

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

ASPECTOS BIONÓMICOS DEL PARASITOIDE *Psyllaephagus bliteus* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) Y SU INTERACCIÓN CON SU HOSPEDANTE *Glycaspis brimblecombei* MOORE (PSYLLOIDEA: SPONDYLIASPIDIDAE)

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES**

P R E S E N T A

ABEL PLASCENCIA GONZÁLEZ

**Junio de 2003
Chapingo, Estado de México**



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



ASPECTOS BIONÓMICOS DEL PARASITOIDE *Psyllaephagus bliteus* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) Y SU INTERACCIÓN CON SU HOSPEDANTE *Glycaspis brimblecombei* MOORE (PSYLLOIDEA: SPONDYLIASPIDIDAE).

Tesis realizada por **Abel Plascencia González** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR:



DR. DAVID CIBRIÁN TOVAR

ASESORA:



DRA. CELINA LLANDERAL CÁZARES

ASESOR:



DR. JOSÉ TULIO MÉNDEZ MONTIEL

DEDICATORIA

A Dios, por haberme brindado la oportunidad de continuar con esta etapa.

A quienes son parte de mi vida, Joan e Ivón, ya que sin su valioso apoyo no habría logrado este objetivo.

A mis Padres: Alberto Plascencia Muñoz y Octavia González Martínez

A mis Hermanos: J. Carlos, Yamel, Gil y Luis Alberto.

A mi Cuñada: Lilia

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado durante mis estudios de Maestría.

A la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo por facilitarme las instalaciones del insectario e invernadero y proporcionarme los conocimientos para seguir con mi desarrollo profesional.

Al Dr. David Cibrián Tovar por todo su apoyo en la investigación, por cada una de sus sugerencias y observaciones, pero ante todo por ser una gran persona.

A la Dra. Celina Llanderal Cazares por cada una de sus valiosas sugerencias y observaciones.

Al Dr. José Tulio Méndez Montiel por sus sugerencias y observaciones en la presente investigación.

Al Ing. Bonifacio Don Juan Macias por su valioso apoyo en la toma de datos.

Al Ing. Victor Javier Arriola Padilla por la ayuda en el levantamiento de datos para la realización de esta investigación.

Al Dr. Jorge Valdés Carrasco, por su apoyo en la toma de fotografías.

A la M. en C. Ivón López Pérez, por su invaluable apoyo y su dedicación en la realización de esta investigación.

Al M. en C. Javier Arcos Roa por el apoyo brindado en el análisis estadístico y sobre todo por su valiosa amistad.

A mis compañeros y amigos del proyecto de control biológico Víctor, Silvia, Reymundo, Bonifacio, Wences, Aminta, y Guadalupe, por todo el apoyo que me brindaron en la realización de la investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor Nació el 22 de Octubre de 1975 en la comunidad de Vicente Guerrero perteneciente al municipio de Pacula, Estado de Hidalgo. En 1981, ingresa a la Escuela Primaria Ignacio Zaragoza, en el periodo de 1987-1990 realiza sus estudios en la Secundaria Federal Justo Sierra, en el año de 1991 ingresa a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo y continua su carrera, en el año de 1994, en la División de Ciencias Forestales, egresando en el año de 1998 como Ingeniero Forestal con Orientación en Economía y Ordenación presentando la tesis titulada Ecofisiografía y productividad de *Pinus cembroides* Zucc. En "Sierra de Órganos" Municipio de Sombrerete, Zacatecas, el día 11 de Diciembre de 1998, para esta fecha ya estaba laborando en el Bufete de Ingenieros Forestales Asociados en Toluca Edo. de México, posteriormente en el año de 1999 se traslada a laborar en la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) Delegación Querétaro, Coordinación Regional Jalpan de Serra. En Agosto de 2000, ingresa al programa de Postgrado de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, y de Enero de 2002 a Enero de 2003 participó en el programa de control biológico de la plaga del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* mediante el parasitoide *Psyllaephagus bliteus*. Actualmente se encuentra laborando en la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM) como jefe del departamento de Sanidad Forestal.

ASPECTOS BIONÓMICOS DEL PARASITOIDE *Psyllaephagus bliteus* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) Y SU INTERACCIÓN CON SU HOSPEDANTE *Glycaspis brimblecombei* MOORE (PSYLLOIDEA: SPONDYLIASPIDIDAE)

RESUMEN

En Chapingo, México, fueron estudiados varios aspectos de la biología del parasitoide *Psyllaephagus bliteus*. Se describe el huevo, larva, pupa y adultos. Los huevos son depositados dentro del abdomen del segundo, tercer o cuarto ínstar ninfal de su hospedante *Glycaspis brimblecombei*. La larva y la pupa del parasitoide se desarrollan dentro del cuerpo de la ninfa. El dimorfismo sexual entre la hembra y el macho es evidente, las antenas son diferentes en ambos sexos. El ciclo biológico del parasitoide es de 16.3 a 41.6 días y está influenciado por las condiciones ambientales. En cajas de cría con plantas de *Eucalyptus camaldulensis* infestadas con *G. brimblecombei*, se obtuvo una progenie promedio de 17 individuos, con una proporción de sexos ligeramente mayor en hembras (1.1♀:1♂). En las cajas donde se liberaron parasitoides se observó una reducción significativa ($\alpha=0.05$) de la población de *G. brimblecombei*.

Palabras clave: *Glycaspis brimblecombei*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Psyllaephagus bliteus*, control biológico, plaga forestal.

SEVERAL ASPECTS ON BIOLOGY OF *Psyllaephagus bliteus* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) AND ITS INTERACTION WITH HOST *Glycaspis brimblecombei* MOORE (PSYLLOIDEA: SPONDYLIASPIDIDAE)

SUMMARY

Several aspects of biology of *Psyllaephagus bliteus* were studied in Chapingo, México. Descriptions of eggs, larvae, pupae and adults are provided. Eggs are deposited inside the abdomen of second, third or fourth nymphal instar of the host, *Glycaspis brimblecombei*. Both larvae and pupae of the parasitoid develops inside the nymph body. Sexual dimorphism between male and female are obvious, antennae are strongly different in both sexes. Life cycle of parasitoid requires from 16.3 to 41.6 days to be completed because it is highly influenced by environmental conditions. In rearing cages with *Eucalyptus camaldulensis* infested with *Glycaspis brimblecombei*, the average number of parasitoid progeny was 17 new adults per female (minimum 4 and maximum 46) sexual ratio was lightly favored females (1.1♀:1♂). In rearing cages where parasitoids were released, a significative reduction ($p=0.05$) in the *G. brimblecombei* population was observed.

Key words. *Glycaspis brimblecombei*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Psyllaephagus bliteus*, biological control, forest pest.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN-----	1
2. OBJETIVOS-----	2
3. REVISIÓN DE LITERATURA-----	3
3.1. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> -----	3
3.2. <i>Glycaspis brimblecombei</i> -----	6
3.2.1. Origen-----	6
3.2.2. Hospedantes-----	6
3.2.3. Identificación y distribución del insecto en México	6
3.2.4. Descripción-----	7
3.2.5. Ciclo biológico-----	9
3.3. <i>Psyllaephagus</i> -----	9
3.3.1. Familia Encyrtidae-----	9
3.3.2. Ubicación taxonómica de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS-----	15
4.1. Descripción del área de trabajo-----	15
4.2. Descripción del invernadero-----	15

4.3.	Descripción de las cajas de cría de <i>Glycaspis</i> <i>brimblecombei</i> y <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	15
4.4.	Descripción de los árboles hospedantes-----	16
4.5.	Infestación de <i>G. brimblecombei</i> en planta confinada---	17
4.6.	Descripción de la infestación de <i>P. bliteus</i> en poblaciones confinadas de <i>G. brimblecombei</i> -----	17
4.7.	Descripción y medición de estados de desarrollo de <i>P. bliteus</i> -----	18
4.8.	Determinación del tiempo de desarrollo y proporción de sexos de <i>P. bliteus</i> -----	19
4.9.	Interacción poblacional entre <i>G. brimblecombei</i> y <i>P.</i> <i>bliteus</i> -----	20
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	24
5.1.	Descripción del parasitoide <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	24
5.1.1.	Huevecillo y tubo respiratorio-----	24
5.1.2.	Larva-----	25
5.1.3.	Pupa y momia-----	27
5.1.4.	Adulto-----	29
5.2.	Tiempo de desarrollo de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	32
5.2.1.	Análisis estadístico-----	34

5.3. Emergencia y proporción de sexos de <i>Psyllaephagus</i> <i>bliteus</i> en cajas de cría-----	36
5.3.1. Número de individuos adultos por hembra de <i>P.</i> <i>bliteus</i> -----	38
5.4. Desarrollo de poblaciones de <i>Glycaspis brimblecombei</i> en cajas de cría, bajo la influencia de <i>P. bliteus</i> -----	39
5.4.1. Desarrollo de la población de <i>G. brimblecombei</i> en cajas testigo (Tratamiento 0)-----	41
5.4.2. Desarrollo de la población de <i>G. brimblecombei</i> en cajas con tratamiento 1 (una pareja de <i>P. bliteus</i> por caja)-----	42
5.4.3. Desarrollo de la población de <i>G. brimblecombei</i> en cajas con tratamiento 2 (cinco parejas de <i>P. bliteus</i> por caja)-----	43
5.4.4. Desarrollo de la población de <i>G. brimblecombei</i> en cajas con tratamiento 3 (diez parejas de <i>P. bliteus</i> por caja)-----	44
5.4.5. Producción de psílidos en la mesa 1 y mesa 2-----	47
5.5. Producción de parasitoides en las cajas de cría-----	49
6. CONCLUSIONES-----	52

7. LITERATURA CITADA-----	54
8. APENDICE-----	57

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Cajas de cría de <i>Glycaspis brimblecombei</i> -----	16
2. Trampa y plantilla para conteo de psíidos muertos-----	22
3. Huevo y tubo respiratorio de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	24
4. Larva de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	26
5. Pupa de <i>P. Psyllaephagus bliteus</i> -----	28
6. Adultos de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	30
7. Tiempo de desarrollo de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	33
8. Fluctuación de la cosecha de <i>P. bliteus</i> en cajas de cría en diferentes meses del año y en condiciones de invernadero-----	37
9. Progenie promedio por hembra de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	38
10. Número acumulado de <i>Glycaspis brimblecombei</i> , son valores promedio de insectos muertos recolectados de cajas de cría durante 22 semanas, a partir de la introducción de parasitoides de la especie <i>Psyllaephagus bliteus</i> en tres de cuatro tratamientos-----	40
11. Variación en la recolección de individuos muertos en las cajas sin parasitoide (tratamiento 0). Los datos son promedios de dos cajas. Chapingo, México. 2002-----	42

12. Variación en la recolección de individuos muertos en las cajas con una pareja de parasitoides (tratamiento 1). Los datos son promedios de tres cajas. Chapingo, México. 2002-----	43
13. Variación en la recolección de individuos muertos de <i>Psyllaephagus bliteus</i> en las cajas con cinco parejas de parasitoides (tratamiento 2). Los datos son promedios de tres cajas. Chapingo, México. 2002.-----	44
14. Variación en la recolección de individuos muertos de <i>Psyllaephagus bliteus</i> en las cajas con 10 parejas de parasitoides (tratamiento 3). Los datos son promedios de tres cajas. Chapingo, México. 2002-----	45
15. Ubicación y separación de las cajas dentro del invernadero-----	46

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Asignación de tratamientos con parejas de parasitoides <i>Psyllaephagus bliteus</i> en cajas que tuvieron plantas de eucalipto infestadas con el psílido <i>Glycaspis brimblecombei</i> . Chapingo, México, 2002-----	21
2. Dimensiones del huevecillo de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	25
3. Dimensiones de la larva madura de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	26
4. Dimensiones de la pupa de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	27
5. Dimensiones promedio del adulto de <i>Psyllaephagus bliteus</i> -----	31
6. Análisis de varianza para el tiempo de desarrollo de <i>Glycaspis brimblecombei</i> -----	35
7. Análisis de varianza de temperatura y humedad relativa-----	35
8. Cantidad de psílicos muertos colectados por caja-----	47
9. Población de psílicos muertos-----	47
10. Control biológico máximo y mínimo de <i>Psyllaephagus bliteus</i> sobre <i>Glycaspis brimblecombei</i> -----	48
11. Número de individuos de <i>Psyllaephagus bliteus</i> obtenidos por tratamiento-----	49
12. Proporción de sexos y parasitoides obtenidos durante el experimento-----	51

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Cibrián (2002) a mediados de 2001, en México se presentó una plaga que afectó a los árboles de eucalipto, especialmente a *Eucalyptus camaldulensis*; este árbol ha sido extensamente plantado en áreas urbanas con fines de recuperación de suelo. La plaga, llamada *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psylloidea: Spondyliaspidae), es originaria de Australia y se conoce comúnmente como conchuela del eucalipto. Las infestaciones por este insecto causaron la defoliación y en algunos casos la muerte de árboles en 24 estados del país, por lo que se le consideró de gran importancia. La principal estrategia para el control de esta plaga fue mediante un control biológico clásico con el parasitoide *Psyllaephagus bliteus* originario de Australia, con el que se hicieron liberaciones en varios lugares de México. En un proyecto de control biológico de este tipo es necesario conocer aspectos biológicos del parasitoide en el área de introducción y evaluar el comportamiento poblacional de la interacción entre la plaga y el parasitoide. Para esto, se desarrolló la presente investigación con los objetivos siguientes.

