de importancia económica como *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, *Tremex fuscicornis* F., *Phoracantha recurva* Newman, además de otros organismos.

Además de las plagas mencionadas, existe un nuevo foco de preocupación, la detección en el 2002 por el Servicio Agrícola y Ganadero de árboles de *Eucalyptus* infestados por *Glycaspis brimblecombei* Moore, conocido comúnmente como el “psílido de los eucaliptos rojos”. Este insecto succionador de savia puede causar la muerte de plantas luego de infestaciones sucesivas.

Si bien en Chile no existen grandes superficies forestadas con los denominados eucaliptos rojos (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *E. tereticornis* Smith, *E. blakelyi* Maiden y otros), existen algunas plantaciones en la zona centro y norte donde el recurso maderero es escaso, y por ende con un alto valor para los usuarios. Asimismo, estas especies son usualmente utilizadas para fines ornamentales y de restauración en las zonas urbanas y peri urbanas, por lo que esta plaga podría causar un fuerte impacto económico, social y ambiental.

En general, *G. brimblecombei* ha sido poco estudiado, debido a su aparición reciente en focos de preocupación fuera de su distribución natural, como en EE.UU., México y Brasil. En estos países se ha convertido rápidamente en una plaga de difícil erradicación y control, principalmente por la falta de depredadores naturales y el bajo efecto del control químico.

Los estudios de selección de especies hospederas directamente en el campo permiten, entre otras posibilidades, determinar la importancia ecológica del comportamiento de plagas aparentemente insignificantes (Enbrode y Bernays, 1997). Por ello, este estudio se enmarca en la necesidad de conocer la conducta de *G. brimblecombei* como nueva plaga, con el fin de evaluar su preferencia por especies distintas del género *Eucalyptus* en la Región Metropolitana. Para ello se contempla el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las especies hospederas de *G. brimblecombei* en el área de estudio.
- Cuantificar la población de ninfas de *G. brimblecombei* para cada una de las especies hospederas.
- Relacionar el nivel de población de ninfas de *G. brimblecombei* con la especie hospedera y con la zona bioclimática en la que se desarrolla.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 *Antecedentes Generales*

Glycaspis brimblecombei Moore pertenece al Orden Homoptera y Familia Psyllidae. La primera identificación la efectuó Moore en 1964, en Brisbane, Australia; cuatro años más tarde, su presencia se verificó en Queensland y New South Wales (Artigas, 1994, Garrison, 2001).

La familia Psyllidae está compuesta por insectos pequeños que poseen una gran capacidad de saltar, gracias a patas posteriores más desarrolladas en musculatura, pero incapaces de lograr un vuelo prolongado a pesar que ambos sexos tienen estructuras alares completas. En general miden 2 a 10 mm de longitud y su apariencia se asimila a una chicharra en miniatura (Artigas, 1994).

El género *Glycaspis* está compuesto por 127 especies, agrupadas en 3 subgéneros. La mayoría de las especies está asociadas al género *Eucalyptus* y sólo 12 se asocian con *Melaleuca* spp. (Moore, 1970).

1.2 *Ciclo de vida*

Al igual que otros psílidos, *G. brimblecombei* se desarrolla en una metamorfosis gradual, con huevos, ninfas y adultos. Todos los estados de vida pueden encontrarse tanto en follaje nuevo como maduro. En Australia, su lugar de origen, puede tener 2 a 4 generaciones al año, con una densidad mayor en los meses más cálidos durante algunas semanas; cuando las temperaturas bajas se prolongan, la duración del ciclo puede llegar a varios meses. En áreas costeras templadas se pueden encontrar todos los estados de desarrollo a lo largo del año (Garrison, 2001).

1.2.1 *Huevos*

Según Dahlsten (2003) y Olivares *et al* (2003), *G. brimblecombei* es una especie multivoltina. En general pone los huevos en hileras, agrupados o bien aislados, tanto en el haz como en el envés de las hojas, en número de 5 a 15 por hilera y 50 a 100 por hoja (Dahlsten, 2002). Recién puestos, los huevos son blancos y luego se tornan amarillos; están provistos de un pedicelo basal con el que se fijan a la superficie foliar, que además

le permite absorber agua de su hospedero. En su interior se translucen los futuros ojos rojos de la ninfa de primer estadio (Artigas, 1994) (Figura 1).



Figura 1. Huevos de *G. brimblecombei* sobre hoja de *Eucalyptus sp.*

Fuente: Félix Hidalgo.

1.2.2 Ninfas

Las ninfas, similares a áfidos ápteros, pueden ser de color amarillo anaranjado o marrón, con algunas manchas más oscuras; el tórax es anaranjado y los rudimentos alares gris oscuro (Figura 2). Su tamaño varía entre 1,5 a 2 mm (Íñiguez, 2002; Dahlsten *et al*, 2003; Olivares *et al*, 2003). El desarrollo de la ninfa tiene 5 estadios, de los cuales el primero presenta mayor movilidad (Olivares *et al*, 2003) (Figura 3).



Figura 2. Vista superior e inferior de ninfa de *G. brimblecombei*.

Fuente: Félix Hidalgo

La característica más relevante de la ninfa de este psílido es la formación de una particular cubierta azucarada cónica para protección. Los aborígenes australianos la

denominaron “*lerp*”, que significa casa. Si este *lerp* es retirado de forma mecánica o por el lavado de la hoja, la ninfa vuelve a construir uno nuevo para protegerse de la exposición al ambiente (Garrison, 2001; Dahlsten *et al*, 2003).

Las ninfas construyen el *lerp* excretando una secreción azucarada gelatinosa desde su extremo posterior. El *lerp* alcanza un tamaño de unos 3 mm de ancho por 2 a 3 mm de alto. Estas cubiertas escamosas están compuestas de capas hemisféricas ensambladas, de color blanco, y asemejan a una escama con algunos pocos hilos de azúcar (Íñiguez, 2002).



Figura 3. Referencia de tamaño de ninfas de *G. brimblecombei*.

Fuente: Félix Hidalgo.

1.2.3 Adultos

G. brimblecombei presenta dimorfismo sexual, que consiste en un ligero aumento en el tamaño de las hembras, las que según Iñiguez (2002) alcanzan entre 2,5 y 3,1 mm de longitud. En forma amplia, la literatura menciona que un adulto de *G. brimblecombei* mide entre 3 a 6 mm (1/4 de pulgada) de longitud (Garrison, 2001; Dahlsten *et al*, 2003). En general, los adultos son de color verde claro, aunque se cita una gran variedad de colores, entre los cuales se encuentran tonos rojos y amarillos (Figura 4).

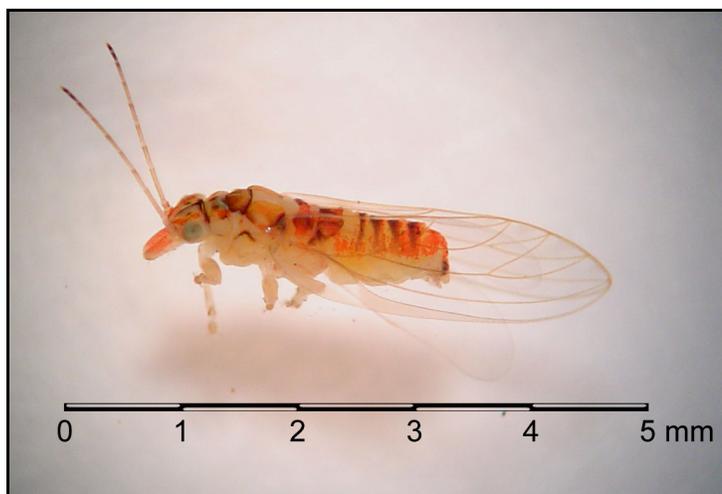


Figura 4. Macho adulto de *G. brimblecombei*.

Fuente: Félix Hidalgo.

Los adultos machos y hembras de *Glycaspis* son similares en su morfología externa, pero pueden ser distinguidos fácilmente al observar la forma y colorido del abdomen, y la conformación de los órganos genitales propios de cada sexo. El abdomen del macho es alargado y oscuro, con manchas negras sobre el dorso y el extremo apical de forma triangular, redondeado distalmente en vista dorsal, que termina en los paraprositos (“Claspers”) característicos de los machos, evidentes sólo cuando se observa el abdomen en vista lateral. En cambio, el abdomen de la hembra es de color verde claro, más abultado y de forma semi rectangular, que se angosta gradualmente en dirección del ápice; las membranas pleurales son amplias, parcialmente visibles en vista dorsal producto de los huevos contenidos en su interior. En general, las hembras son más grandes que los machos, y en el extremo del abdomen se observa la placa subgenital muy proyectada, valvas y demás estructuras típicas del aparato reproductor femenino.¹

La característica que marca la diferencia con otros psílidos es la presencia en la frente, justo bajo los ojos, de conos genales largos. Además, es característica la forma en que se ubican sus alas, que se sostienen como una cubierta sobre el abdomen (Garrison, 2001; Íñiguez, 2002).

¹ José Mondaca. Unidad de Control y Vigilancia de Plagas Forestales Cuarentenarias del SAG Región Metropolitana, comunicación personal, 2004.

1.3 Hospederos

G. brimblecombei se asocia de forma exclusiva a árboles del género *Eucalyptus*, y en su medio natural abarca a una amplia gama de especies. En Australia, Moore (1970) detectó la presencia de este psílido en *E. camaldulensis* Dehn, *E. blakelyi* Maiden, *E. nitens* Maiden, *E. tereticornis* Smith, *E. dealbata* Cunn. Ex Schauer, *E. bridgesiana* Baker, entre otras.

En una recopilación bibliográfica, Brennan *et al* (1999) presentaron la siguiente lista de especies de *Eucalyptus* como hospederos de *G. brimblecombei*: *E. blakelyi*, *E. brassiana* Blake, *E. bridgesiana*, *E. camaldulensis*, *E. camphora* Baker, *E. dealbata*, *E. mannifera* Baker, *E. nitens* y *E. tereticornis*. En California, los mismos autores detectaron la presencia del psílido de los eucaliptos rojos en *E. diversicolor* F. Muell, *E. globulus* Labill, y *E. sideroxylon* Cunn.

Las especies hospederas mencionadas presentan diferencias tanto fenotípicas como genotípicas, lo que demuestra el claro comportamiento polífago de *G. brimblecombei* en eucaliptos (Olivares *et al*, 2003).