2. OBJETIVOS

- Describir aspectos biológicos del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* y estimar su capacidad reproductiva.
- Determinar en confinamiento la interacción del parasitoide *Psyllaephagus bliteus*, con su hospedante *Glycaspis brimblecombei*.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. *Eucalyptus camaldulensis*

E. camaldulensis es la especie de eucalipto que más se planta en las zonas subhúmedas y húmedas de México, ya que es una de las especies que mejores resultados ha mostrado en estas áreas. La especie es de rápido crecimiento y su utilización como árbol urbano es extensiva en la mayoría de las ciudades del altiplano (Ramírez, 1977).

La especie es nativa de Australia, donde está ampliamente distribuida, ocupando masas puras a lo largo de los ríos. Esta amplia distribución le lleva a presentar una enorme variabilidad genética y en consecuencia, le concede un enorme potencial de selección. Otras especies australianas son *E. camaldulensis* var. *obtusa*, *E. camaldulensis* var. *pendula* y *E. camaldulensis* var. *subcinerea* (Hall et al. 1970). Junto con *E. grandis* y *E. globulus*, es una de las especies de eucalipto más ampliamente plantada en el mundo y para 1980 existían aproximadamente 500, 000 ha plantadas en Alto Volta, Argentina, Egipto, Estados Unidos, España, Kenya, Marruecos, Nigeria, Pakistán, Senegal, Sierra Leona, Sri Lanka, Sudán, Tanzania, Uruguay y Zimbabwe. (N.A.S., 1980).

E. camaldulensis es una especie siempre verde, de 24-40 m de altura, aunque puede alcanzar hasta 50 m y 1.5 –2 m de diámetro en algunas regiones de Australia. Es un árbol monoico con copa generalmente extendida e irregular, sombra media; ramas péndulas. Ramillas terminales rojizas, largas y delgadas que cuelgan en ángulos agudos. Forma un sistema radicular profundo y bastante amplio. Se pueden formar raíces aéreas en el tronco (Montoya, 1995).

Las hojas presentan dimorfismo foliar, las jóvenes son más anchas que las adultas, opuestas y posteriormente alternas, pecioladas; las adultas son poco olorosas, alternas, péndulas, pecioladas, recurvadas, delgadas y largamente acuminadas o bien oblongo-lanceoladas, de borde liso, glabras, color verde opaco en el haz y el envés ocasionalmente es gris (Mangieri y Dimitri, 1983).

Flores blanquecinas, pequeñas, dispuestas en umbelas axilares con 3 a 25 flores (generalmente más de 8), con botones florales de forma ovalada, de base semiredonda y cubierta larga, cónica, punteada o rostrada. Los botones miden de 4 a 5 mm de diámetro, con el tubo del receptáculo hemisférico y opérculo rostrado; estambres doblados en el botón floral, anteras con tecas paralelas. Frutos o cápsulas seminales hemisféricos de 5 a 7 mm de diámetro, con el reborde convexo y bien notable, generalmente en ramilletes al final de pecíolos delgados, de color ligeramente marrón, con una tapa redonda con 3 –4 dientes

prominentes de casi 2 mm de longitud, elevados y curvados hacia adentro, semillas numerosas y pequeñas, angulosas, de color amarillo dorado, ligeramente marrón, aproximadamente de 110000 a 220000 semillas por kilogramo (Cruz, 2000).

Los factores que limitan el crecimiento del árbol son la presencia de malezas, las primeras etapas del establecimiento, suelos vertisoles o suelos arenosos con poca retención de humedad. En plantaciones se han presentado ataques de hormigas defoliadoras (*Atta* spp.) y también se han reportado ataques del hongo *Cylindrocladium* sp. En la mayoría de los países de América Central se han visto ataques del cancro *Cryphonectria cubensis* cuando se han plantado en suelos muy compactados o superficiales, que impiden el desarrollo radicular (Cruz, 2000). Cibrián (comunicación personal)¹ menciona que esta especie es altamente susceptible a la conchuela del eucalipto *Glycaspis brimblecombei*.

¹ David Cibrián Tovar. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

3.2. *Glycaspis brimblecombei*.

3.2.1. Origen.

Glycaspis brimblecombei, la conchuela del eucalipto, es originaria de Australia y fue descrita por Moore de especímenes colectados sobre *Eucalyptus globulus* en la localidad de Brisbane (Dahlsten y Rowney, 2000).

3.2.2. Hospedantes.

Se reportan como hospedantes de *G. brimblecombei* a *Eucalyptus camaldulensis* (= *E. rostrata*), *E. diversicolor*, *E. sideroxylon*, *E. cladocalyx*, *E. viminalis*, *E. citriodora*, *E. lehmannii*, *E. nicholii*, *E. brassiana*, *E. mannifera*, *E. cornuta*, *E. botroyides*, *E. deglupta*, *E. marginata*, *E. punctata*, *E. rudis*, y *E. robusta*, *E. blakelyi*, *E. bridgesiana*, *E. dealbata*, *E. nitens*, *E. tereticornis*, *E. grandis* y *E. globulus* (Cibrián, 2002).

3.2.3. Identificación y distribución del insecto en México

En septiembre de 2000, personal del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), dependencia de la Secretaría de Marina, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), reconoció las primeras infestaciones en los viveros forestales de Baja California y solicitó asesoría al Dr. David Cibrián Tovar, quién realizó un viaje conjunto con el Biol. José Cibrián Tovar a Tijuana y al Estado de California, donde fueron atendidos por personal del Departamento de

Agricultura de Estados Unidos (USDA). En este viaje encontraron eucaliptos dañados por el psílido *G. brimblecombei*, e hicieron colectas, las cuales están depositadas en la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.

Durante el mes de enero del 2001, profesores investigadores del Laboratorio de Parasitología del Instituto de Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara enviaron material plagado (ramillas con hojas) al Laboratorio de Parasitología Forestal de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo para su identificación. El material fue examinado por el Ing. Rodolfo Campos Bolaños y por comparación con el material colectado en Tijuana y la revisión de Literatura en Internet, se constató que se trataba de *G. brimblecombei*, procediendo a tomar fotografías de daños, adultos, ninfas y huevecillos. Para diciembre de 2002 se detectó en 24 entidades Federativas de México, desde Baja California hasta Oaxaca (Cibrián, comunicación personal)²

3.2.4. Descripción

Glycaspis brimblecombei pasa por cinco instares ninfales. La ninfa forma una cubierta, llamada conchuela (lerp) de color blanco, que se asemeja a una escama, la cual está compuesta por azúcares y cera y tiene una textura

² David Cibrián Tovar. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

cristalina, con escasas proyecciones a manera de hilos. En las ninfas de los instares avanzados tiene la apariencia de una concha de color oscuro, debido a que se cubre de fumagina. Las conchuelas miden en promedio 3 mm de ancho y 2 mm de alto.

Los adultos alados (hembras y machos) son de cuerpo delgado y miden 3. 2 mm de longitud. Su cuerpo es de color verde claro con manchas amarillas y naranja, las alas son transparentes y generalmente en posición de tejado de dos aguas sobre el abdomen. Los adultos difieren de otras especies de psílidos que se han reportado para México, porque presentan dos proyecciones largas llamadas conos genales, que se encuentran en la cabeza debajo de cada ojo. Los huevos son pequeños, de color amarillo intenso, de forma ovoide y son depositados por la hembra en forma individual o en grupos dispersos en el haz o en el envés de las hojas. Las ninfas en sus primeras etapas de desarrollo son de color amarillo y con rudimentos alares pequeños. Las ninfas de instares mayores presentan alas rudimentarias de color negro y su abdomen es de color amarillo verde- azulado y morado; generalmente no se mueven e introducen su estilete en el tejido de las hojas para succionar la savia (Sánchez, 2003.)

3.2.5. Ciclo biológico

Las hembras depositan sus huevos en las hojas y en brotes jóvenes de los eucaliptos. De los huevos emergen las ninfas jóvenes que excretan mielecilla por la parte posterior del abdomen y forman una cubierta en forma de concha constituida por azúcar cristalizada. Pasan por varios estadios de desarrollo y cuando han completado su desarrollo, los adultos alados dejan la concha protectora y vuelan a nuevas hojas en los árboles de eucalipto para alimentarse de la savia, copular y comenzar a depositar huevecillos. En Australia se presentan de dos a cuatro generaciones por año, mientras que en México el número de generaciones es mayor, especialmente durante los meses secos y cálidos del año en primavera y verano (Sánchez, 2003.).

3.3. *Psyllaephagus*

El género *Psyllaephagus* pertenece a la familia Encyrtidae, por ello se presenta una introducción a la familia y algunos ejemplos de control biológico con especies que a ella pertenecen.

3.3.1. Familia Encyrtidae (González y Woolley, 2001)

“La familia Encyrtidae, incluida en la superfamilia Chalcidoidea, es una de las más numerosas y diversas de los insectos; se encuentra distribuida en todas las regiones zoogeográficas en el mundo. Se han descrito alrededor de 3,200

especies agrupadas en 450 géneros válidos. En México se estima la presencia de aproximadamente 500 géneros, pero constantemente se están incorporando nuevos géneros y especies. Los encírtidos son de gran valor en el control biológico de plagas agrícolas, principalmente de homópteros. Se presentan comúnmente sobre un amplio rango de hospedantes en diferentes órdenes de insectos como Hemiptera, Homoptera, Blattodea, Orthoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera y de ácaros. La familia Encyrtidae ocupa el segundo lugar en el número de casos exitosos de control biológico. Un total de 241 especies diferentes de Encyrtidae se emplearon en proyectos de control biológico dirigidos a 134 especies de 30 familias y 9 órdenes de insectos y ácaros. Se obtuvieron niveles útiles de control en 168 proyectos en campo y en 43 en invernadero (Noyes y Hayat, 1994). Muchas especies de Encyrtidae atacan Homoptera, particularmente al suborden *Sternorrhyncha*. En México y al sur de Texas se logró la regulación de la escama de los pastos *Antonina graminis* a través de liberaciones del encírtido *Neodusmentia sangwani*. (Coronado y Sosa, 1966; Dean, 1960; Noyes *et al.*, 1997). El potencial de los encírtidos como agentes de control biológico ha sido ilustrado por Noyes y Woolley (1994), quienes describieron una nueva especie perteneciente al nuevo género *Paweneus*. Esta especie es parasitoide de los huevecillos de *Tettigoniidae* en Tamaulipas y Nuevo León, abriéndose la posibilidad de usar el control biológico sobre estos grupos que incluyen plagas como la grilleta o la chiva de los cítricos, entre otros”.

Hodkinson (1999) reporta que el parasitoide australiano *Psyllaephagus pilosus* fue introducido a California, Gran Bretaña, y Francia, para controlar al psílido del eucalipto *Ctenarytaina eucalypti*. En cada lugar donde fue introducido se estableció rápidamente dando como resultado una gran disminución en la población del psílido y también colonizó áreas adyacentes.

Dahlsten *et al.* (1998) también describe el éxito de control biológico del psílido *Ctenarytaina eucalypti* en California. Este autor introdujo de Australia, poblaciones del parasitoide *P. pilosus*. En pocos años se logró el control del insecto y el parasitoide se desarrolló rápidamente en toda el área de distribución de los hospedantes *Eucalyptus globulus* y *E. cinnerea*.

Cibrián (comunicación personal)³ afirma que *Psyllaephagus pilosus* se encuentra ampliamente distribuido en México, desarrollando un control biológico exitoso de *Ctenarytaina eucalypti*.

³ David Cibrián Tovar. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

3.3.2. Ubicación taxonómica de *Psyllaephagus bliteus* (Zuparko, 1996)

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Superfamilia: Chalcidoidea

Familia: Encyrtidae

Subfamilia: Encyrtinae

Tribu: Trechnitini

Género: *Psyllaephagus*

Especie: *P. bliteus*

Zuparko (1996) clasificó a la hembra como *Psyllaephagus bliteus* y al macho como *P. quadricyclus* debido a que existe una gran diferencia en las antenas entre ambos sexos; sin embargo, en 1999, Dahlsten (citado por Roltsch, *et al.* 2002) colectó varios parasitoides en Australia para controlar al psílido del eucalipto en California. Dentro estos parasitoides estuvieron *P. bliteus* y *P. quadricyclus* y al someterlos a cuarentena y desarrollar crías, reconoció que se trataba de la misma especie. El nombre *P. bliteus* tuvo prioridad sobre *P. quadricyclus*; de tal manera que el nombre válido para la especie es el primero y el segundo quedó como sinónimo.

P. bliteus es un insecto originario de Australia y es parasitoide específico de *Glycaspis brimblecombei*. El ciclo de vida es similar al de *G. brimblecombei* y puede tener varias generaciones por año. En estudios en Chapingo se ha demostrado que se requieren de tres a cinco semanas para la conclusión de los ciclos. Existe partenogénesis arrenotokia, es decir, las hembras sin copular dan origen a machos (Cibrián, 2002).

Roltsch *et al.* (2002) mencionan que en 1999, en California fue aprobado el uso de *P. bliteus* para el control de *G. brimblecombei*. Al inicio del programa se tuvieron contempladas de una a tres plantas infestadas por caja de cría y se liberaron parasitoides dentro de éstas en una proporción de 40 a 100 ninfas de segundo a quinto instar de *G. brimblecombei* por cada hembra de *P. bliteus*. Los resultados mostraron que las primeras generaciones fueron muy pequeñas y que la proporción de machos rebasó el 50 %. Cuando las cajas que contenían varias plantas se mantuvieron de seis a ocho semanas se observó que la producción de parasitoides y la cantidad de hembras aumentó. Como resultado de este ensayo el siguiente paso fue mejorar el proceso y fue entonces cuando empezaron a liberar cuatro parejas de parasitoides por cada caja que contenía de dos a tres plantas.

Para septiembre de 2001 se utilizaron 20 cajas, cada una de las cuales se utilizó durante varios meses removiendo el exceso de psílicos adultos y

adicionándolos a cajas donde se tenía deficiencia de estos. Los parasitoides fueron colectados de dos a tres veces por semana. En cada colecta, los parasitoides se removieron de las cajas a excepción de cuatro parejas. Con el tiempo, las plantas fueron remplazadas por otras infestadas con nuevos psílidos. Para septiembre de 2001 también se mejoraron los controles de luz y temperatura, de manera que se mantuvo una temperatura entre los 23 y 29 °C y un fotoperíodo de 16 horas luz utilizando lámparas de sodio a alta presión. Las modificaciones fueron muy notorias y después de seis a ocho semanas se registraron de 30 a 60 parasitoides por caja por semana. Ellos descubrieron que se elevó la producción de parasitoides a partir de septiembre y que la proporción sexual se mantuvo relativamente estable, ya que fue de 1:1. Todos los parasitoides colectados fueron liberados en el Estado de California.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción del área de trabajo

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero del Laboratorio de Entomología Forestal de la División de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma Chapingo, de junio a diciembre de 2002.

4.2. Descripción del invernadero

El invernadero tuvo paredes de malla antiáfidos y cubiertas de plástico; las condiciones de temperatura y humedad del invernadero estuvieron afectadas por las del medio ambiente externo.

4.3. Descripción de cajas de cría de *Glycaspis brimblecombei* y *Psyllaephagus bliteus*

En el presente trabajo se utilizaron para varias actividades cajas de cría de 80 cm de alto, 40 cm de ancho y 45 cm de profundidad. La estructura estuvo formada por marcos de madera; la paredes posteriores y laterales se forraron con tela de organza; el frente y el techo de la caja era de cristal y la base de triplay; la puerta frontal y la lateral izquierda con placas de madera con una abertura circular, a la cual estaba fijada una manga de tela, o sea dos mangas por caja para introducir diferentes objetos dentro de la caja sin abrir la puerta;

(figura 1). Se colocaron dos plantas de eucalipto por caja, con un total de 12 cajas y 24 plantas.

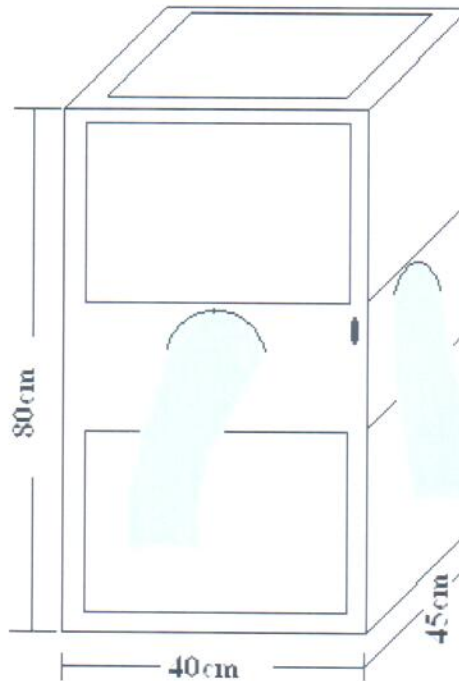


Figura 1. Cajas de cría de *Glycaspis brimblecombei*.
Chapingo, México, 2002.

4.4. Descripción de los árboles hospedantes

Se utilizaron árboles de *Eucalyptus camaldulensis* de aproximadamente 80 cm de altura, con abundante follaje, plantados en contenedores de 30 cm de altura por 30 cm de diámetro en un sustrato de corteza de pino enriquecida con fertilizante (Osmocote®), en dosis de 20 g por maceta. A cada planta se le colocó en la base del cuello un trozo de malla de organza, para que los psílicos que murieron se pudieran localizar en la superficie del contenedor de la planta.

4.5. Infestación de *Glycaspis brimblecombei* en planta confinada

Los adultos de *G. brimblecombei* se colectaron en árboles de eucalipto de la parte sur del Campus universitario, que presentaban altas poblaciones de psílicos; los insectos se capturaron mediante sacudido de las ramas sobre un marco de 90X40 cm forrado con tela de color amarillo y después fueron recogidos con un aspirador en frascos de vidrio de 10 cm de altura. Los insectos capturados se colocaron en una caja para ser contados y separados por sexo; por cada dos plantas a infestar se colocaron 100 machos y 100 hembras y una vez contabilizados y separados por sexo se liberaron en cada una de las cajas. A los 30 días de la fecha de introducción se extrajeron los primeros adultos muertos y se inició el registro de datos de mortalidad de adultos.

4.6. Descripción de la infestación de *Psyllaephagus bliteus* en poblaciones confinadas de *G. brimblecombei*

Cuando existió una población establecida y numerosa de ninfas de *G. brimblecombei*, se introdujeron los parasitoides obtenidos de cajas de cría destinadas para su reproducción en un proyecto de control biológico del psílido financiado por el Gobierno del Distrito Federal; los parasitoides colectados fueron recolectados, sexados y almacenados para su posterior uso en el experimento que se describe posteriormente.

4.7. Descripción de los estados de desarrollo de *Psyllaephagus bliteus*

Para la descripción de los estados de desarrollo de *P. bliteus* se utilizaron 140 ejemplares, de los cuales 25 fueron huevecillos, 30 larvas, 25 pupas y 60 adultos; estos parasitoides fueron colectados de cajas de cría que estaban destinadas a la reproducción de parasitoides en el proyecto de control biológico de *Glycaspis brimblecombei* antes mencionado.

Se realizaron mediciones de longitud y anchura a huevecillos, larvas, pupas y adultos de *P. bliteus*. Para las mediciones se utilizó un microscopio estereoscópico equipado con regleta. Para observar las características de los huevecillos dentro de las ninfas de *G. brimblecombei*, se colectaron ninfas de diferentes instares en las cajas de cría. Las ninfas fueron sacrificadas en alcohol 70%; posteriormente se procedió a transparentar el cuerpo con una técnica de aclarado de insectos propuesta por Caltagirone (comunicación personal)⁴, la cual consistió en mezclar 10 partes de cloral hidratado, 10 partes de fenol y una parte de agua. Las ninfas se depositaron en esta solución y se dejaron ahí durante dos horas. Una vez aclaradas, se buscaron ninfas que estuvieran parasitadas, en las que el huevecillo del parasitoide fuera evidente. Las ninfas que tuvieron huevecillos se montaron en portaobjetos y bajo el microscopio se midió la longitud y anchura del huevo y del tubo respiratorio que

⁴ Leopoldo Caltagirone. University of California at Berkeley

lo conecta al exterior de la ninfa; finalmente se calcularon la media y la desviación estándar para cada variable.

Para la obtención de larvas y pupas del parasitoide se colectaron ninfas parasitadas de las cajas de cría, las cuales se reconocen por su poca movilidad y por presentar dilatación del cuerpo, que además cambia a un color cremoso. Cada larva y pupa fueron separadas de la ninfa huésped previamente sacrificada en alcohol; bajo el microscopio estereoscópico se les midió la longitud y la anchura del cuerpo y con los datos se calculó la media y la desviación estándar. Para huevecillos, larvas y pupas se hizo una descripción de las características del cuerpo. La descripción de los adultos se realizó con 60 ejemplares de *P. bliteus*, 30 hembras y 30 machos, los cuales se colectaron de las cajas de cría, y se introdujeron en agua hirviendo para que mantuvieran su tamaño y forma a fin de realizar las mediciones de largo del cuerpo, antenas y alas, así como la anchura de abdomen, alas y cabeza.

4.8. Determinación del tiempo de desarrollo y proporción de sexos de *P. bliteus*

Durante 2002, en el invernadero de la División de Ciencias Forestales se mantuvo una cría de parasitoides, cuyos adultos fueron liberados en la Ciudad de México como parte de un proyecto de control biológico clásico. Estos parasitoides se produjeron en 82 cajas en cada una de las cuales se llevó un registro preciso de las fechas de introducción de adultos de *P. bliteus* y de la

producción diaria de cada caja, tanto de hembras como de machos. En el Anexo 1 del Apéndice se muestran las fechas de introducción de adultos y el número de machos y hembras en cada una de ellas.

En la Universidad Autónoma Chapingo se tiene instalada una estación meteorológica que registra diariamente temperatura y humedad relativa; estos datos se utilizaron en la interpretación de las estimaciones del ciclo biológico del parasitoide; la justificación para usar estos datos descansa en que diariamente se levantaron las cortinas de plástico y hubo una evidente influencia de la temperatura y humedad externa. Los datos se analizaron con el programa SAS para Windows versión 8; con Proc glm; se generó un análisis de varianza (ANOVA) para observar estadísticamente que la variación en el tiempo de desarrollo del parasitoide se da conforme varían los meses; también se hizo una comparación de medias de Tukey y se construyó otro ANOVA para ver la influencia de temperatura en el tiempo de desarrollo (SAS, 1990).

4.9. Interacción poblacional entre *Glycaspis brimblecombei* y *Psyllaephagus bliteus*

Para medir el efecto del parasitoide en la población de *G. brimblecombei* se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones; las unidades experimentales fueron árboles confinados en las cajas de cría descritas anteriormente, ubicadas en el invernadero. En cada caja se colocaron

dos plantas sanas de *E. camaldulensis* y se introdujeron adultos de *G. brimblecombei*, a fin de que a las 4 semanas se tuvieran altos niveles de infestación. Posteriormente se introdujeron los parasitoides adultos de ambos sexos de *P. bliteus*. El experimento constó de cuatro tratamientos incluyendo el testigo y cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Al tratamiento 0 (T0) (testigo) no se le asignó ninguna cantidad de parasitoides por caja; a las repeticiones del tratamiento uno (T1) se le asignó una pareja de parasitoides por caja; al tratamiento dos (T2) cinco parejas y al tratamiento tres (T3) 10 parejas (Cuadro 1). La asignación de los tratamientos fue aleatoria.

Cuadro 1. Asignación de tratamientos con parejas de parasitoides *Psyllaephagus bliteus*, en cajas con plantas de eucalipto infestadas con el psílido *Glycaspis brimblecombei*. Chapingo, México, 2002.

N° caja	Tratamiento y repetición
1	T0R2
2	T1R1
3	T3R1
4	T3R3
5	T0R1
6	T0R3
7	T1R3
8	T2R2
9	T1R2
10	T2R3
11	T3R2
12	T2R1

T0= 0 parejas T1= 1 pareja T2= 5 parejas T3= 10 parejas
R1= repetición 1 R2= repetición 2 R3= repetición 3

Debido a que cada tratamiento tuvo tres repeticiones, se utilizaron un total de 12 cajas, 24 plantas de eucalipto y 96 parasitoides. Para la evaluación de la acción del parasitoide sobre el psílido se decidió utilizar como variable al

número de insectos muertos que estuvieran en el fondo de la caja y que se reconocieron por estar inmóviles y con el cuerpo contraído. Se utilizaron los muertos para evaluar la acción del parasitoide, debido a que este oviposita dentro del cuerpo de la ninfa y no permite que el psílido llegue al estado adulto, así que la hipótesis fue que en los tratamientos con parasitoide la población de psílidos adultos era menor que en el testigo. Esta variable se consideró como un estimador de la población y permitió no afectar al desarrollo de la misma. La colecta y registro de psílidos muertos se realizó semanalmente desde el 23 de julio hasta el 30 de diciembre de 2002, colectando los psílidos y los parasitoides muertos y colocándolos en discos de plástico de 10 cm de diámetro (Figura 2A), a los cuales se les colocó una capa fina de aceite. Los discos fueron revisados apoyándose en una plantilla circular dividida en 12 secciones (Figura 2B). La cantidad y sexo de psílidos y parasitoides muertos fueron registrados en formatos diseñados especialmente para estas lecturas (Anexo 2 del apéndice).