1.4 Distribución

G. brimblecombei es nativo de Australia, y es común en densidades bajas en los eucaliptos que crecen en el área este del país (Hoddle *et al*, 2003). Actualmente se ha propagado a América, donde su primera detección, por el Departamento de Agricultura del Condado de Los Ángeles, California, ocurrió en junio de 1998 (Paine *et al*, 2000; Garrison, 2001; García *et al*, 2002; Hoddle *et al*, 2003).

En junio de 1999 se detectaron las primeras infestaciones de *G. brimblecombei* en México, en las ciudades de Tijuana y Baja California, y en el 2000 se verificó su presencia en Guadalajara, donde se dispersó con rapidez en el área urbana. Por la ubicación geográfica de estas ciudades, lo más probable es que el ingreso de la plaga se haya efectuado desde los EE.UU. (Íñiguez, 2002).

Ya en el 2001 se presentaron árboles infestados por *G. brimblecombei* en el área de Orlando, Condado de Florida (Halbert *et al*, 2001). Además, en un reporte del Departamento de Agricultura de Hawai se anuncia allí la primera detección en marzo del mismo año (Nagamine y Heu, 2001).

La primera detección en Sudamérica ocurrió en Chile, por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), en áreas verdes cercanas al aeropuerto internacional de Santiago, sobre *E. camaldulensis* en abril del 2002 (SAG, 2002; Olivares *et al*, 2003). Prospecciones efectuadas por esta institución indican que *G. brimblecombei* se ha establecido principalmente en la zona norte de Santiago y sur oriente de la V Región (CIF, 2002; SAG, 2002).

En Brasil fue detectado en Sao Paulo en junio de 2003, infestando híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* (*E. urograndis*) y debido a la rapidez de dispersión y a la adaptación al clima de ese país, rápidamente se presentó en los estados de Minas Gerais, Goiás y Mato Grosso (De Queiroz *et al*, 2004).

1.5 Características del daño

El daño principal causado por el psílido de los eucaliptos rojos, es el debilitamiento del árbol, debido en gran parte a la succión de savia, tanto en hojas como brotes (CIF, 2002). La infestación se aprecia fácilmente por la presencia de *lerps* (Figura 5).

La presencia de insectos succionadores, generalmente va acompañada por la aparición de hormigas que se alimentan de la mielecilla que estos insectos excretan. Además de esta sustancia, el árbol exuda un compuesto azucarado que se convierte en un sustrato ideal para el desarrollo de hongos del tipo *Fumagina*, los que no dañan al árbol en forma directa, pero impiden el desarrollo normal del proceso de fotosíntesis en las hojas, ya que obstruyen la llegada de luz a la superficie foliar (Parra y González, 1998; Olivares *et al*, 2003).

Las consecuencias de la infestación se traducen en pérdidas de follaje, reducción del crecimiento, muerte de ramas y aumento de susceptibilidad a otros insectos y enfermedades que pueden causar la muerte del árbol. Después de defoliaciones sucesivas completas del árbol, la colaboración de organismos oportunistas hace posible que se produzca la muerte del hospedero (Íñiguez, 2002).

Según estimaciones en California, *G. brimblecombei* puede causar la muerte del 15% de los árboles infestados en el primer año y 30-40% el segundo año (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002).



Figura 5. Follaje de *Eucalyptus* sp. infestado por *G. brimblecombei*.

Fuente: Félix Hidalgo

1.6 Control

1.6.1 Control químico

Existe un número limitado de insecticidas registrados para uso en *Eucalyptus* y su eficacia sobre *G. brimblecombei* es desconocida hasta ahora (Hoddle *et al*, 2003); los insecticidas de contacto aplicados sobre las hojas pueden resultar inefectivos a causa de la protección que otorgan los *lerps* y al tamaño de los árboles. Los insecticidas foliares en aerosol no se recomiendan debido a la dificultad de aplicarlos en árboles de zonas urbanas y a las características propias del insecto (Dahlsten *et al*, 2003; Hoddle *et al*, 2003).

Para el control químico, Dahlsten *et al* (2003) recomiendan el uso de insecticidas sistémicos como imidacloprid, aplicado de preferencia en el suelo bajo los árboles, debido a que su uso en troncos o raíces puede causar daño, o bien no es posible alcanzar la profundidad apropiada para su funcionamiento. Se debe aplicar sólo una vez al año, antes de las primeras lluvias, para facilitar la absorción por las raíces.

En una prueba de la eficacia de dos insecticidas en *E. camaldulensis* infestados por *G. brimblecombei*, Young (2002) aplicó imidacloprid, metil-oxidemeton y una mezcla de ambos sobre árboles de unos 20 años bajo defoliación severa. Luego de 15 meses, la

mayor disminución de insectos se logró con imidacloprid y su mezcla con metil-oxidemeton. Sin embargo, la varianza de la población de ninfas fue muy alta y no permitió detectar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

1.6.2 Control cultural

Un manejo adecuado de los árboles infestados por *G. brimblecombei* es importante a la hora de reducir el estrés causado por la defoliación producida por el psílido, ya que como indican las experiencias con otros insectos succionadores de savia, el riego excesivo y las fertilizaciones aumentan el alimento disponible y su calidad, haciendo más atractivos a los árboles (Hoddle *et al*, 2003).

Según Olivares *et al* (2003), los árboles que no reciben riego presentan un mayor grado de infestación, en número de *lerps*, y pueden presentar más de 60 en una hoja. Sin embargo, estos árboles presentan mayor resistencia, comparando con árboles ubicados en jardines con riego permanente, en los que la defoliación es mayor.

Dreisdatt *et al* (1999) mencionan que proporcionar agua en exceso a los árboles durante sequías prolongadas puede causar un aumento en el crecimiento de hojas nuevas. Éstas resultan atractivas para *G. brimblecombei*, por lo que la cantidad y frecuencia del riego debe ser tal que permita la infiltración del agua, y que no quede en los primeros cm del suelo, para que sea aprovechada por las raíces del árbol. Según recomendaciones de Dreisdatt *et al* (1999) y Macías e Hilje (2001), el riego debe aplicarse en forma adecuada para no saturar el suelo en el lugar donde se encuentran las raíces de absorción y no causar estrés hídrico al árbol.

Por otra parte, Garrison (2001), Dahlsten *et al* (2003), Hoddle *et al* (2003) y Olivares *et al* (2003) desaconsejan la fertilización de árboles infestados, debido a que el nitrógeno aumenta la reproducción y supervivencia del psílido, pues éste es atraído por los compuestos nitrogenados.

1.6.3 Control biológico

En los países en que se ha introducido el psílido se han observado diversos enemigos naturales, que incluyen insectos, arañas y aves. Sin embargo, estos controladores no han sido eficientes debido a su baja especificidad (Hoddle *et al*, 2003). Debido a ello, en los países donde *G. brimblecombei* es una plaga, se ha importado desde Australia la microavispa *Psyllaephagus bliteus* Riek (Encyrtidae). Este parasitoide de color verde oscuro metálico mide 1,0 a 1,5 mm de longitud en su estado adulto; las hembras oviponen dentro de las ninfas de *G. brimblecombei*. Al alcanzar el estado adulto, el parasitoide perfora el *lerp*, en cuyo interior se encuentra el exoesqueleto o momia de la ninfa parasitada (Dahlsten *et al*, 2003; Olivares *et al*, 2003) (Figura 6).

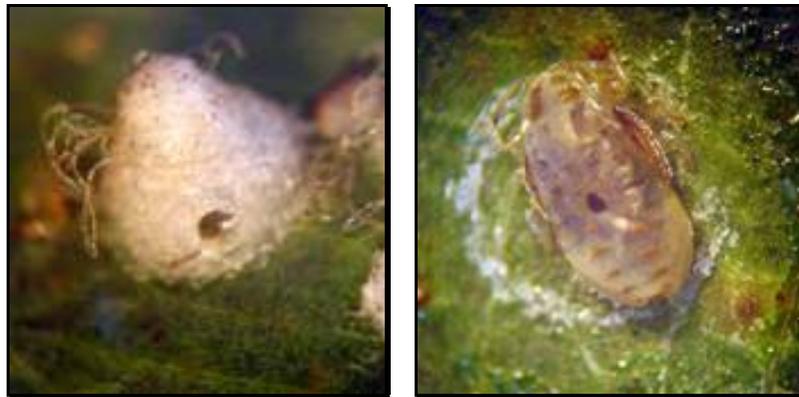


Figura 6. Lerp y momia de ninfas de *G. brimblecombei* parasitadas por *P. bliteus*.

Fuente: Félix Hidalgo.

La liberación de *P. bliteus* en California, previo estudio cuarentenario que indicó la ausencia de hiperparasitismo y una alta especificidad, se inició el 2000. En Guadalajara, México, el proceso de liberación del parasitoide se inició en mayo de 2001 y para junio de 2002 ya habían recuperaciones en hasta el 80% del arbolado, y se había reducido significativamente su mortalidad (Íñiguez, 2002).

2 MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Material

Este estudio se llevó a cabo en las comunas de Colina, Lampa y Santiago, de la Región Metropolitana, las que se caracterizan entre otros factores, por diferencias en las condiciones ambientales, constituyendo en conjunto más de cuatro zonas bioclimáticas, las que están definidas por Fernando Santibáñez (Bioclimatólogo, Universidad de Chile) para el proyecto OTAS de Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana (Gobierno Regional – Región Metropolitana, 2002).

A partir de esta información se establecieron parcelas de muestreo en las comunas indicadas, con el objeto de captar las diferencias bioclimáticas entre ellas, además se utilizó la base de datos confeccionada por la Unidad de Control y Vigilancia de Plagas Forestales Cuarentenarias del SAG Región Metropolitana, durante la prospección de la plaga de *G. brimblecombei* en el año 2002. La ubicación de estas parcelas se visualiza en la Figura 7.