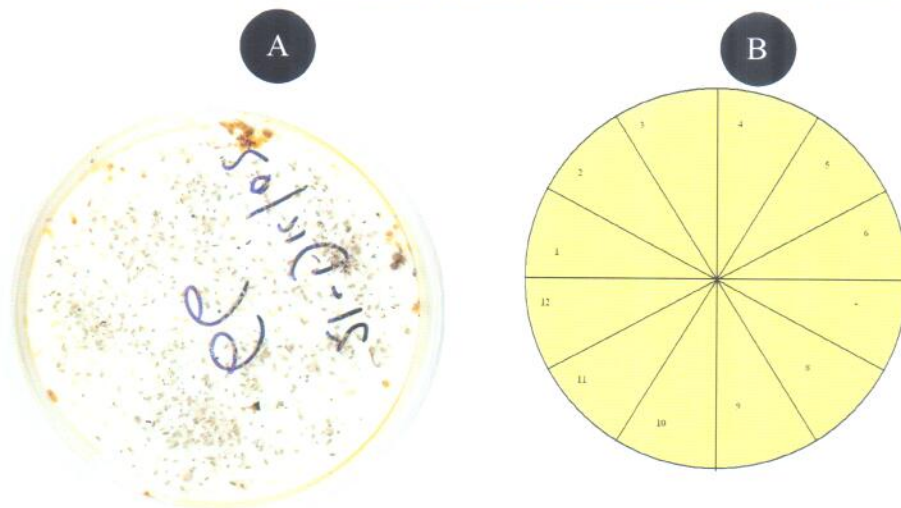


Figura 2. Conteo de individuos muertos. **A.** Disco para conteo de psílidos y parasitoides muertos. **B.** Plantilla para la lectura de trampas

Para la realización del análisis estadístico se planteó la hipótesis nula de que en el tratamiento 0 (testigo), la población de psílicos muertos fuera diferente a la población con parasitoides y a su vez, que hubiera diferencias entre tratamientos con número diferente de parasitoides. Las variables a considerar fueron:

- N° total de psílicos
- N° de psílicos muertos por tratamiento

Con estos datos se realizaron análisis estadísticos con el programa SAS para Windows versión 8; se utilizó el procedimiento PROC MIXED para hacer un análisis de varianza y comparar los tratamientos mediante la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Descripción del parasitoide *Psyllaephagus bliteus*

5.1.1. Huevecillo y tubo respiratorio

El huevecillo se encuentra alojado en la cavidad abdominal de la ninfa (Figura 3A y 3B) de segundo, tercer o cuarto instar de *Glycaspis brimblecombei*; se han observado hasta cuatro huevecillos dentro del cuerpo de una misma ninfa, de forma oval y con un tubo respiratorio largo, casi del 60% de su longitud, que se conecta al exterior a través de una perforación del integumento de los segmentos abdominales del huésped; el corion del huevo es blando e incoloro, aunque en ninfas de *G. brimblecombei* transparentadas se reconoce con cierta facilidad.

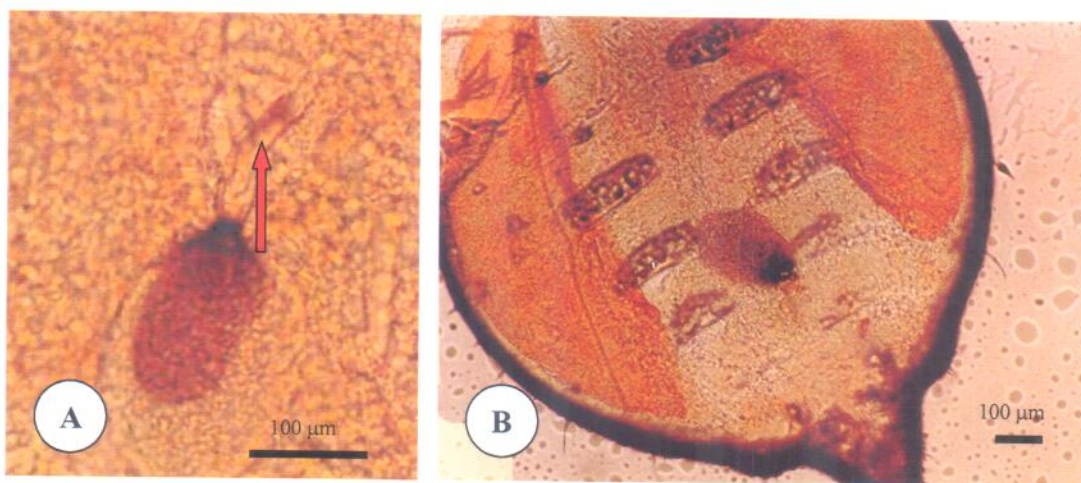


Figura 3. Huevo y tubo respiratorio (señalado por la flecha roja) de *Psyllaephagus bliteus* dentro del cuerpo de la ninfa parasitada de *Glycaspis brimblecombei*. Chapingo, México, 2002.

En el cuadro 2 se muestran los resultados promedio y la desviación estándar de longitud y anchura del huevecillo y del tubo respiratorio.

Cuadro 2. Dimensiones del huevecillo de *Psyllaephagus bliteus*

	Huevecillo		Tubo respiratorio	
	Longitud (μm)	Anchura (μm)	Longitud (μm)	Anchura (μm)
Promedio	162.000	100.800	73.600	31.380
Desv. Est.	43.875	24.225	42.660	20.557

N=25

5.1.2. Larva

La larva vive en la cavidad abdominal, donde consume todos los órganos internos; la ninfa parasitada (Figura 4A, 4B y 4C) a la cual se le llama “momia”, se muestra con el cuerpo dilatado e inmóvil; bajo la luz intensa es posible observar a las larvas maduras a través del integumento de la ninfa. La larva es vermiforme, con la cabeza diferenciada; las mandíbulas, únicas estructuras esclerosadas (Figura 4F), son pequeñas, en forma de gancho y sin dientes marginales. El cuerpo de la larva es blando, ligeramente segmentado, con superficie lisa y coloraciones blanquecinas, cremosas o ligeramente rosáceas en la parte ventral y dorsal del abdomen (Figura 4D, 4E y 4G). Los tres segmentos torácicos son más anchos que los segmentos abdominales y éstos se hacen angostos hacia la parte posterior del cuerpo el cual termina en punta. En larvas de este tipo de *Encyrtidae* se reconocen dos instares, pero en *P. bliteus* no se logró distinguirlos. Las medidas promedio de longitud y anchura de la larva se dan en el Cuadro 3.

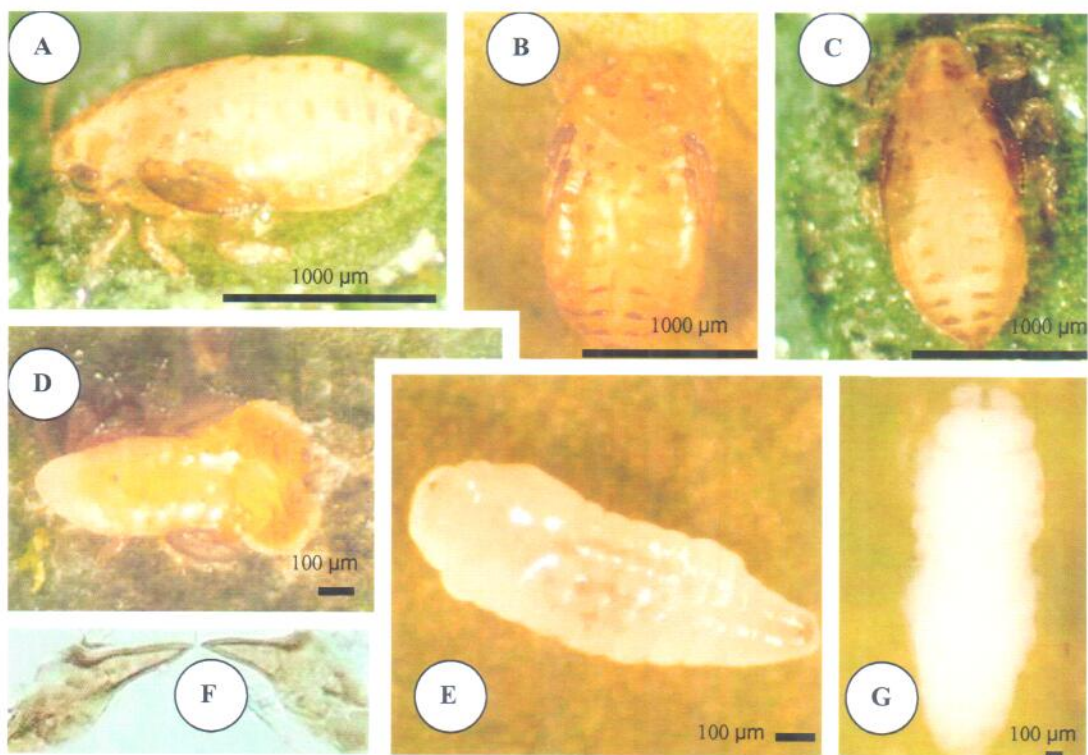


Figura 4. Larva de *Psyllaephagus bliteus*. **A.** Vista lateral de ninfa de *Glycaspis brimblecombei* parasitada. **B.** y **C.** Vista dorsal de ninfa de *G. brimblecombei* con larva de *P. bliteus* dentro de su cuerpo. **D.** y **E.** Larva de *P. bliteus*. **F.** Vista ventral de mandíbulas de larva de *P. bliteus*. **G.** Prepupa de *P. bliteus*.

Cuadro 3. Dimensiones de la larva madura de *Psyllaephagus bliteus* en μm

	Longitud	Anchura
Promedio	1385.3	581.33
Desviación estándar	280.3	89.74

N=30

5.1.3. Pupa y momia

La pupa es exarata, de color negro, tiene forma ahusada y se encuentra dentro de la ninfa. El sexo se puede reconocer por que la pupa que da origen a la hembra tiene la base de la cubierta de la antena en ángulo recto, a diferencia del macho que es menos angulado; además, la punta del abdomen de la pupa hembra es aguda y en el macho es redondeada (Figura 5A, 5B, 5D y 5E). La pupa tiene la cabeza orientada hacia la porción posterior del abdomen. Cuando el nuevo adulto emerge de la ninfa (momia) (Figura 5C), hace un orificio con sus mandíbulas en la porción posterior del abdomen y otro en la parte lateral de la conchuela (Figura 5F y 5G), que ocupa la tercera parte del cuerpo de la momia.

En el cuadro 4 se presentan las medidas promedio de longitud y anchura de la pupa.

Cuadro 4. Mediciones de la pupa de *Psyllaephagus bliteus* en μm

	Longitud	Anchura
Promedio	1674	768
Desviación estándar	186	141.3

N=25

Los resultados muestran que la pupa es más pequeña que la larva en un 50%.

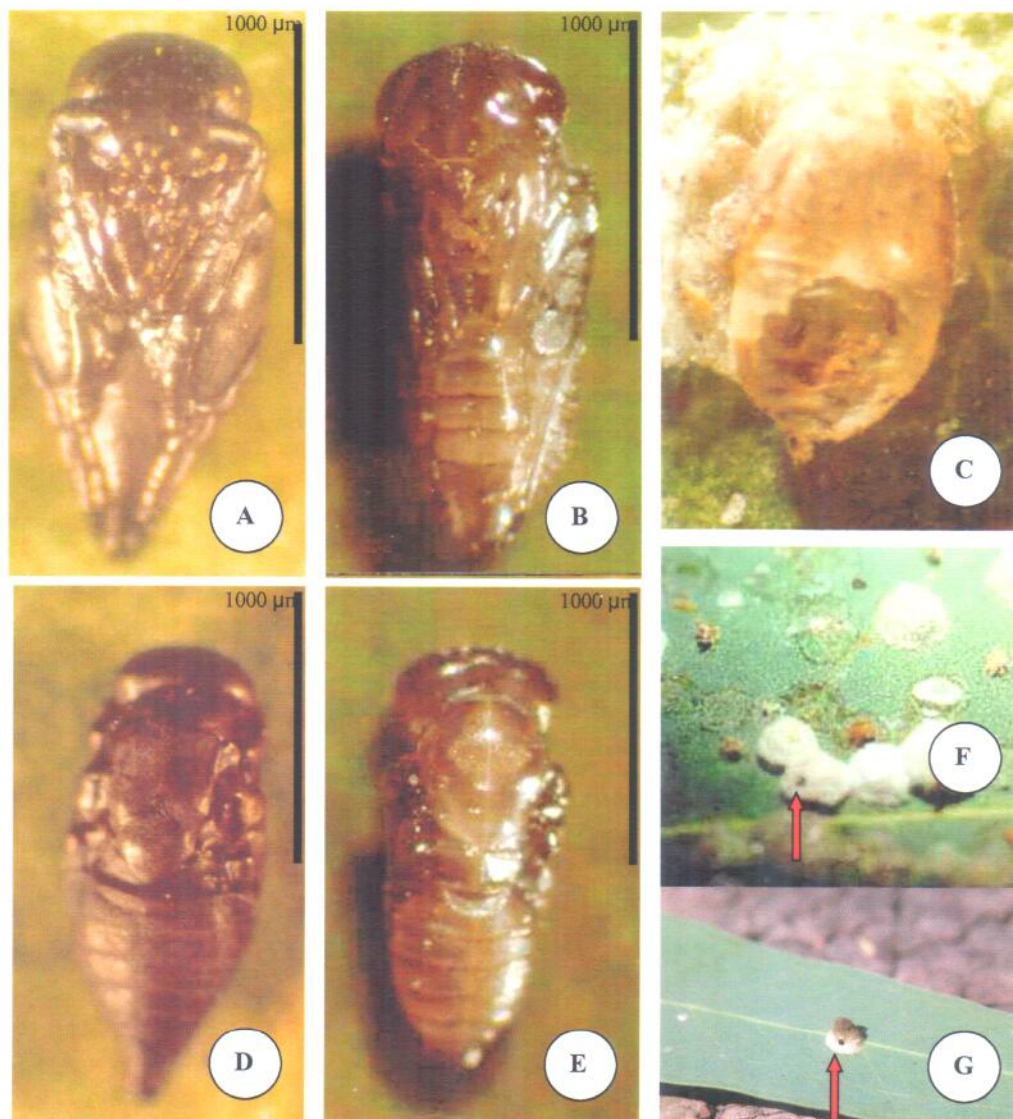


Figura 5. Pupa de *Psyllaephagus bliteus*. **A.** Vista ventral de pupa hembra. **B.** Vista ventral de pupa macho. **C.** Momia del hospedante *Glycaspis brimblecombei*. **D.** Vista dorsal de pupa hembra. **E.** Vista dorsal de pupa macho. **F y G.** Orificios de salida en conchuelas de cera. Chapingo, México, 2003.