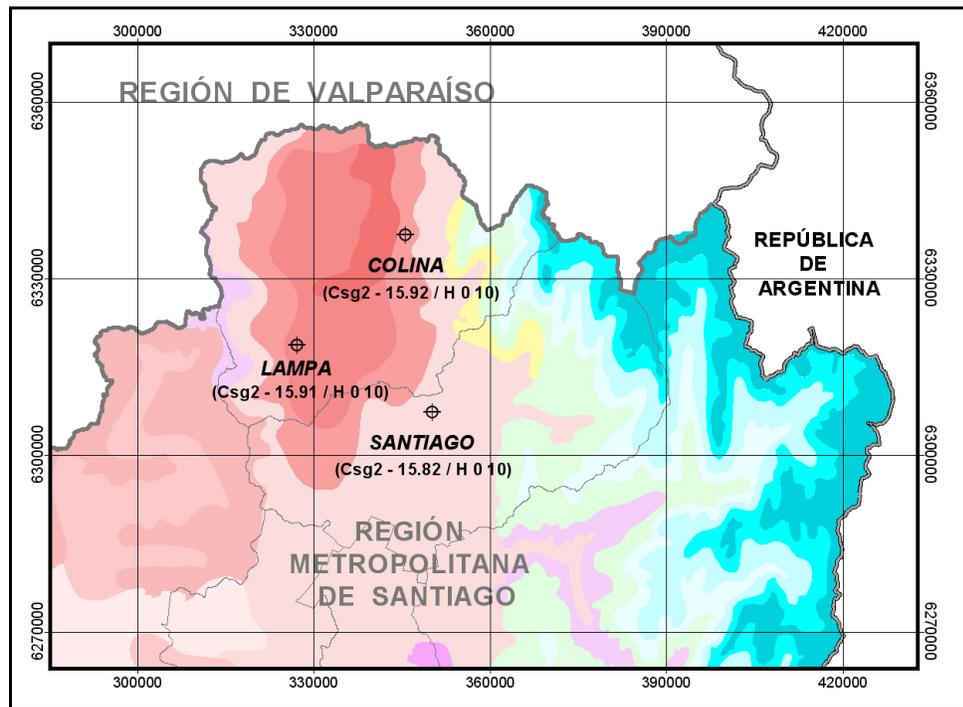


Figura 7. Ubicación de parcelas de muestreo.

Fuente: Gobierno Regional Región Metropolitana, 2002.

Los lugares de medición se eligieron en base a la premisa que los árboles llevan por lo menos dos temporadas de infestación, ya que corresponden a sectores donde primero se detectó la presencia del psílido. Esta consideración es importante a la hora de evaluar la preferencia de hospederos del género *Eucalyptus* por *G. brimblecombei*, debido a que el método utilizado identifica como más preferida a aquella especie que presenta una mayor densidad de ninfas por área foliar. Si se intenta comparar árboles que tienen diferencias entre la duración del período bajo infestación se puede cometer el error de descartar plantas por bajo nivel de densidad, que pueden estar en un período temprano de colonización del insecto.

Entre las diferencias bioclimáticas encontradas, las que destacan por la importancia para el desarrollo de los insectos son la acumulación de días-grado – definida como la suma de la diferencia positiva entre la temperatura media mensual y una temperatura mínima de actividad de 10°C, el nivel más ampliamente utilizado como umbral térmico, y las horas de frío anual, que corresponden a las horas anuales en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7°C (Gobierno Regional Región Metropolitana, 2002). Los valores específicos de dichas variables en cada uno de los puntos de muestreo se presentan a continuación.

Cuadro 1. Variables bioclimáticas de interés.

Punto de Muestreo	Acumulación de días grado	Horas de frío anual
Colina	1.856	1.074
Lampa	1.895	1.478
Santiago	1.606	1.125

En Lampa, los ejemplares evaluados se encuentran en un arboretum instalado por la Corporación Nacional Forestal en 1985, que actualmente es propiedad de la Ilustre Municipalidad de esta comuna. En Colina, los ejemplares medidos se encuentran en un ensayo de introducción de especies, en terrenos de propiedad de la Compañía Minera Disputada de Las Condes. El tercer lugar de medición de parámetros fue el Parque Metropolitano de Santiago ubicado en la Comuna de Santiago.

Para obtener las muestras se utilizó una tijera de altura de 5 m de alcance, tijeras de podar, bolsas plásticas y lápices para rotular el material.

2.2 Método

Las muestras se obtuvieron desde el 13 de noviembre de 2003 hasta el 6 de febrero de 2004, con 4 visitas a cada una de las parcelas de muestreo, con una frecuencia aproximada de 22 días. En los puntos muestrales se midieron tres ejemplares de cada una de las especie de *Eucalyptus* encontradas. Las muestras se separaron en bolsas plásticas y etiquetaron para su medición posterior en dependencias de la Unidad de Control y Vigilancia de Plagas Forestales Cuarentenarias del SAG Región Metropolitana.

2.2.1 Identificación y caracterización de hospederos

Las especies del género *Eucalyptus* consideradas en este estudio se identificaron en base a revisiones bibliográficas de diversos manuales y claves de identificación de especies (Blakely, 1955; Jacobs, 1981; Brooker y Kleinig, 1990, CANRI, 2003; IDRC, 2003), consultas a profesionales que han trabajado con el género *Eucalyptus* en Chile (José A. Prado, Instituto Nacional Forestal, y M^a Teresa Serra, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile), y comparaciones con muestras de herbarios del Museo de Historia Natural.

Una información importante para la identificación de las especies fue entregada por las instituciones que están a cargo de los lugares en que se hicieron las mediciones, o bien participaron en su instalación. Esta información se validó con el procedimiento indicado en el párrafo anterior, para corroborar la individualización de los ejemplares bajo estudio.

Los individuos que sirvieron de base para la toma de muestras se midieron en diámetro y altura, con el objetivo de establecer los parámetros iniciales de esta investigación.

2.2.2 Densidad de ninfas de *G. brimblecombei*

En las visitas a terreno se colectaron seis muestras de cada árbol infestado por *G. brimblecombei*, consistentes en una porción de 30 cm de longitud de una rama del ejemplar, medida desde su ápice hacia la base. Cada muestra se colectó en forma aleatoria, y en general, se obtuvo desde los dos tercios inferiores de la copa debido a la dificultad de colectar a mayor altura por el tamaño de los árboles y al alcance de las herramientas utilizadas.

Las muestras obtenidas se almacenaron en un refrigerador a -3°C . Posteriormente se contó el total de estados ninfales en las muestras, sin precisar el estado de desarrollo; debido al colorido de las ninfas y a su fácil identificación no fue necesario reutilizar una lupa para este recuento. Se levantó cada *lerp* para verificar si debajo había una ninfa y sumarla a las desprovistas de esta cubierta.

Posteriormente se calculó el área foliar a cada muestra mediante el programa “Leaf Area Measurement”, desarrollado por la Universidad de Sheffield², con el fin de obtener una relación de ninfas por unidad de superficie. Como este software funciona con una entrada de imagen, las hojas se escanearon usando un programa procesador de imágenes, que permitió además las correcciones necesarias para evitar el aumento del valor del área foliar por efecto de “basuras” en la imagen.

Los resultados de la cuantificación de la población y área foliar para cada una de las especies estudiadas son los promedio simples de los tres ejemplares muestreados.

2.2.3 Relación entre la población y zona bioclimática

Para saber si había diferencias significativas entre las medias de las especies, a lo largo del período del estudio y para cada punto de muestreo, se utilizó una dócima *t* para diferencias de medias de poblaciones independientes. Previamente se hizo una prueba F de varianza para dos muestras, para determinar si ésta se puede suponer igual o distinta.

Para determinar si las condiciones bioclimáticas imperantes en los distintos puntos de muestreo influyen en la densidad de ninfas de *G. brimblecombei* sobre cada una de las especies hospederas, se construyeron curvas de tendencias para evaluar a partir de un análisis gráfico, cual de las zonas proveen las mejores condiciones para el desarrollo de la plaga. Para *E. camaldulensis*, previo a este procedimiento se hizo una comparación de medias a través de una dócima *t* en aquellas localidades que se visitaron en la misma fecha, para luego construir las curvas para todos los puntos de muestreo y hacer la comparación entre ellas.

² Programa disponible en <http://www.shef.ac.uk/~nuocpe/ucpe/leafarea.html>

3 RESULTADOS

3.1 Identificación y caracterización de hospederos

En total, para los tres puntos de muestreo, se identificaron siete especies del género *Eucalyptus*, que se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Especies del género *Eucalyptus* identificadas en el estudio.

Colina	Lampa	Santiago
<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
<i>E. cladocalyx</i>	<i>E. diversicolor</i>	<i>E. tereticornis</i>
<i>E. gunni</i>	<i>E. sideroxylon</i>	
<i>E. leucoxylon</i>	<i>E. tereticornis</i>	
<i>E. sideroxylon</i>		

Del conjunto de especies identificadas, sólo dos presentaron la condición necesaria para ser consideradas en este estudio como hospederas de *G. brimblecombei*, es decir, que en su follaje presentaran ninfas vivas alimentándose de la savia. Estas especies se identificaron como *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*.

Cabe mencionar, que durante el desarrollo de esta investigación se observó, en ejemplares de *E. leucoxylon*, la presencia de *lerps* con ninfas muertas en densidades muy bajas, que no se contaron al no cumplirse la condición indicada arriba. Además, en el punto de muestreo en Santiago se siguió la pista de *G. brimblecombei* sobre ejemplares de *E. viminalis*, los que sin embargo no se incorporaron al estudio pues sólo se identificó con seguridad dos ejemplares, no cumpliendo con lo indicado en el método. Cabe señalar que, en esta especie, al hacer el tercer muestreo se observaron ninfas vivas en el follaje en densidades bajas, que fueron en aumento hacia el último muestreo.

Las características fenotípicas de los individuos establecidos como hospederos se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 3. Variables altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP) de *E. camaldulensis* en los puntos de muestreo.

	Colina		Lampa		Santiago	
	Altura Total (m)	DAP (cm)	Altura Total (m)	DAP (cm)	Altura Total (m)	DAP (cm)
Árbol 1	10	15	12,0	21	11,0	9
Árbol 2	7	12	11,5	16	14,0	10
Árbol 3	14	23	10,5	20	10,5	13

Cuadro 4. Variables altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP) de *E. tereticornis* en los puntos de muestreo.

	Lampa		Santiago	
	Altura Total (m)	DAP (cm)	Altura Total (m)	DAP (cm)
Árbol 1	12,0	20	10	12
Árbol 2	9,5	9	7	5
Árbol 3	8,0	6	14	11

3.2 Densidad de ninfas de *G. brimblecombei*

3.2.1 Punto de muestreo Colina

En Colina, del total de especies estudiadas, sólo *E. camaldulensis* se determinó como hospedero de *G. brimblecombei*. Esta especie presentó un promedio de 59 ninfas para todo el período de evaluación. La variación a través del tiempo del número de ninfas se presenta en la figura 8.