5.1.4. Adulto

Las hembras (Figura 6A) miden de 1.88 a 2.36 mm de longitud y los machos (Figura 6B) de 1.63 a 1.97 mm; el cuerpo es de color verde metálico, pero las patas son color crema. Hay dimorfismo sexual, ya que en las hembras las antenas son geniculadas de 12 artejos (Figura 6B) y de 10 en los machos (Figura 6D); la hembra presenta antenas oscuras y con mayor pubescencia, en comparación con los machos, los cuales poseen antenas de color claro. En la hembra el segundo artejo antenal (pedicelo) es largo y ahusado, mientras que en el flagelo los primeros siete artejos son similares en forma y los últimos tres artejos forman una clava pequeña y oval. En el macho, el pedicelo es corto y dilatado, los primeros cinco artejos del flagelo son cortos, el primero de ellos cónico y los siguientes cuatro anulares y muy cortos; los últimos tres artejos son grandes y forman una clava obviamente distinta. Otra característica que permite diferenciar a la hembra es el ovipositor.

Las alas son hialinas (Figura 6E), con setas que en la parte media del tercio basal de las alas son más gruesas (Figura 6G y 6H) las cuales son más numerosas en las hembras. Existe una vena marginal (Figura 6F) y el estigma en forma de gancho presenta órganos sensoriales aparentemente campaniformes (Figura 6I).

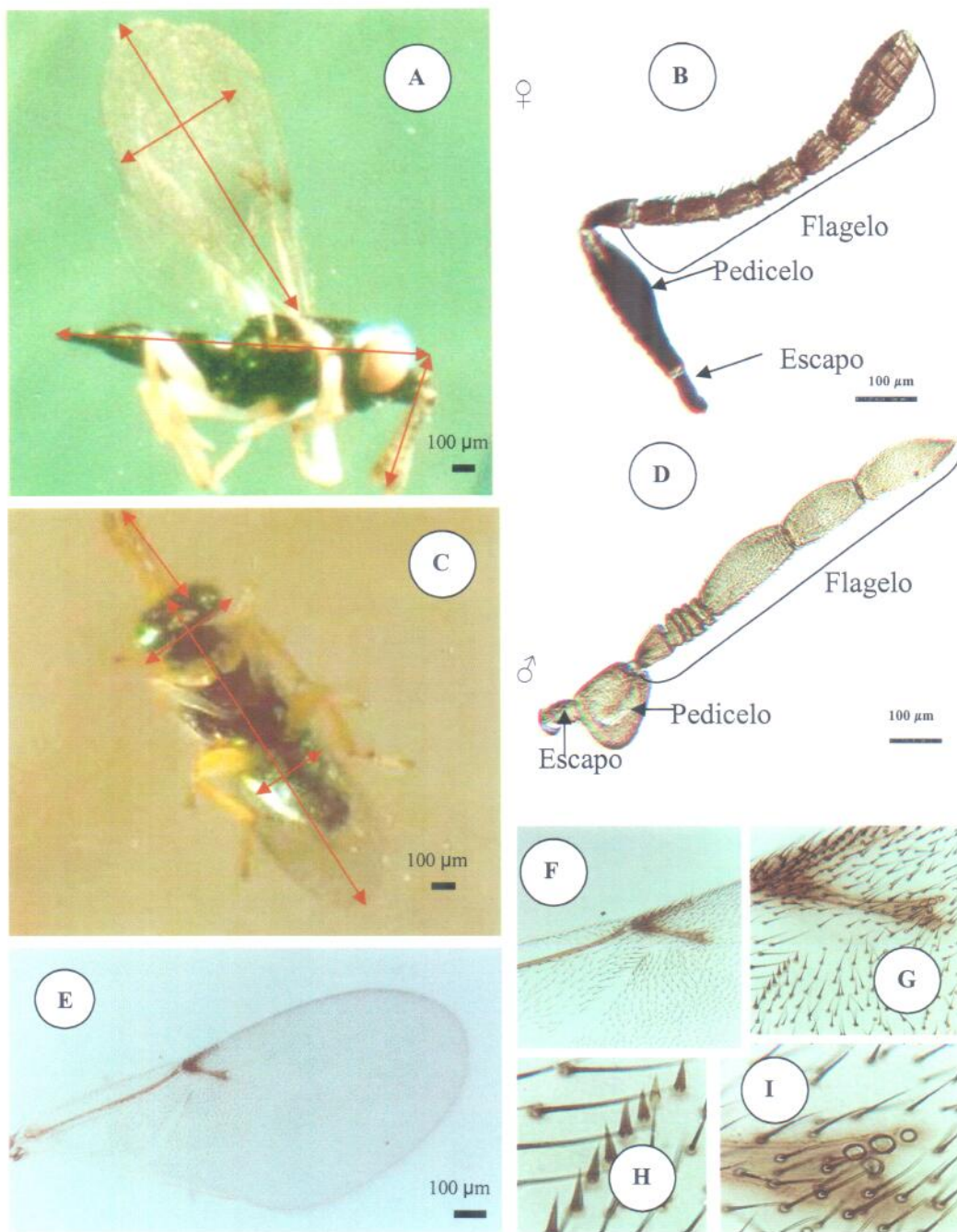


Figura 6. Adultos de *Psyllaephagus bliteus*. **A.** Hembra **B.** Antena de la hembra. **C.** Macho. **D.** Antena de macho. **E.** Ala. **F y G.** Vena marginal de la ala. **H.** Espinas características de las alas. **I.** Poros presentes en el estigma de las alas. Las líneas rojas muestran las zonas donde se hicieron las mediciones.

En el cuadro 5 se reportan los valores promedio y la desviación estándar de las estructuras medidas en los adultos de *P. bliteus*.

Cuadro 5. Dimensiones promedio de adultos de *Psyllaephagus bliteus*

	LONGITUD (mm)				ANCHO (mm)		
	Con alas	Sin alas	Antenas	Alas	Alas	Abdomen	Cabeza
HEMBRAS							
Promedio	2.12	1.73	0.93	1.53	0.72	0.48	0.55
D. E.	0.24	0.19	0.11	0.16	0.07	0.07	0.05
MACHOS							
Promedio	1.80	1.32	0.73	1.39	0.65	0.41	0.47
Desv. Est.	0.17	0.18	0.10	0.16	0.06	0.06	0.07

N = 60 D. E. = Desviación estándar

Como se puede observar, las hembras son más grandes que los machos, pero hay excepciones y se pueden encontrar hembras pequeñas y machos muy grandes.

5.2. Tiempo de desarrollo de *Psyllaephagus bliteus*

Con los datos obtenidos de las cajas de cría, se estimó el tiempo de desarrollo, desde que se introdujeron los parasitoides padres en las cajas, hasta que se observó el primer parasitoide adulto. Esta acción se repitió en diferentes meses del año y por ello se tuvieron diferentes tiempos de aparición del primer adulto nuevo. También se tomó información sobre proporción de sexos.

En la figura 7 se muestra el tiempo promedio transcurrido para el registro del primer adulto en las cajas, pero se aclara que en cada mes hubo diferente número de cajas. También se incluyeron los promedios mensuales de temperatura y humedad relativa. Estos dos últimos valores son de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Chapingo y aunque la cría de parasitoides estuvo dentro de un invernadero, este tuvo paredes de plástico y por ello se consideró que hubo una fuerte influencia de las condiciones ambientales externas. Dentro del invernadero y durante el día no se realizaron acciones para modificar la temperatura ambiente pero durante la noche de los días más fríos de invierno se utilizaron calentadores de aceite para subir 2 ó 3 °C la temperatura del aire alrededor de las cajas.

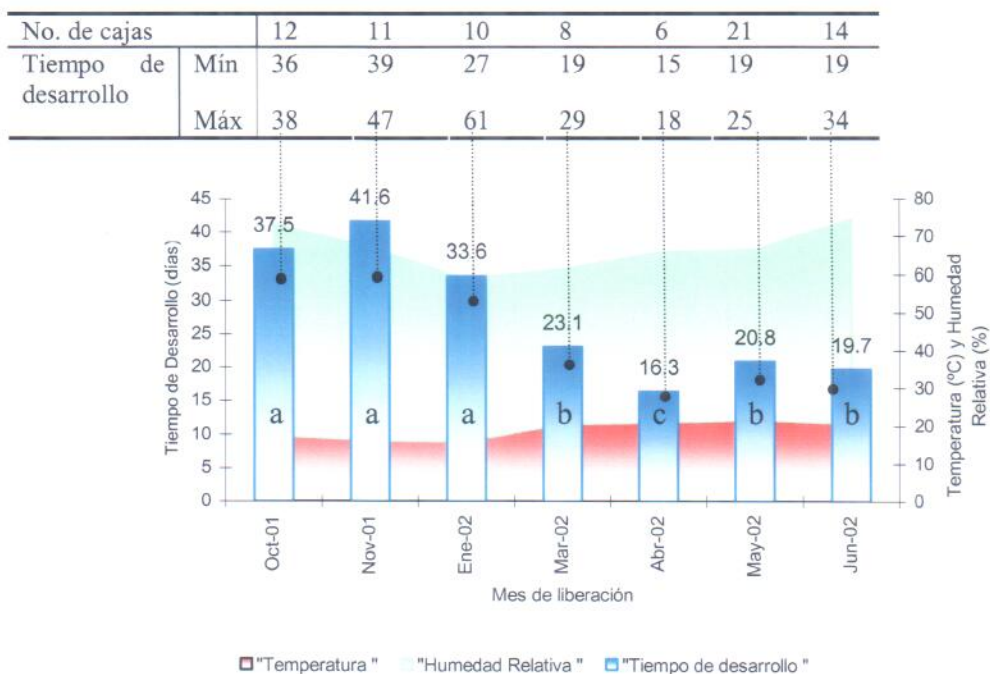


Figura 7. Tiempo promedio mínimo para la aparición del primer adulto de *Psyllaephagus bliteus*. Se incluyen los promedios mensuales de temperatura (rojo) y humedad relativa (azul). Medias con la misma letra en columnas no son significativas, según la prueba de Tukey, con $\alpha=0.05$. Chapingo, México, 2002.

Los valores promedio sobre las columnas son los días transcurridos desde la introducción de los adultos padres hasta que apareció el primer adulto de la nueva generación. Al reconocer que hubo diferencias en las distintas cajas en cuanto al tiempo de desarrollo de *P. bliteus*, se decidió hacer un análisis de varianza considerando a la temperatura y la humedad relativa media mensual como variables.

En la figura 7 se observa que en los meses de octubre, noviembre y enero el tiempo de desarrollo fue mayor en comparación con los meses de febrero a junio, lo cual puede deberse a la diferencia de temperatura entre dichos meses ya que entre octubre y enero se presentaron las temperaturas más bajas y

aunque enero fue el mes más frío, el tiempo de desarrollo fue menor con respecto a octubre y noviembre, probablemente porque la introducción de parasitoides en las cajas se realizó en la segunda quincena del mes y en ella no se presentaron temperaturas tan bajas como en la primera. De marzo a junio la temperatura promedio mensual fue muy similar, siendo también así el tiempo de desarrollo. El tiempo de desarrollo más corto (16.3 días) se presentó en el mes de abril donde la temperatura media fue de 20.9 °C y el más largo fue de 41.6 días en el mes de noviembre, en el cual la temperatura media fue de 16.1 °C.