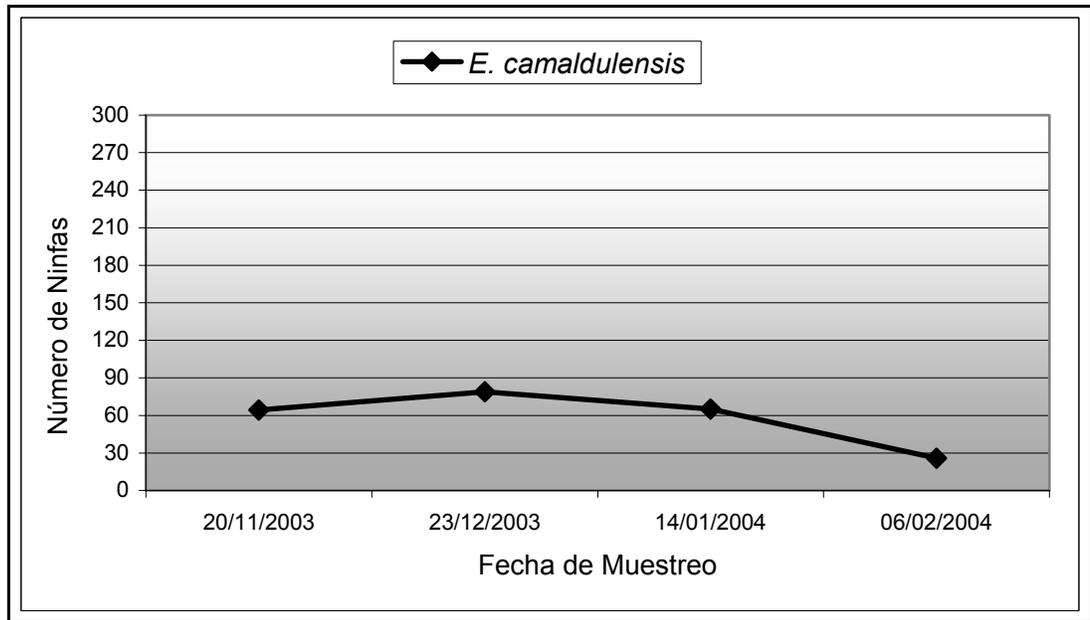


Figura 8. Variación temporal del promedio de ninfas de *G. brimblecombei* en ejemplares de *E. camaldulensis* en Colina.

Además del recuento de ninfas, se midió el área foliar para obtener el grado de infestación en ninfas por cm^2 foliar. El resultado de esta medición se presenta en la figura 9.

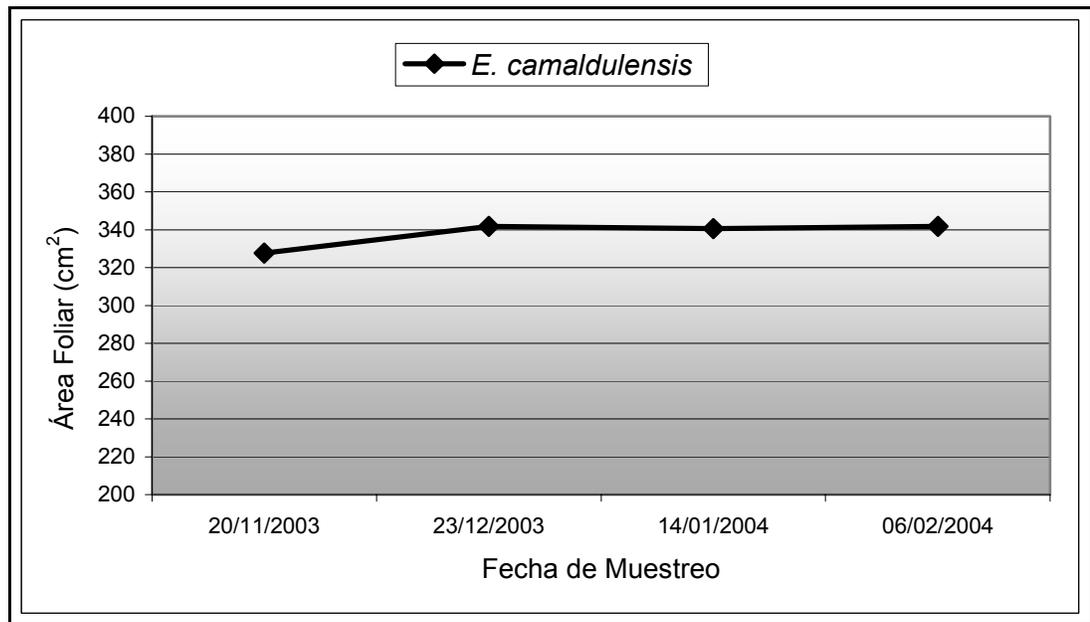


Figura 9. Promedio del área foliar de muestras obtenidas de ejemplares de *E. camaldulensis* en Colina.

A partir de las mediciones anteriores se calculó la densidad de ninfas de *G. brimblecombei* sobre *E. camaldulensis* en Colina, que de las cuatro mediciones efectuadas resultó en un promedio de 0,177 ninfas por cm^2 , con un comportamiento a través del tiempo que se presenta en la figura 10.

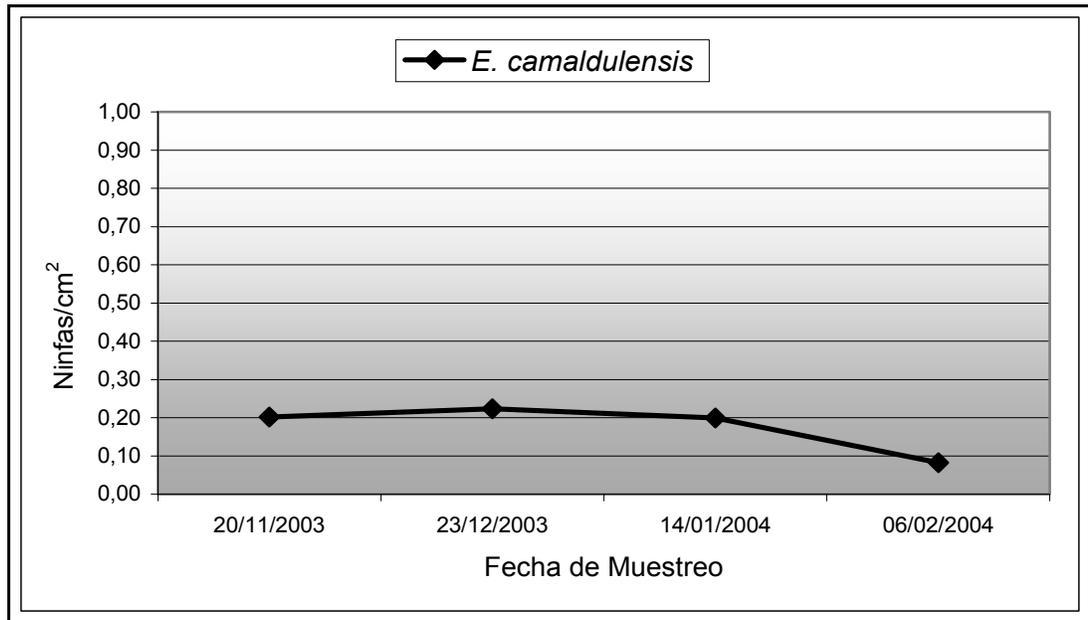


Figura 10. Densidad promedio de ninfas de *G. brimblecombei* por cm^2 foliar de muestras obtenidas de ejemplares de *E. camaldulensis* en Colina.

3.2.2 Punto de muestreo Lampa

Bajo las condiciones de Lampa se obtuvo un promedio de 90 ninfas de *G. brimblecombei* sobre *E. camaldulensis* y 111 ninfas en *E. tereticornis* durante la duración del estudio. La variación temporal se presenta en la figura 11.

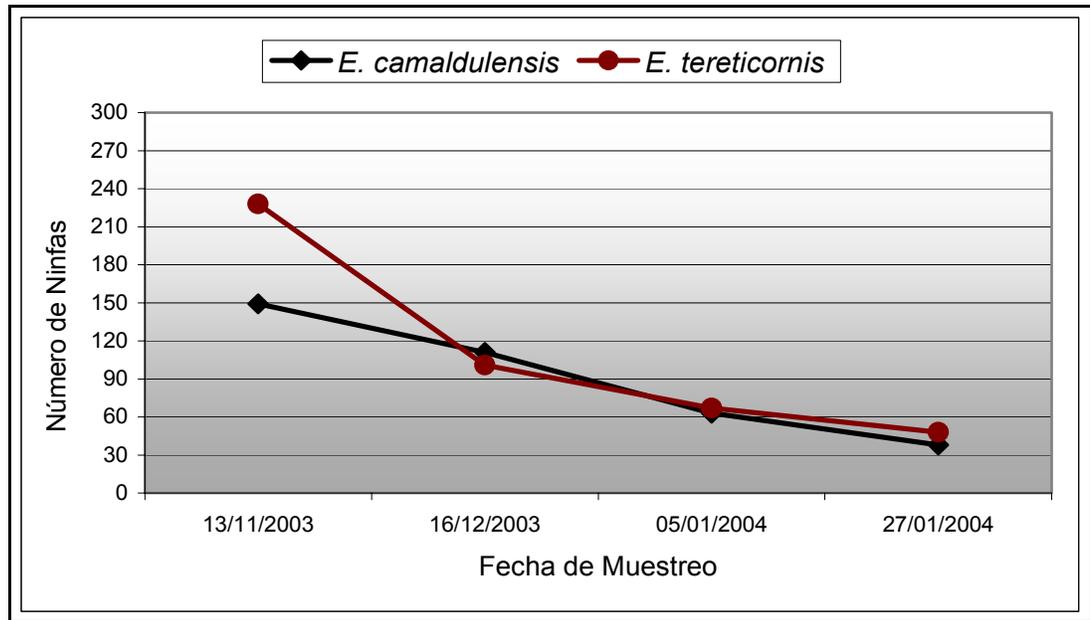


Figura 11. Variación temporal del promedio de ninfas de *G. brimblecombei* en ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* en Lampa.

En promedio, el área foliar para *E. camaldulensis* fue 262 cm², y 328 cm² para *E. tereticornis*. El comportamiento de esta variable a través del período de estudio se presenta en la figura 12.