5.2.1. Análisis estadístico

Variación del tiempo de desarrollo

Debido a que el tiempo de desarrollo varía con relación a los meses, se realizó el ANOVA que se presenta en el cuadro 6, en el que se muestra que hay diferencia significativa en la variable mes, lo cual quiere decir que estadísticamente, el tiempo de desarrollo es diferente en los diferentes meses, con un r^2 de 0.91 y una desviación estándar de 3.26.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el tiempo de desarrollo

Variable	GL	Suma de cuadrados	Valor de F	Pr > F
Modelo	24	5685.575952	22.22	0.0001
Mes	6	5557.667674	86.89	0.0001
Repetición	18	127.908278	0.67	0.8262
Error	50	533.010714		
Total corregido	74	6218.586667		
	R-cuadrado	Coef. de variación	Desv. Est.	Media de TD
	0.914287	12.45549	3.264998	26.21333

Efecto de la temperatura y de la humedad relativa en el tiempo de desarrollo

En el cuadro 7 se presenta el análisis de varianza del efecto de la temperatura en el tiempo de desarrollo y se puede observar que la humedad relativa no tuvo significancia en el tiempo de desarrollo, no así la temperatura, la cual si fue significativa con un r^2 de 0.519 y una desviación estándar de 6.86, por lo que puede decirse que la temperatura sí tuvo influencia en el tiempo de desarrollo y que en los meses con bajas temperaturas se espera que el tiempo de desarrollo sea mayor.

Cuadro 7. Análisis de varianza de temperatura y humedad relativa

Variable	GL	Suma de cuadrados	Valor de F	Pr > F
Modelo	2	2825.350838	29.98	0.0001
Temperatura	1	2774.486144	58.87	0.0001
Humedad Relativa	1	50.864693	1.08	0.3023
Error	72	3393.235829		
Total corregido	74	6218.586667		
	R-cuadrado	Coef. de variación	Desv. Est.	Media de TD
	0.519	26.18898	6.865004	26.21333

5.3. Emergencia y proporción de sexos de *Psyllephagus bliteus* en cajas de cría.

En los datos anteriores se menciona el número de días que se requirieron para que apareciera el primer parasitoide; después se tuvo la producción continua de adultos y de cada caja se tuvieron datos sobre la emergencia de hembras y machos. La emergencia de adultos fue diaria ya que los nuevos adultos estuvieron saliendo constantemente y en varias cajas las generaciones se sobrepusieron rápidamente. En la figura 8 se presentan los datos de emergencia continua en los diferentes meses del año; se aclara que el número de cajas y la cantidad de parasitoides introducidos en cada una de ellas fue variable y que en muchas de estas cajas, cuando se reconoció una baja en la cosecha de parasitoides o cuando los árboles tuvieron follaje escaso, se decidió remover todo el material e iniciar el proceso de cría. En cada gráfico se muestra el número de cajas que estuvieron en producción, la cantidad total de hembras madre (HM) que se introdujeron en las cajas y el número total de individuos obtenidos (N).

La proporción sexual promedio durante todos los meses fue 1♀: 0.8♂.

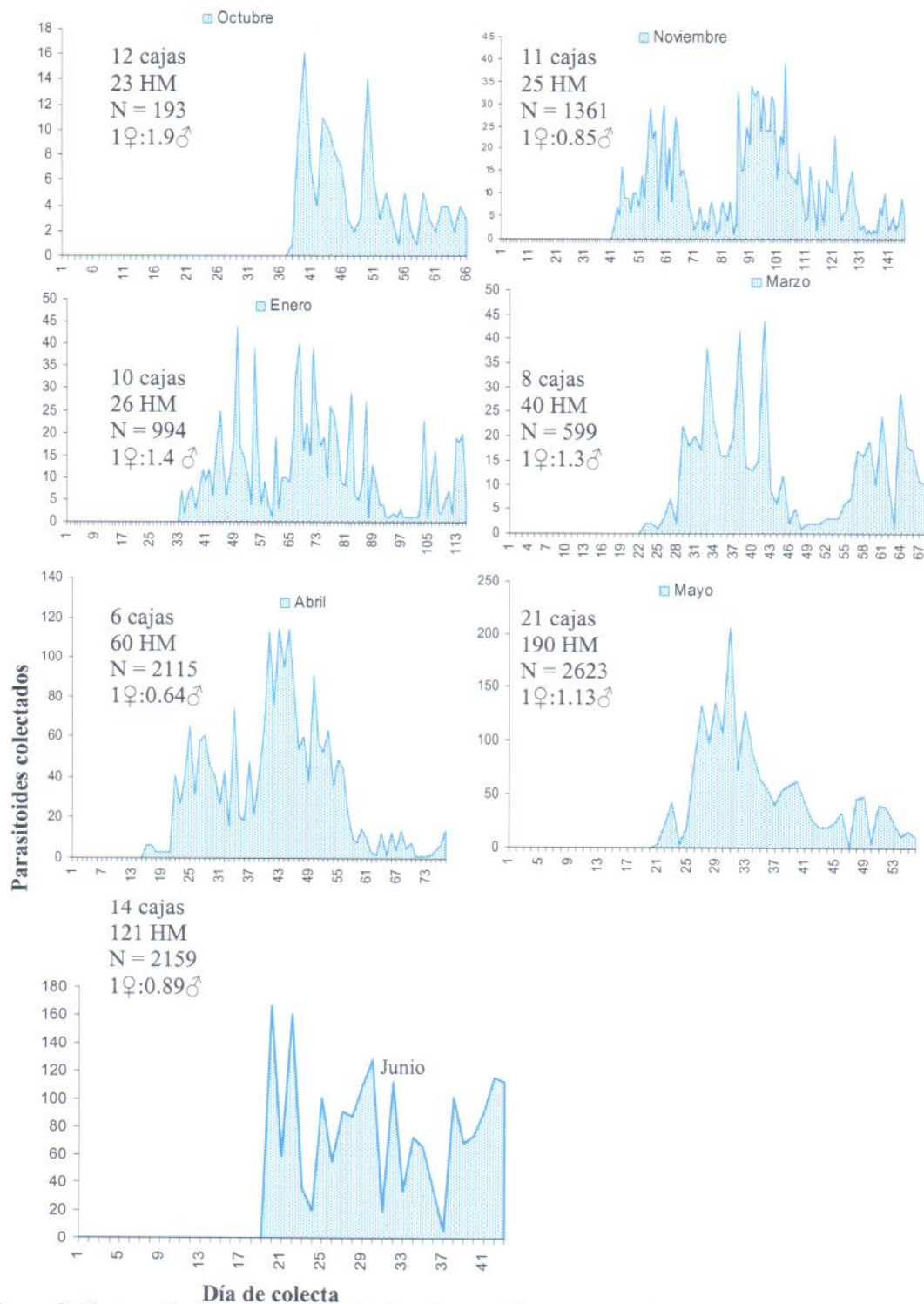


Figura 8. Fluctuación de la cosecha de *Psyllaephagus bliteus* en cajas de cría en diferentes meses del año y en condiciones de invernadero; son valores totales para las cajas parasitadas en el mes correspondiente. En cada mes se anota el número de hembras madre (HM), el número total de individuos recolectados (N) y la proporción sexual promedio respectiva. Chapingo, México, 2002.

5.3.1. Número de individuos adultos por hembra de *Psyllaephagus bliteus*

Considerando el número de padres introducidos a las cajas (Anexo 1) y asumiendo que todos hubieran sobrevivido, se presentan los datos de producción de parasitoides por hembra. El valor medio para todo el proceso de cría, entre octubre de 2001 y marzo de 2002 fue de 17 individuos, sin embargo se registraron valores mínimos de 4 y máximos de 46.

En la figura 9 se muestra número de individuos promedio por hembra en diferentes meses. Estos datos se refieren a la emergencia de nuevos adultos por hembra. En dicha figura se observa que el número de individuos por hembra varía en los diferentes meses del año y que los valores promedio mensuales van desde 7.75 en el mes de octubre hasta 22.47 en el mes de abril.

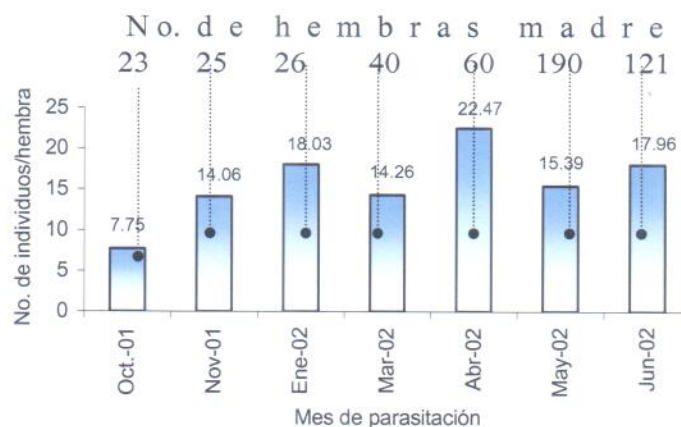


Figura 9. Progenie promedio por hembra de *P. bliteus* en diferentes meses. Chapingo, México, 2002

En los meses donde se presentaron mayores temperaturas mensuales promedio, especialmente en abril, el tiempo de desarrollo fue más corto y de igual manera, el mayor número de individuos por hembra se observó en este mes. Cabe señalar que en el eje de las abscisas de la figura 9, se registra el mes de parasitación o liberación de parasitoides dentro de las cajas, sin embargo, generalmente la recolección se llevó a cabo en el mes siguiente, todo esto relacionado con el tiempo de desarrollo.

5.4. Desarrollo de poblaciones de *Glycaspis brimblecombei* en cajas de cría bajo la influencia de *Psyllaephagus bliteus*.

Después de 26 semanas de registros semanarios de adultos muertos de *Glycaspis brimblecombei* bajo tres tratamientos con parasitoides y un testigo, se tuvieron resultados que indican una fuerte influencia del parasitoide en la producción de adultos de *G. brimblecombei*. En las cajas testigo se tuvo una población significativamente mayor ($\alpha=0.01$) a la obtenida en las cajas en las cuales se hicieron tratamientos de liberación de parasitoides. En la figura 10 se muestran las curvas de población acumulada de cada tratamiento. Las curvas poblacionales se separan desde la semana 8, diferencia que se mantuvo y se amplió ligeramente en las siguientes semanas.

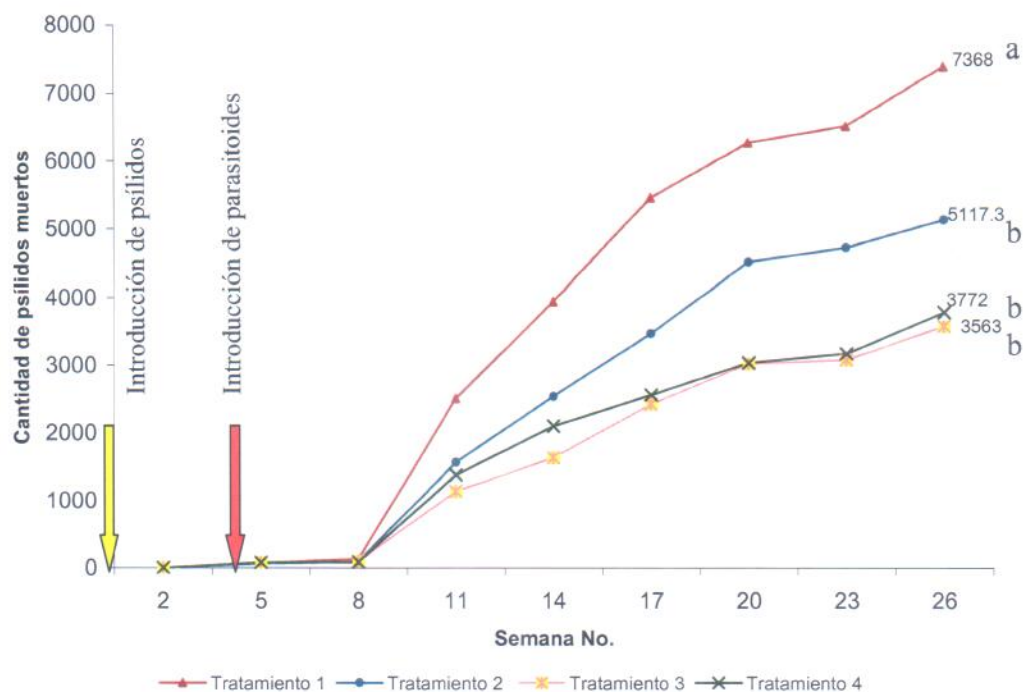


Figura 10. No. acumulado de *G. brimblecombei*, son valores promedio de insectos muertos recolectados de cajas de cría durante 22 semanas, a partir de la introducción de parasitoides de la especie *Psyllaephagus bliteus* en tres de cuatro tratamientos. Los tratamientos fueron T0 (testigo), sin parasitoides; tratamiento uno (T1), con una pareja de parasitoides; tratamiento dos (T2), con cinco parejas de parasitoides y tratamiento tres (T3), con 10 parejas de parasitoides en las cajas de cría. Medias con la misma letra son iguales según la prueba de diferencia mínima significativa protegida con $\alpha=0.05$. Chapingo, México, 2002.

La comparación de medias indica que los tratamientos que estuvieron bajo la influencia del parasitoide son diferentes al testigo.

El tratamiento 0 siempre produjo mayor número de psílidos, reflejado en el número de adultos muertos que se colectaron, que los tratamientos 1, 2 y 3, los cuales no tuvieron diferencias significativas entre ellos. El desarrollo poblacional que se registró a través de las semanas de observación tuvo un comportamiento similar en todos los tratamientos y en el testigo en las primeras

semanas. Para una interpretación más precisa se hace una descripción del crecimiento poblacional en cada tratamiento.