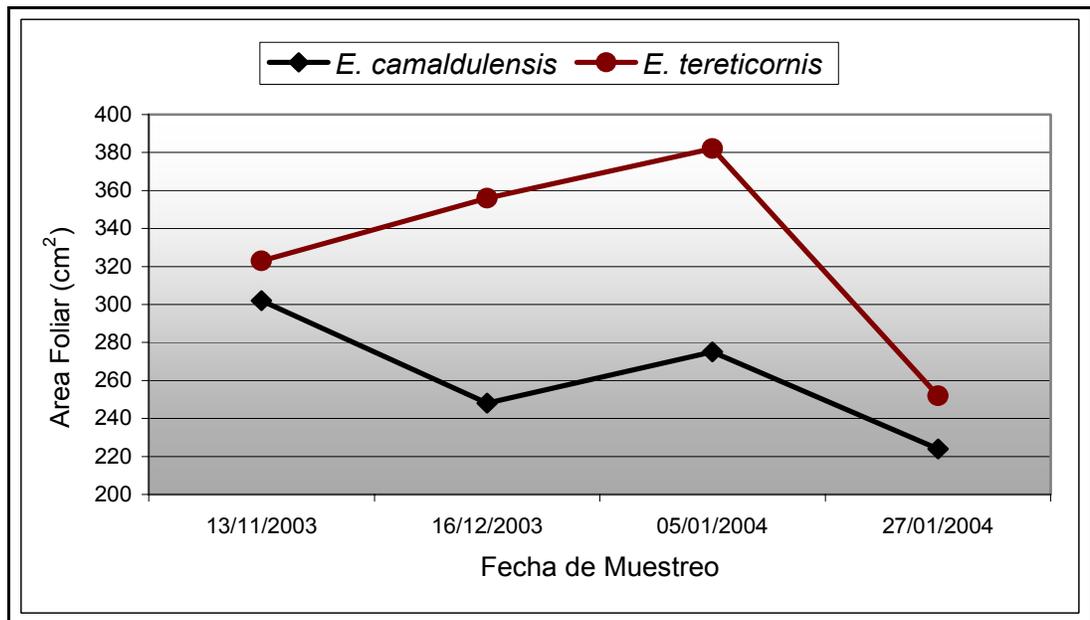


Figura 12. Promedios de área foliar de muestras de ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* en Lampa.

A partir de los resultados anteriores, la densidad promedio de ninfas de *G. brimblecombei* sobre *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* bajo las condiciones ambientales predominantes en Lampa, fue 0,328 y 0,375 ninfas por cm^2 para cada especie, respectivamente. El comportamiento durante el desarrollo de este estudio se presenta en la figura 13.

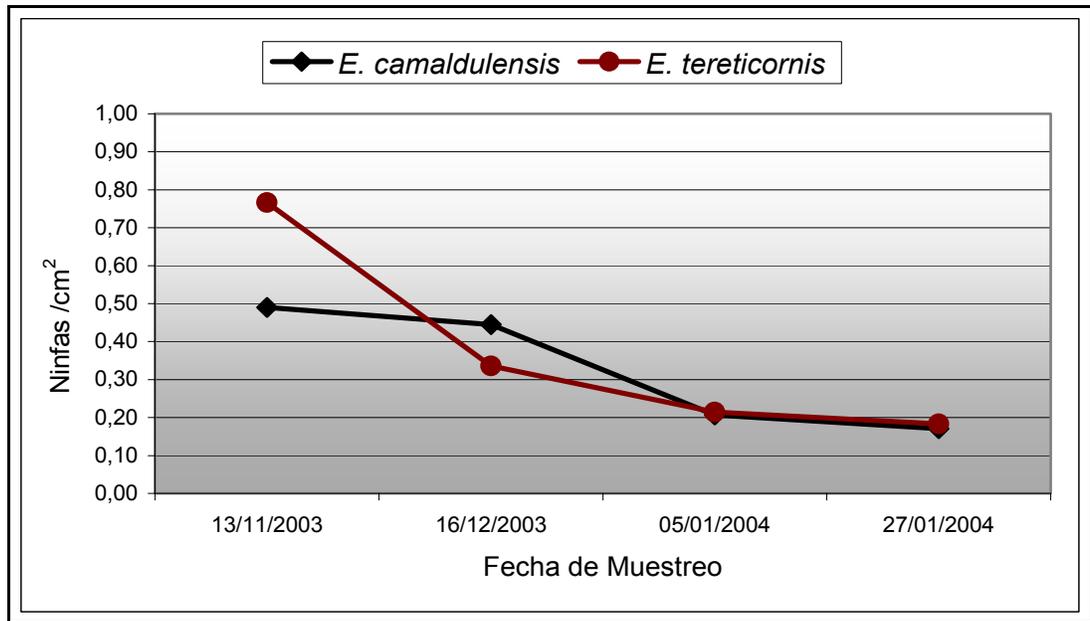


Figura 13. Variación de la densidad promedio de ninfas de *G. brimblecombei* por cm^2 de muestras de ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* en Lampa.

3.2.3 Punto de muestreo Santiago

Bajo las condiciones bioclimáticas de este punto muestral se obtuvo un promedio de las cuatro mediciones igual a 164 ninfas de *G. brimblecombei* sobre *E. camaldulensis*. Para *E. tereticornis* se obtuvo un promedio mayor, que alcanzó a 218 ninfas durante los meses de evaluación de esta plaga. La variación temporal de ninfas durante el estudio se presenta en la figura 14.

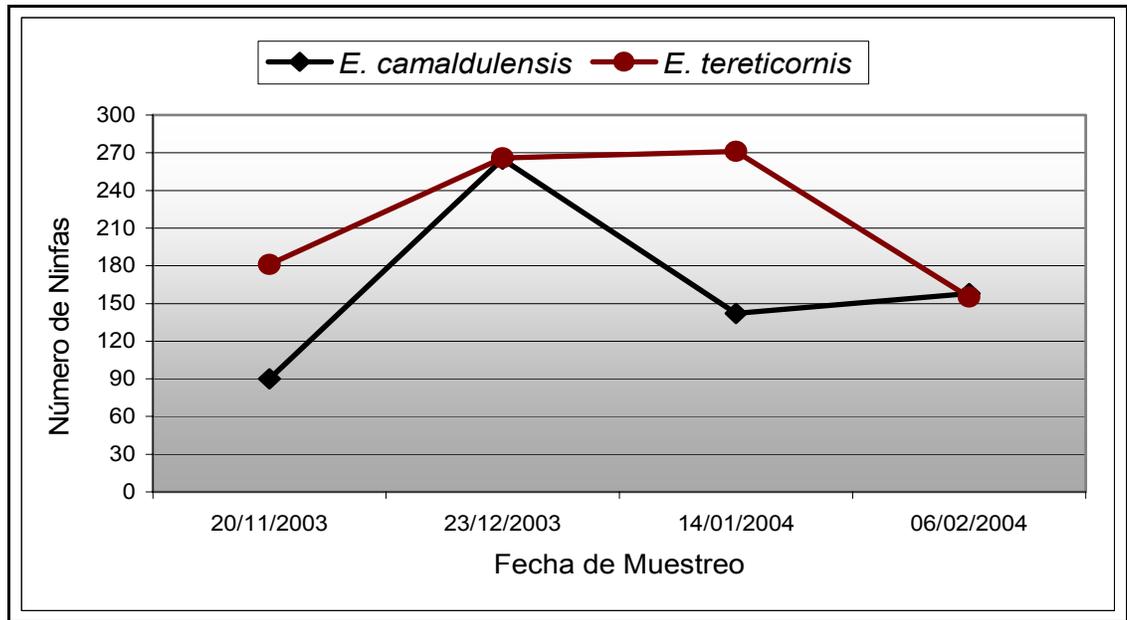


Figura 14. Variación temporal del promedio de ninfas de *G. brimblecombei* en muestras obtenidas de ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* en Santiago.

El área foliar promedio de *E. camaldulensis* fue 267 cm², y 330 cm² para *E. tereticornis*. La distribución de esta variable durante los meses del estudio se presenta en la figura 15.

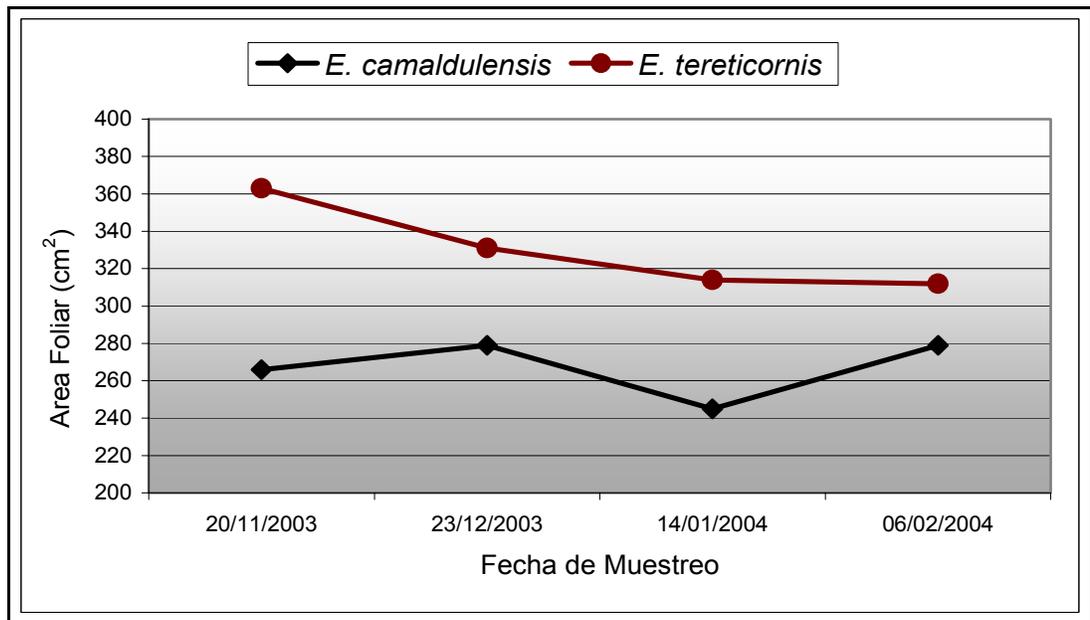


Figura 15. Promedios del área foliar de muestras obtenidas de ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* en Santiago.