5.4.1. Estimación del desarrollo poblacional de *Glycaspis brimblecombei*, inferido por recolecta de adultos muertos en el tratamiento 0 (Testigo).

El número de psílicos muertos, tomado como referencia para la evaluación del parasitoide se muestra en la figura 11, e indica el comportamiento de la población de psílicos en las 22 semanas de registro de datos. Se identifica un pico poblacional en la semana del 5 de septiembre, pero después hubo una producción fluctuante que en general fue a la baja, sobre todo del 2 al 30 de noviembre; de septiembre a noviembre se tuvieron altas condiciones de humedad ambiental, producto de las intensas lluvias de finales del verano y de la temporada de huracanes y nortes del Golfo de México que afectaron a la zona central del país y dado que el invernadero tuvo los costados cubiertos con una malla antiáfidos, se tuvo una entrada libre de aire del exterior, que al perturbar el ambiente que rodeaba a las ninfas hizo que la población de ninfas fue severamente afectada por fumaginas y las conchuelas se ablandaron, lo que aumentó la mortalidad de los individuos. En diciembre la población de psílicos inició un ligero ascenso. La proporción de sexos varió de manera consistente a través del estudio, pero siempre hubo mayor cantidad de machos que de hembras.

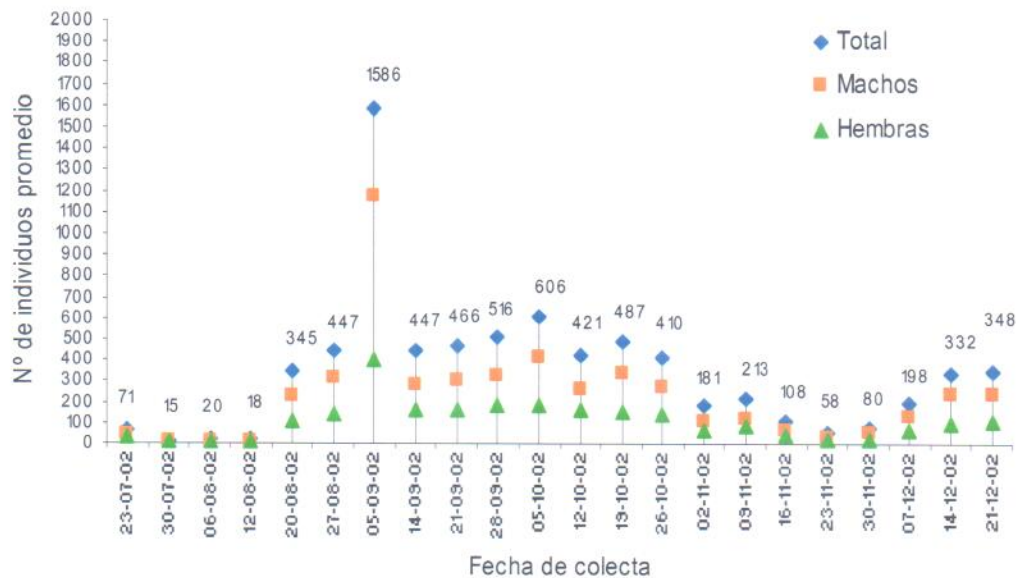


Figura 11. Variación en la recolección de individuos muertos en las cajas sin parasitoide (tratamiento 0). Los datos son promedios de dos cajas. Chapingo, México. 2002.

5.4.2. Estimación del desarrollo poblacional de *Glycaspis brimblecombei*, inferido por recolecta de adultos muertos en el tratamiento 1 (una pareja de parasitoides por caja).

En este tratamiento se tuvo una fluctuación marcada de la producción de psílidos. En la figura 12 se reconocen varios picos poblacionales. En un principio se tuvo un comportamiento similar al encontrado en las cajas testigo, en la semana del 5 de septiembre se tuvo al máximo de población y después se tuvo una baja en la producción que se mantuvo hasta el 26 de octubre, cuando fue evidente otro aumento poblacional, incluso mayor al obtenido en el tratamiento testigo, para bajar considerablemente en noviembre y diciembre.

La proporción de sexos fue consistente a favor de los machos.



Figura 12. Variación en la recolección de individuos muertos en las cajas con una pareja de parasitoides (tratamiento 1). Los datos son promedios de tres cajas. Chapingo, México. 2002.

5.4.3. Estimación del desarrollo poblacional de *Glycaspis brimblecombei*, inferido por recolecta de adultos muertos en el tratamiento 2 (cinco parejas de parasitoides por caja).

La producción de psílidos por caja varió a lo largo del periodo de observaciones, pero de nueva cuenta el 5 de septiembre se presentó el mayor número de psílidos, aunque llama la atención el hecho de que el número máximo registrado en esta fecha es de apenas la tercera parte del encontrado en el testigo. La producción en las siguientes semanas fue a la baja con ligeras fluctuaciones ascendentes en la semana del 26 de octubre. En las semanas de noviembre las poblaciones fueron bajas y se asume que la causa fue el clima húmedo que prevaleció en ese mes (figura 13).

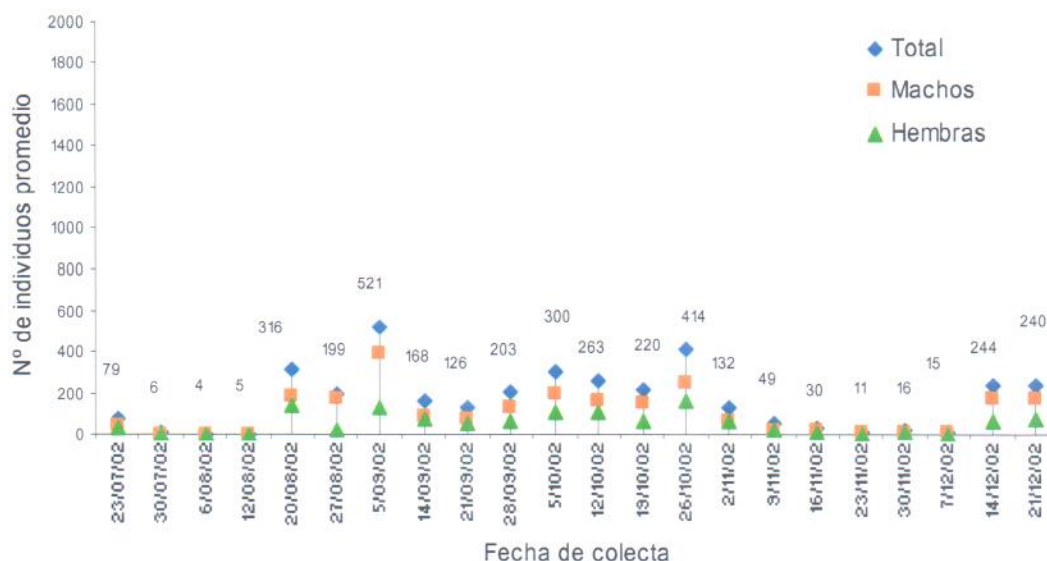


Figura 13. Variación en la recolección de individuos muertos en las cajas con cinco parejas de parasitoides (tratamiento 2). Los datos son promedios de tres cajas. Chapingo, México. 2002.

5.4.4. Estimación del desarrollo poblacional de *Glycaspis brimblecombei*, inferido por recolecta de adultos muertos en el tratamiento 3 (diez parejas de parasitoides por caja).

Se esperaba que en este tratamiento se presentara la menor producción de psílidos, sin embargo los números encontrados no fueron distintos de los encontrados en el tratamiento 2, incluso en algunas semanas fueron mayores. Las causas de la variación se explican por errores en el establecimiento del experimento, ya que dos de las tres cajas estuvieron en una mesa que estuvo bajo severas condiciones de sombra. A pesar de ello la producción de psílidos no fue tan alta como en el tratamiento 1 o en el testigo. En la figura 14 se muestra el comportamiento de la población.

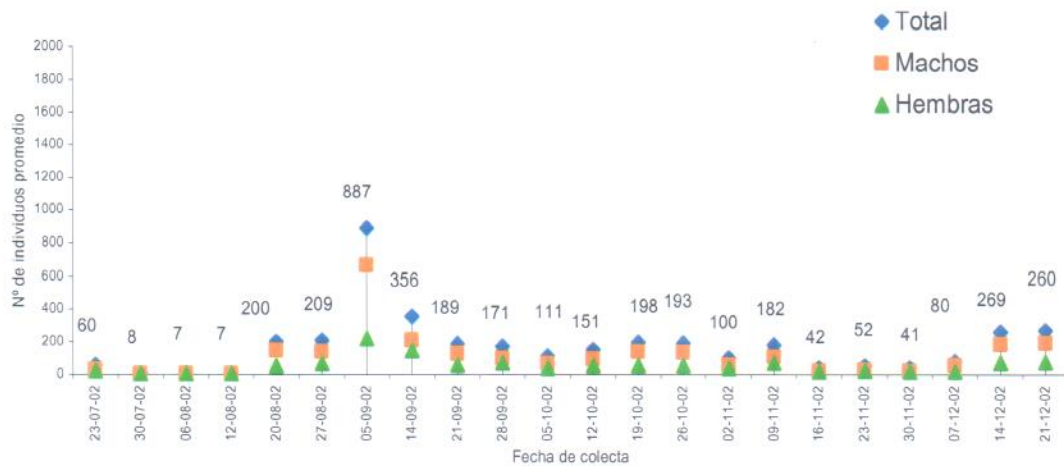


Figura 14. Variación en la recolección de individuos muertos en las cajas con 10 parejas de parasitoides (tratamiento 3). Los datos son promedios de tres cajas. Chapingo, México. 2002.

En el análisis estadístico realizado se tuvieron diferencias significativas en la producción de psíldos por tratamiento y a través del tiempo. En el anexo se muestran los cuadros del análisis de varianza y las comparaciones por tratamiento.

Considerando la producción total promedio de tres cajas testigo como el 100 %, las producciones promedio respectivas para cada uno de los tres tratamientos, 1, 5 y 10 parejas, fueron 64.19%, 40.72% y 52.8% con respecto al testigo. Estos resultados si bien tienen diferencias estadísticamente significativas, representan un control biológico poco eficiente. A continuación se presenta un análisis que permite una mejor estimación de la interacción entre las dos poblaciones. Las cajas de cría estuvieron en dos mesas, una de ellas estuvo junto a una pared del invernadero que recibió una influencia de sombra mayor que la otra, de igual

manera esta mesa tuvo a 8 cajas contiguas, mientras que la otra solo tuvo 5 cajas y recibió mayor aereación. En la figura 15 se muestra la disposición de las cajas en las dos mesas del invernadero.

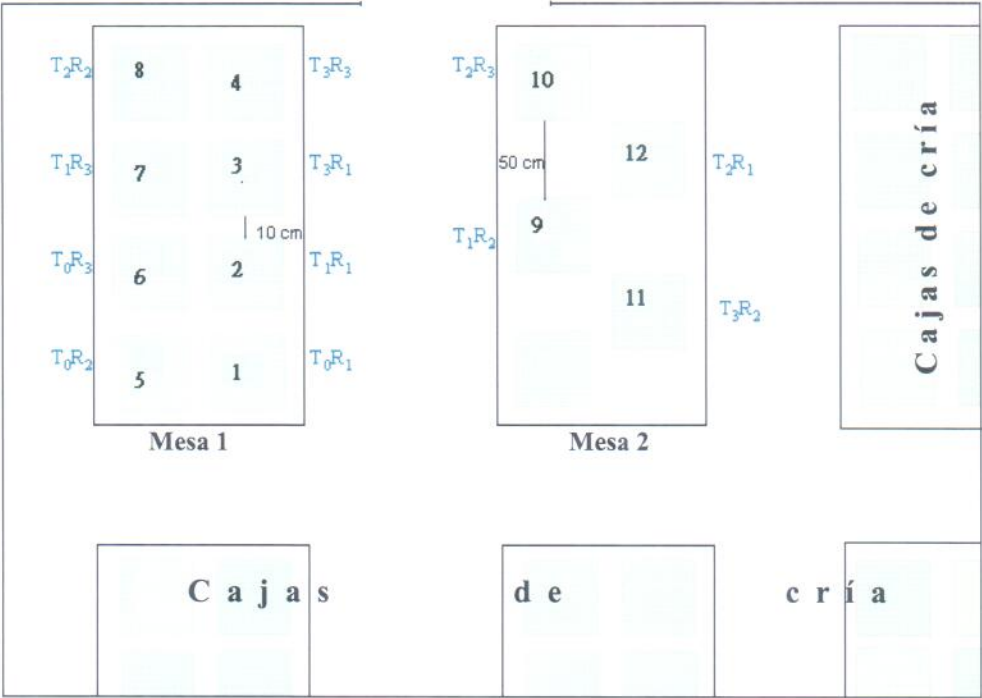


Figura 15. Ubicación y separación de las cajas de cría en las mesas del invernadero

A continuación se presentan los resultados de producción de psílicos muertos por mesa y tratamiento.