A partir de las mediciones anteriores, la densidad de ninfas de *G. brimblecombei* sobre las especies aquí identificadas como hospederas alcanzó promedios de 0,632 y 0,675 ninfas por cm² para *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*, respectivamente. La variación temporal se presenta en la figura 16.

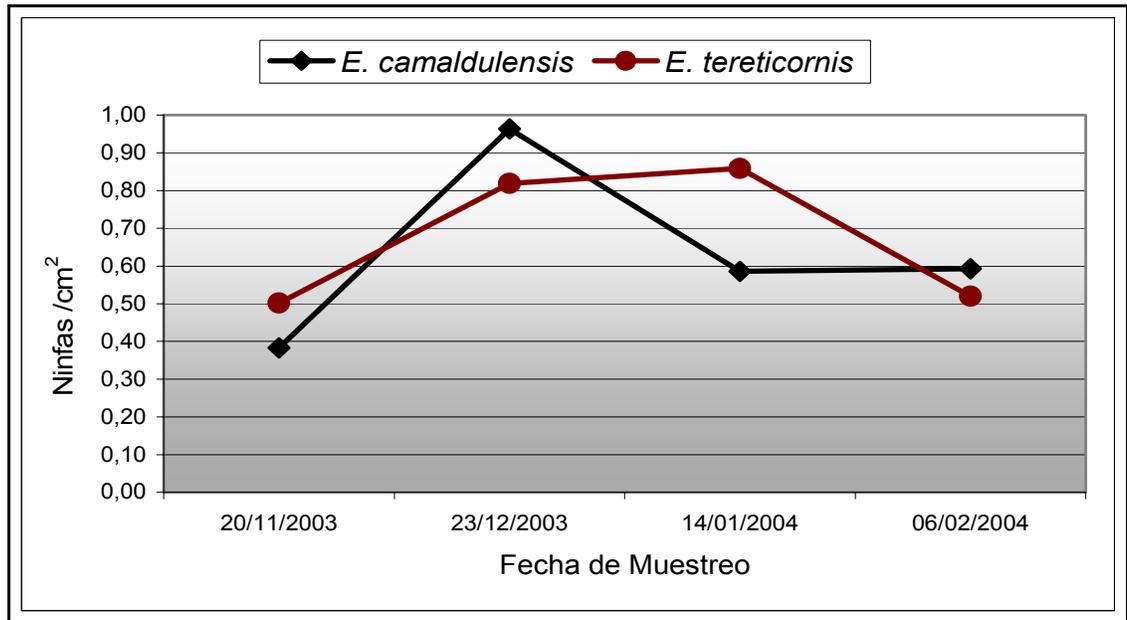


Figura 16. Densidad promedio de ninfas de *G. brimblecombei* por cm² foliar en muestras obtenidas de ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* en Santiago.

3.3 Relación entre la población y zona bioclimática

3.3.1 Pruebas para las zonas bioclimáticas

Debido a que en el punto de muestreo Colina sólo se identificó a una especie del género *Eucalyptus* como hospedero de *G. brimblecombei*, no se efectuaron pruebas estadísticas para comprobar diferencias entre ésta y otras especies en la zona de estudio.

Por lo que se expresó en el párrafo anterior, en este punto de muestreo existe una clara preferencia de parte de *G. brimblecombei* por *E. camaldulensis*, en desmedro del resto de las especies del mismo género ubicadas sólo a unos metros de distancia de ésta.

La prueba estadística aplicada para determinar si habían diferencias significativas al 5% en el punto de muestreo Lampa, llevó a no rechazar la hipótesis nula planteada en este caso, o sea, no hubo pruebas suficientes para suponer una diferencia en el grado de

preferencia de *G. brimblecombei* por las especies hospederas del género *Eucalyptus* bajo las condiciones bioclimáticas de ese punto (Apéndice 1).

Al igual que en el punto de muestreo Lampa, en Santiago tampoco hubo evidencias significativas que indicaran que *G. brimblecombei* tenía preferencia por un hospedero determinado del género *Eucalyptus* bajo las condiciones en que se desarrollaban los ejemplares estudiados (Apéndice 2).

3.3.2 Pruebas para las especies hospederas.

Debido a factores propios a la distancia de los puntos de muestreo y la disponibilidad de recursos para la toma de muestras, el punto de muestreo Lampa se visitó siempre una semana antes que los otros dos puntos. Esta condición cobra importancia al evaluar si las condiciones bioclimáticas afectan el grado de preferencia de *G. brimblecombei*, ya que no es posible aplicar una prueba estadística convencional en los puntos que no se evaluaron en la misma fecha. Por ello, la comparación se hizo mediante el análisis del gráfico de las curvas de tendencias en cada lugar de muestreo. Estas curvas, para *E. tereticornis* se presentan en la figura 17.

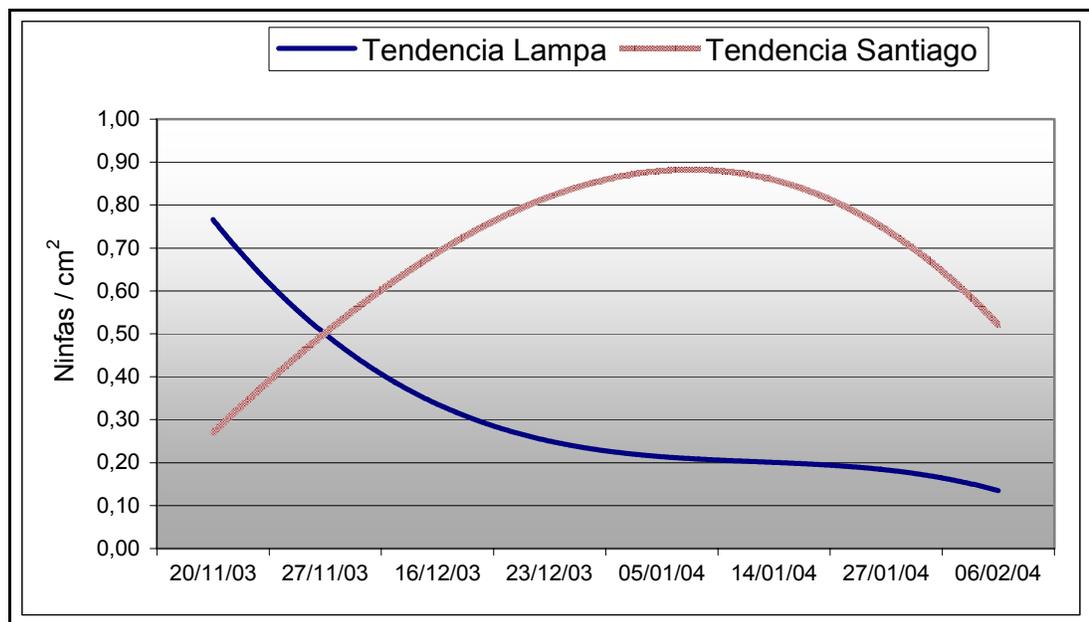


Figura 17. Curvas de tendencia de la densidad de ninfas de *G. brimblecombei* sobre ejemplares de *E. tereticornis* en los puntos de muestreo Lampa y Santiago.

Para *E. camaldulensis* se hizo una comparación de medias por medio de una prueba *t* para los puntos de muestreo Santiago y Colina (Apéndice 3), que dio como resultado el rechazo de la hipótesis nula, por lo que es posible concluir con 95% de confianza, que hay evidencias de diferencias en la preferencia o intensidad de infestación de *G. brimblecombei* por árboles de *E. camaldulensis* ubicados en el Parque Metropolitano (Santiago), lo que se explica por las diferencias bioclimáticas entre ambos puntos.

Al igual que en el caso de *E. tereticornis*, para comparar los puntos Santiago y Colina con Lampa se construyeron curvas de tendencia (figura 18), las que permiten concluir que el entorno ambiental y las condiciones presentes en el punto Santiago son las más adecuadas para el desarrollo de *G. brimblecombei*.

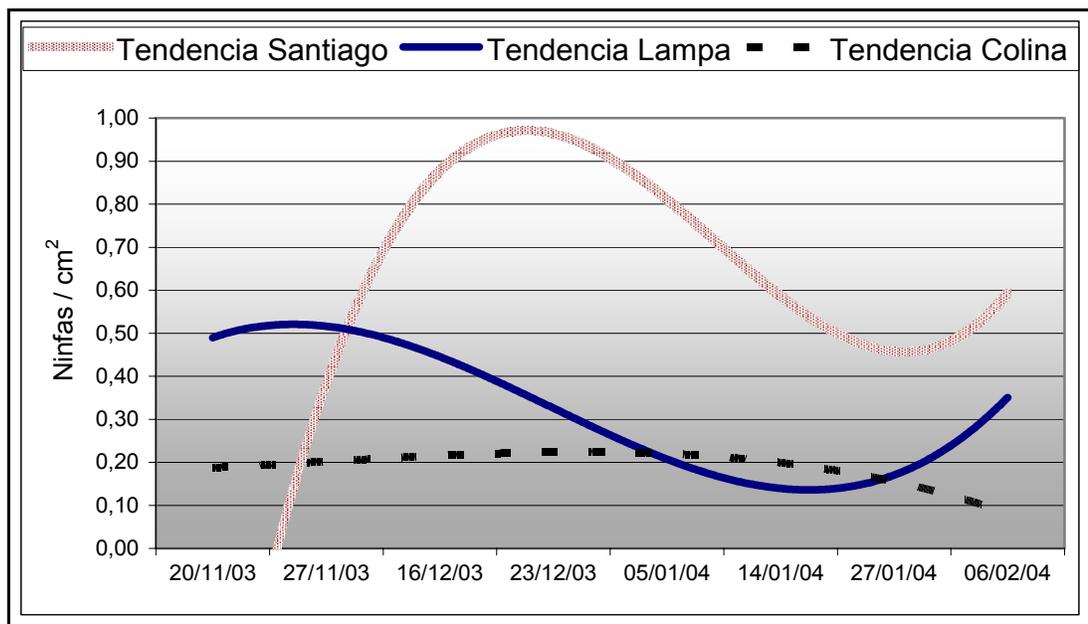


Figura 18. Curvas de tendencia de la densidad de ninfas de *G. brimblecombei* sobre ejemplares de *E. camaldulensis* en los puntos de muestreo Colina, Lampa y Santiago.

4 DISCUSIÓN

Considerando los resultados obtenidos, el método utilizado y las condiciones de desarrollo de los ejemplares de *Eucalyptus* estudiados, se puede afirmar que sólo *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* son hospederos reales de *G. brimblecombei* en la Región Metropolitana.

En un estudio en California, Brennan *et al* (2001) identificaron como altamente susceptibles a *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*, los que presentaron huevos, ninfas de diversos estados y alto grado de defoliación, resultados que concuerdan claramente con los obtenidos en este estudio. Wilcken (2004) obtuvo resultados similares en Brasil al contar ninfas de *G. brimblecombei* en hojas de 22 especies de eucaliptos, encontrando que el más infestado fue *E. camaldulensis*, seguido por *E. tereticornis* y *E. urophylla*.

Sin embargo, el primer estudio mencionado indica como hospederos a *E. diversicolor*, *E. leucoxyton*; *E. sideroxyton* y otros y estas especies se incluyeron en este estudio pero no presentaron ninfas en sus hojas, por lo que no se consideran hospederos de *G. brimblecombei*.

Las diferencias de los resultados pueden deberse a las condiciones climáticas, el estado sanitario y vigor de las especies, o bien a la disponibilidad de alimento durante la elección de hospederos por parte de *G. brimblecombei*, pero estos factores, que podrían ser útiles para explicar las diferencias, no se especifican en el estudio de Brennan *et al* (2001).

Es interesante destacar la detección de otras especies de *Eucalyptus* que durante el proceso de muestreo presentaron ninfas alimentándose de sus hojas. Estas especies fueron *E. viminalis* y *E. leucoxyton*, las que sí se presentan como hospederos reales de *G. brimblecombei* en el estudio de Brennan *et al* (2001), quienes encontraron en ellas huevos, ninfas de diversos estados, defoliación suave en *E. leucoxyton* y sin defoliación aparente en *E. viminalis*, lo que concuerda con las observaciones en esta investigación, excepto por la defoliación de individuos de *E. leucoxyton*, los que no presentaron visualmente caída de hojas por efecto de la infestación por *G. brimblecombei*.

En el punto de muestreo Colina quedó de manifiesto claramente la preferencia de *G. brimblecombei* por *E. camaldulensis*, ya que pudiendo establecerse en cinco especies

sólo lo hizo en ésta, causando una clara defoliación y por ende una pérdida de capacidad de fotosíntesis.

En Lampa no hubo un contraste significativo en la preferencia de *G. brimblecombei* por alimentarse de ejemplares de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* (Apéndice 1), además se identificó a *E. diversicolor* y *E. sideroxylon*, como especies sin interés para el psílido.

En Santiago sólo se evaluó la preferencia de *G. brimblecombei* por dos especies de *Eucalyptus* y los resultados estadísticos no arrojaron evidencia para establecer una diferencia entre éstas (Apéndice 2), por lo que, con 95% de seguridad, es posible afirmar que el comportamiento de esta plaga sobre *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* no fue distinto al establecer su hospedero.

A partir de estos resultados, nace la necesidad de determinar qué factor o factores predominan en la selección de hospederos por *G. brimblecombei*. Existen algunos estudios sobre el rol de las especies del género *Eucalyptus* como hospederos en el desarrollo de insectos, pero no para *G. brimblecombei*, por lo que sólo es posible aproximar una respuesta a esta inquietud.

Floyd *et al* (1994) y Floyd y Raymond (1998) mencionan como factores que determinan la presencia de insectos sobre hospederos específicos algunas características físicas y químicas. Las principales son la morfología y color de las hojas, la capa de cera cuticular, la concentración de terpenos y fenoles y el contenido de agua y nutrientes. Las especies del género *Eucalyptus* evaluadas, al menos presentan diferencias en la forma y color de sus hojas, por lo que se hace interesante un estudio posterior para determinar la influencia de estas variables en la selección de hospederos por *G. brimblecombei*, por ejemplo en la concentración de 1,8-cineole en las hojas de *E. camaldulensis*, compuesto que se relaciona directamente con la defoliación producida por *Anoplognathus* spp. (Coleoptera: Scarabeidae) (Floyd y Foley, 2001).

La presencia casi nula de ninfas en *E. leucoxylon*, en comparación a lo encontrado por Brennan *et al* (2001), puede estar influida por las condiciones climáticas, situación que observó Cordero y Santolamazza (2000) en poblaciones de *Gonipterus scutellatus* en un estudio de hospederos del género *Eucalyptus* en España.

Al evaluar la densidad de *E. tereticornis* en los dos puntos de muestreo en que fue encontrado, se observó una densidad mayor de ninfas por área foliar en la Comuna de Santiago que en Lampa, lo que en términos de la zona bioclimática, indica que al contrario de lo esperado, la mayor población se presentó donde existe una acumulación menor de días grado (1.606 para Santiago y 1.856 para Lampa) y una mayor cantidad de horas frío (1.074 en Lampa y 1.125 en Santiago). Al ocurrir esta situación, se debe buscar otra explicación, y una respuesta podría deberse a lo indicado por Dreisdatt *et al* (1999) y Olivares *et al* (2003), quienes indican que árboles con un vigor no óptimo o que no cuentan con las condiciones más favorables para su desarrollo, presentan un mayor grado de infestación, como sucede con los ejemplares estudiados en el Parque Metropolitano de Santiago.

Una situación similar ocurrió con *E. camaldulensis*, que presentó una densidad significativamente mayor de ninfas por cm² de área foliar en Santiago (Apéndice 3), en tanto que en Colina y Lampa la densidad fue menor y sin diferencias entre estos dos puntos de muestreo, lo que confirma lo planteado recién sobre la importancia del estado sanitario de los árboles, ya que los individuos de Colina, donde la densidad es menor, se encuentran además bajo un régimen de riego frecuente.

Percy (2001) menciona también que la abundancia de hospederos, la estructura de la población, el carácter fenotípico y la hibridación pueden ser factores importantes en la determinación de un hospedero específico, situaciones (a lo menos las primeras) que se observaron en los puntos de muestreo evaluados.

5 CONCLUSIONES

- En los puntos de muestreo evaluados sólo se reconoció como hospederos de *G. brimblecombei* a *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*.
- A diferencia de otros estudios, en Colina, Lampa y Santiago no se observó que *E. sideroxylon*, *E. cladocalyx*, *E. gunni* y *E. leucoxylon* se comporten como hospederos de *G. brimblecombei* según el método empleado.
- La mayor densidad numérica de ninfas por superficie foliar se obtuvo en ejemplares de *E. tereticornis*. Sin embargo, esta medición no difirió significativamente de la encontrada en individuos de *E. camaldulensis*, por lo que este psílido no presentó una diferencia en el grado de preferencia entre ambos hospederos.
- De las tres zonas bioclimáticas incluidas en este estudio, Santiago presentó una mayor densidad de ninfas/cm² de superficie foliar de *G. brimblecombei* (0,675 en *E. tereticornis* y 0,632 en *E. camaldulensis*), contra lo esperado, pues esta zona presenta los índices menos adecuados para el desarrollo de la plaga.
- Las condiciones que se presentan en el punto de muestreo Colina fueron las menos adecuadas para el desarrollo de *G. brimblecombei*, debido probablemente al vigor de los ejemplares evaluados, ya que según la literatura, ejemplares vigorosos tienen una mejor capacidad de resistir el daño de plagas y se ven menos afectados.
- Debido a las diferencias morfológicas del follaje de las especies reconocidas como hospederas de *G. brimblecombei* con aquellas que no presentan infestación, se recomienda un estudio detallado de esta variable para determinar cómo influye en la posibilidad de establecimiento de la plaga.

6 BIBLIOGRAFÍA

ARTIGAS, J. 1994. Entomología económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 943 p.

BLAKELY, W. 1955. A key to the Eucalypts: with descriptions of 522 species and 150 varieties. Australia Forestry and Timber Bureau. 359 p.

BRENNAN, E.; HRUSA, G.; WEINBAUM, S.; LEVISON JR., W. 2001. Resistance of *Eucalyptus* species to *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco bay area. Pan-Pacific Entomologist 77: 249-253.

BRENNAN, E.; GILL, R.; WEINBAUM, S. 1999. First record of *Glycaspis brimblecombei* (Moore) (Homoptera:Psyllidae) in North America: Initial observations and predator associations of a potentially serious new pest of *Eucalyptus* in California. Pan-Pacific Entomologist 75(1): 55-57.

BROOKER, M.; KLEINIG, D. 1990. Field guide to eucalypts, Vols. I, II y III. Inkata Press, Melbourne, Australia.

CANRI (COMMUNITY ACCESS TO NATURAL RESOURCES INFORMATION). 2003. EUCALINK. A web guide to the eucalypts. [En línea]. Disponible en: < <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/PlantNet/Euc/ident.html>> [Consulta: 15 julio 2003]

CIF (COLEGIO DE INGENIEROS FORESTALES). 2002. Una nueva amenaza para el eucalipto. El Mercurio, Santiago, Chile, 08 julio, 2002.

CORDERO, A.; SANTOLAMAZZA, S. 2000. The effect of three species of *Eucalyptus* on growth and fecundity of the *Eucalyptus* snout beetle (*Gonipterus scutellatus*). Forestry 73(1): 21-29.

DAHLSTEN, D. 2002. More red gum lerp psyllid parasites released. Cooperative Extension, University of California, Sacramento County. Landscape & Nursery News. [En línea]. Disponible en: <http://ucce.ucdavis.edu/counties/cesacramento/newsletterfiles/Landscape_Nursery_News1511.pdf> [consulta: 27 febrero 2003].

DAHLSTEN, D. 2003. The red gum lerp psyllid in California. [En línea]. Disponible en: <http://cnr.berkeley.edu/biocon/dahlsten/rglp/RLP-previous_work.htm> [consulta: 04 febrero 2003].

DAHLSTEN, D.; DREISTADT, S.; GARRISON, R.; GILL, R. 2003. Eucalyptus redgum lerp psyllid. Integrated pest management for home gardeners and landscape professionals. Pest Notes. University of California, Agriculture and Natural Resources Publication 7460: 1-4.

DE QUEIROZ, D.; MENEZES, A.; DAMIN, H.; BELLOTE, A.; MARCASSI, R. 2004. Parasitoide do psílideo-de-concha, *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) encontrado no Brasil. [En línea]. Disponible en: <<http://ww2.cnpf.embrapa.br/contador/parasit.pdf>> [consulta: 20 de junio de 2004].

DREISDAT, S.; GARRISON, R.; GILL, R. 1999. Eucalyptus red gum lerp psyllid. Integrated pest management for home gardeners and landscape professionals. Pest notes. University of California. [En línea]. Disponible en: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PGM/selectnewpest.home.html>> [consulta: 04 febrero 2003].

ENBRODE, S.; BERNAYS, E. 1997. Evaluation of factors affecting host plant selection, with an emphasis on studying behaviour. In: DENT, D.; WALTON, M. (Eds.), Methods in ecological and agricultural entomology. CAB International, UK: 147-169.

FLOYD, R.; FARROW, R.; NEUMANN, F. 1994. Inter and intra-provenance variation in resistance of red gum foliage to insect feeding. Australian Forestry 57: 45-58.

FLOYD, R.; FOLEY, W. 2001. Identifying pest resistant eucalypts using near-infrared spectroscopy. RIRDC Publication 1/112. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra. 110 p.

FLOYD, R.; RAYMOND, C. 1998. Insect resistance of *Eucalyptus* species in Australia. In: Actas Congreso Internacional de Plagas Forestales. Proceedings International Forest Insect Workshop (18-21 de agosto de 1997), Pucón, IX Región, Chile.

GARCÍA, A.; MERCADO, G.; GUERRA, J. 2002. Análisis del efecto de las condiciones ambientales en la fluctuación poblacional del psílido del eucalipto en el

Estado de México. Facultad de Estudios Superiores Cautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

GARRISON, R. 2001. New agricultural pest for southern California. Red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*. Agricultural Commissioner, Los Angeles County. [En línea]. Disponible en: <<http://acwm.co.la.ca.us/scripts/redgum.htm>> [consulta: 09 julio 2003].

GOBIERNO REGIONAL, REGIÓN METROPOLITANA. 2002. Sistema de Administración Cartográfica. Proyecto OTAS de Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana. [CD ROOM].

HALBERT, S.; GILL, R.; NISSON, J. 2001. Two *Eucalyptus* psyllids new to Florida (Homoptera: Psyllidae). Department of Agriculture & Consumer Services, Division of Plant Industry, Entomology Circular 407(July/Aug.): 1-2.

HODDLE, M.; DAHLSTEN, D.; KABASHIMA, J.; PAINE, T.; WILEN, C.; HARTIN J.; ROBB, K.; SHAW, D.; COSTA, H.; CHANEY, W. 2003. Biology and management of the redgum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*. [En línea]. Disponible en: <<http://commserv.ucdavis.edu/CESanDiego/redgumlp.pdf>> [consulta: 12 julio 2003].

IDRC (INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTRE). 2003. Key to eucalyptus species. [En línea]. Disponible en: <http://www.idrc.ca/library/document/074940/chap18_e.html> [consulta: 15 julio 2003]

IÑIGUEZ, G. 2002. Síldo de los eucaliptos rojos (*Glycaspis*). [En línea]. <fitosanidad@prodefo.org.mx> [consulta: 07 junio 2002].

JACOBS, J. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. 2ª Edición. FAO, Roma. 723 p.

MACÍAS, J.; HILJE, L. 2001. Plagas forestales neotropicales. Manejo integrado de plagas, Costa Rica 62: 90-91.

MOORE, K. 1970. Observations on some Australian insects. 23. A revision of the genus *Glycaspis* (Homoptera: Psyllidae) with description of seventy-three new species. Australian Zoologist 15(3): 248-341.

NAGAMINE, W.; HEU, R. 2001. Red gum lerp psyllid. *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psyllidae). New pest advisory N° 01-02. State of Hawaii, Department of Agriculture. [En línea]. Disponible en: <http://hawaiiag.org/hdoa/npa/npa-_rpsyllid.pdf> [consulta: 12 julio 2003].

OLIVARES, T.; CERDA, L.; BALDINI, A. 2003. El psílido de los eucaliptos rojos en Chile. *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae). Corporación Nacional Forestal, Gerencia de Desarrollo Forestal, Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal, Programa de Protección Fitosanitaria Forestal, Nota Técnica 22(45): 1-7.

PAINE, T.; DAHLSTEN, D.; MILLAR, J.; HODDLE, M.; HANKS, L. 2000. UC scientist apply IPM techniques to new eucalyptus pest. California Agriculture 54(6): 8-13.

PARRA, S.; GONZÁLEZ, M. 1998. Problemas fitosanitarios en Eucalipto: Estudio Bibliográfico, INFOR. 116 p.

PERCY, D. 2001. Origins and host specificity of legume-feeding psyllids (Psylloidea, Hemiptera) in the Macronesian Islands (Canary Islands and Madeira). [En línea]. Disponible en: <<http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/~dpercy/psyllids.htm>> [Consulta: 15 agosto 2004]

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE y RECURSOS NATURALES. 2002. Norma oficial mexicana de emergencia NOM-EM-002-RECNAT-2002, que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei*. Diario Oficial, México, 30 de enero, 2002.

SAG (SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO). 2002. Alerta Fitosanitaria. Psílido de los eucaliptos rojos *Glycaspis brimblecombei*. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura. Folleto informativo.

WILCKEN, C. 2004. Ocorrência de Psilídeo de Concha (*Glyaspis brimblecombei*) em Florestas de Eucalipto no Brasil. [En línea]. Disponible en: <<http://www.ufmt.br/petfloresta/artigos/Ocorrencia%20do%Psilideo%20Concha.htm>> [Consulta: 14 julio 2004]

YOUNG, L. 2002. The efficacy of micro-injected imidacloprid and oxydemeton-methyl on red gum eucalyptus trees (*Eucalyptus camaldulensis*) infested with red gum lerp psyllid (*Glycaspis brimblecombei*). *Journal of Arboriculture* 28(3): 144-147.

APÉNDICES

APÉNDICE 1. Análisis estadístico para punto de muestreo Lampa.

Prueba F para similitud de varianzas en el punto de muestreo Lampa.

Nivel de Significación	0,05
Muestra de Población 1	
Tamaño muestral	4
Desviación estándar muestral	0,269
Muestra de Población 2	
Tamaño muestral	4
Desviación estándar muestral	0,163
Estadístico de prueba F	2,724
Grados de libertad de la muestra población 1	3
Grados de libertad de la muestra población 2	3
Prueba de dos colas	
Valor crítico inferior	0,065
Valor crítico superior	15,440

Debido a que el valor F de tabla (estadístico F) se encuentra dentro de la región factible, no hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas entre las poblaciones independientes.

Décima t para diferencia de medias en el punto de muestreo Lampa.

Nivel de Significación	0,05
Muestra de la Población 1	
Media Muestral	0,375
Tamaño muestral	4
Desviación estándar de la muestra	0,269
Grados de libertad de la muestra de la población 1	3
Muestra de la Población 2	
Media Muestral	0,328
Tamaño muestral	4
Desviación estándar de la muestra	0,163
Grados de libertad de la muestra de la población 2	3
Grados de libertad totales	6
Varianza conjunta	0,049
Diferencia entre las medias muestrales	0,047
Estadístico de Prueba t	0,299
Prueba de dos colas	
Valor crítico inferior	-2,447
Valor crítico superior	2,447

Debido a que el valor t de tabla (estadístico t) se encuentra dentro de la región factible, no hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre las poblaciones independientes.

APÉNDICE 2. Análisis estadístico para punto de muestreo Santiago.

Prueba F para similitud de varianzas en el punto de muestreo Santiago.

Nivel de Significación	0,05
Muestra de Población 1	
Tamaño muestral	4
Desviación estándar muestral	0,242
Muestra de Población 2	
Tamaño muestral	4
Desviación estándar muestral	0,19
Estadístico de prueba F	1,622
Grados de libertad de la muestra población 1	3
Grados de libertad de la muestra población 2	3
Prueba de dos colas	
Valor crítico inferior	0,065
Valor crítico superior	15,439

Debido a que el valor F de tabla (estadístico F) se encuentra dentro de la región factible, no hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas entre las poblaciones independientes.

Décima t para diferencia de medias en el punto de muestreo Santiago.

Nivel de Significación	0,05
Muestra de la Población 1	
Media Muestral	0,632
Tamaño muestral	4
Desviación estándar de la muestra	0,242
Grados de libertad de la muestra de la población 1	3
Muestra de la Población 2	
Media Muestral	0,675
Tamaño muestral	4
Desviación estándar de la muestra	0,19
Grados de libertad de la muestra de la población 2	3
Grados de libertad totales	6
Varianza conjunta	0,047
Diferencia entre las medias muestrales	-0,043
Estadístico de Prueba t	-0,280
Prueba de dos colas	
Valor crítico inferior	-2,447
Valor crítico superior	2,447

Debido a que el valor t de tabla (estadístico t) se encuentra dentro de la región factible, no hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre las poblaciones independientes.

APÉNDICE 3. Análisis estadístico para *E. camaldulensis*.

Prueba F para similitud de varianzas en E. camaldulensis entre puntos de muestreo Colina y Santiago.

Nivel de Significación	0,05
Muestra de Población 1	
Tamaño muestral	4
Desviación estándar muestral	0,242
Muestra de Población 2	
Tamaño muestral	4
Desviación estándar muestral	0,064
Estadístico de prueba F	14,298
Grados de libertad de la muestra población 1	3
Grados de libertad de la muestra población 2	3
Prueba de dos colas	
Valor crítico inferior	0,065
Valor crítico superior	15,439

Debido a que el valor F de tabla (estadístico F) se encuentra dentro de la región factible, no hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas entre las poblaciones independientes.

Décima t para diferencia de medias en E. camaldulensis entre puntos de muestreo Colina y Santiago.

Nivel de Significación	0,05
Muestra de la Población 1	
Media Muestral	0,632
Tamaño muestral	4
Desviación estándar de la muestra	0,242
Grados de libertad de la muestra de la población 1	3
Muestra de la Población 2	
Media Muestral	0,177
Tamaño muestral	4
Desviación estándar de la muestra	0,064
Grados de libertad de la muestra de la población 2	3
Grados de libertad totales	6
Varianza conjunta	0,031
Diferencia entre las medias muestrales	0,455
Estadístico de Prueba t	3,635
Prueba de dos colas	
Valor crítico inferior	-2,447
Valor crítico superior	2,447

Debido a que el valor t de tabla (estadístico t) se encuentra fuera de la región factible, hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre las poblaciones independientes.