5.4.5 Producción de psílicos en la mesa 1 y mesa 2

En los cuadros 8 y 9 se muestra la cantidad de psílicos muertos en las cajas de las dos mesas.

Cuadro 8. Cantidad de psílicos muertos colectados por caja/semana. Chapingo, México, 2002.

Mesa	1							2			
Fecha	T0R2	T0R3	T1R1	T1R3	T2R2	T3R1	T3R3	T1R2	T2R1	T2R3	T3R2
23-Jul-02	75	66	51	96	127	39	40	55	54	56	100
30-Jul-02	15	14	8	5	2	8	10	6	10	7	6
06-Ago-02	21	18	12	6	1	4	5	11	6	5	11
12-Ago-02	19	16	12	8	2	5	7	10	9	5	9
20-Ago-02	478	211	478	36	17	154	371	283	825	107	75
27-Ago-02	648	246	502	68	11	162	398	293	480	107	66
05-Sep-02	2449	723	1050	555	151	673	1784	1156	933	479	205
14-Sep-02	520	374	375	254	77	431	548	651	275	153	90
21-Sep-02	731	201	248	240	42	152	345	399	181	156	70
28-Sep-02	847	185	269	218	124	102	398	241	267	218	14
05-Oct-02	1076	136	371	113	148	81	192	509	613	138	59
12-Oct-02	620	221	302	180	147	173	245	469	431	211	35
19-Oct-02	621	352	248	304	83	211	350	301	547	29	33
26-Oct-02	339	480	146	452	49	290	188	1918	695	498	102
02-Nov-02	141	221	51	128	11	197	69	101	376	9	35
09-Nov-02	160	266	192	50	13	220	316	68	131	4	9
16-Nov-02	110	106	112	32	1	61	53	2	81	7	11
23-Nov-02	34	81	100	32	2	31	94	27	22	8	30
30-Nov-02	39	120	81	231	6	41	67	5	40	3	15
07-Dic-02	294	102	122	352	5	128	109	7	30	11	3
14-Dic-02	473	191	153	166	0	506	271	8	719	1	2
21-Dic-02	484	212	176	237	1	511	294	10	730	2	2
Total/Repet.	10194	4542	5059	3763	1020	4180	6154	6530	7455	2214	982
Total/ Mesa	34912							17181			

T = Tratamiento R = Repetición

Cuadro 9. Población de psílicos muertos. Los valores son los totales por tratamiento colectados en cajas de cría.

Tratamiento	T0	T1	T2	T3
PM	14736	15352	10689	11316

PM = Psílicos muertos

Para el tratamiento 0 sólo se tomaron en cuenta dos repeticiones, debido a que la planta de la tercera repetición no alcanzo una alta población de ninfas, posiblemente por resistencia de la misma planta, lo que podría explicar el por qué se obtuvieron más psílicos en el tratamiento 1 que en el testigo (Cuadro 9). Por otro lado, fue conveniente estimar el porcentaje máximo y mínimo de la eficiencia del parasitoide en repeticiones de la mesa 2, por lo cual se comparó el valor máximo de psílicos muertos que fue de 10,194 en el T0R2, con al menos una repetición de los demás tratamientos ubicados en la mesa 2. De esta manera se estimó el valor máximo y mínimo de la influencia del parasitoide (Cuadro 10).

Cuadro 10. Control biológico máximo y mínimo de *Psyllaephagus bliteus* sobre *Glycaspis brimblecombei*. Los valores son los totales por repetición ubicados en la mesa 2. Chapingo, México, 2002.

Tratamiento	T0R2	T1R2	T2R3	T3R2
PM	10194	6530	2214	982
Reducción de la población de psílicos (%)	0	36	78	90

PM = Psílicos muertos

El máximo control biológico que se estimó es de 90% en la repetición 2 del tratamiento 3 ubicada en la mesa 2, lo cual es un incentivo para seguir realizando este tipo de control.

5.5. Producción de parasitoides en las cajas de cría

Los resultados del experimento muestran que hubo diferencia en cuanto a la cantidad de parasitoides obtenidos entre tratamientos y también que hubo influencia por la ubicación y separación de las repeticiones, ya que la cantidad de parasitoides obtenidos fue muy diferente dependiendo de la ubicación de la repetición. Haciendo el análisis por tratamiento y considerando que las cajas de la mesa 2 estuvieron con una separación mayor que las cajas de la mesa 1 se presenta el cuadro 11.

Cuadro 11. Número de *Psyllaephagus bliteus* obtenidos por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Número de parasitoides	
		Mesa 1	Mesa 2
1	1	2	
	2		75
	3	2	
2	1		151
	2	12	
	3		86
3	1	8	
	2		57
	3	18	
TOTAL		42	369

Al menos una repetición de cada tratamiento estuvo en la mesa 2 del invernadero y que cada caja mantuvo una separación mayor en comparación con las repeticiones que estuvieron en la mesa 1; también puede notarse que la

cantidad de parasitoides obtenidos por tratamiento estuvo influenciada por la posición y separación de las repeticiones.

Se puede mencionar que la producción de parasitoides se vio influenciada por la cantidad de ninfas en la planta, la cantidad de parasitoides colocados dentro de las cajas, la luz, la humedad dentro de las cajas y la época del año; durante el experimento se observó que si la planta no está lo suficientemente infestada con ninfas de diferentes instares, la hembra del parasitoide no puede expresar su máximo potencial de reproducción; de igual manera, si el espaciamiento entre las cajas es reducido, la luz no penetra adecuadamente en las plantas y las ninfas se ven afectadas por la humedad, generando fumagina y otros hongos que causan la muerte de las ninfas.

En el cuadro 12 se presenta la cantidad de machos, hembras y total de parasitoides obtenidos por tratamiento, así como el promedio por tratamiento y la proporción de sexos que se obtuvo en el experimento.

Cuadro 12. Proporción de sexos y parasitoides obtenidos durante el experimento en los distintos tratamientos

Tratamiento	Proporción de sexos (%)		Total de parasitoides obtenidos por tratamiento
	H	M	
T1R1(2)	50.00	50.00	Tratamiento 1 79
T1R2 (9)	50.67	49.33	
T1R3 (7)	50.00	50.00	
T2R1 (12)	56.95	43.05	Tratamiento 2 249
T2R2 (8)	58.33	41.67	
T2R3 (10)	62.79	37.21	
T3R1 (3)	75.00	25.00	Tratamiento 3 83
T3R2 (11)	71.93	28.07	
T3R3 (4)	77.78	22.22	
Promedio	61.49	38.51	Total = 411

T1= 1♀:1♂, T2= 5♀:5♂, T3= 10♀:10♂ ; R = Repetición

En este cuadro se puede observar que el tratamiento promedio que dio origen a más parasitoides fue el 2, esto pudo deberse a que dos de las repeticiones estuvieron ubicadas con mayor separación, y por lo tanto mayor entrada de luz hacia las plantas, a pesar de que se esperaba que el tratamiento 3 diera origen a más parasitoides por haber colocado 10 hembras y 10 machos no sucedió así y probablemente fue debido a que dos repeticiones estuvieron más juntas y no tenían una entrada de luz adecuada para que se pudieran reproducir el psílido y el parasitoide.

Con la discusión anterior se reconoce que en las cajas que se introdujeron parasitoides hubo menor producción de psíldos adultos, pero también se identifica una fuerte influencia de las condiciones ambientales que rodearon a las plantas infestadas.

6. CONCLUSIONES

El huevo de *Psyllaephagus bliteus* es de forma oval, corion blando e incoloro; tiene una longitud promedio de 162.0μ con desviación estándar de $43.88 \mu\text{m}$; la anchura promedio es de $100.8 \mu\text{m}$, con desviación estándar de $24.23 \mu\text{m}$. Posee un tubo respiratorio que se conecta con el exterior a través del integumento del huésped.

La larva es vermiforme, con la cabeza bien diferenciada; cuerpo blando con coloraciones blanquecinas, cremosas o ligeramente rosáceas; se alimenta de la ninfa de *Glycaspis brimblecombei*.

La pupa es exarata de color negro, tiene forma ahusada y se encuentra dentro de la ninfa.

Cuando el adulto emerge de la ninfa, deja un orificio circular en la parte posterior del abdomen de ésta y un orificio en el costado de la conchuela.

Existe dimorfismo sexual en el adulto, ya que la hembra es más grande que el macho, midiendo entre 1.88 y 2.36 mm y 1.63 a 1.97 mm, respectivamente; las antenas muestran un dimorfismo sexual marcado debido a que la hembra presenta 12 artejos y el macho sólo 10.

El tiempo de desarrollo de *P. bliteus* varía a través del año y está influenciado por la temperatura. El número de individuos máximo por hembra que se estimó fue de 46 y el mínimo de 4, con un promedio de 17; este resultado también varía dependiendo de la época del año, ya que en octubre fue de 7.75 y en abril fue de 22.47.

La producción de psílicos se afectó con respecto al testigo en 64.2, 40.1 y 52.8% en las cajas con 1, 5 y 10 parejas de parasitoides, respectivamente.

La cantidad de parasitoides obtenidos en los diferentes tratamientos estuvo influenciada por la ubicación y separación de las cajas; las repeticiones que estuvieron separadas generaron mejores resultados por la mayor luminosidad que recibieron.

El tratamiento que generó mayor cantidad de parasitoides y menor cantidad de psílicos fue aquél donde se introdujeron cinco parejas de parasitoides por caja.

7. LITERATURA CITADA

- Cibrián T., D. 2002. Conchuela del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psylloidea; Spondyliaspidae) Una nueva plaga del eucalipto introducida a México. Memoria del XXVIII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Acapulco, Guerrero. pp. 179-181.
- Cruz A., J. 2000. Etiología y síndrome de los canchros *Botryodiplodia*, *Cryphonectria* y *Fusicoccum* en plantas y varetas de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, Texcoco, Edo. de Méx. pp. 7-9.
- Coronado P. R. y E. Sosa. E. 1966. Campaña contra la mosca pinta y la escama algodonosa de los pastos. Fitófilo 19 (50): 5-52.
- Dahlsten, D. L., D. L. Rowney, W. A. Copper, R. L. Tassan, W. E. Chaney, K. L. Robb, S. Tjosvold, M. Bianchi and P. Lane. 1998. Parasitoid wasp controls blue gum psyllid. California Agriculture 52(1): pp. 31-34.
- Dahlsten D. L. and D. L. Rowney. 2000. The red gum lerp psyllid a new pest of *Eucalyptus* species in California. Universidad de California, Berkeley. 2p. web page: <http://www.cnr.berkeley.edu/biocon/dahlsten/rqlp/index.htm>
- Dean, H. A. 1960. Introduction and establishment of *Anagyrus antoninae* on Rhodes-grass scale in México. J. Econ. Entomol. 53 (4): 694.
- González H., A. y J. B. Woolley. 2001. Identificación y distribución de los géneros de Encyrtidae (Hymenoptera:Chalcidaidea) en México. Universidad Autónoma de Nuevo León y Texas A. & M. University. Programa en CD.
- Hall N., R. D. Johnston and G. M. Chippendale. 1970. Forest trees of Australia. 3 third. Ed. Illus. Australian Department of Agriculture, Forestry and Timber Bureau. Government Publishing Service, Canberra, Australia. 333 p.
- Hodkinson, I. 1999. Biocontrol of *Eucalyptus* psyllid *Ctenarytaina eucalypti* by the Australian parasitoid *Psyllaephagus pilosus*: a review of current programs and their success. News and Information 20(4):129N-134N.

- Mangieri, R., H. y J. Dimitri M. 1983. Los eucaliptos en la silvicultura. Editorial ACME. Buenos Aires Argentina. 213 p.
- Montoya O., J. M. 1995. El eucalipto. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. pp. 96-97.
- N. A. S. 1980. Firewood crops. Shub and tree species for energy production. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
- Noyes, J. S., J. B. Woolley and G. Zolnerowich. 1997. Encyrtidae. 170-320. *In* annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). (G. A. Gibson, J. T. Huber, & J. B. Woolley eds). National Research Council of Canadá. 794 pp.
- Noyes, J. S., J. B. Woolley. 1994. North American encyrtid fauna (Hymenoptera: Encyrtidae): changes and new taxa. *Journal of natural history*. 28(6): 1327-1401.
- Noyes, J. S. and M. Hayat. 1994. Oriental Mealybug parasitoids of the Anaggrini. (Hymenoptera: Encyrtidae). CAB. International, Wallingford, U.K.
- Ramírez, M. H., 1977. Estudio dasométrico de una plantación forestal en Chapingo, Mex. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. 137 p.
- Roltsch, W.J., J., Brown, R. Morris, K. Casanave, J. C. Ball and S. Khasimuddin. 2002. Insectary production of *Psyllaephagus bliteus* for the control of the *Eucalyptus* red gum lerp psyllid. pp. 12-13.
- Sánchez B., S. 2003. Aspectos bionómicos del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psilloidea: Spondyliaspidae). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx. 76 p.
- Statistical Analysis System. 1990. SAS Language. Release 6.06 Edition. SAS Institute INC. Cary, North Carolina, USA. 1042 p.

Zuparko, B. 1996. Inventory of parasitic hymenoptera.
<http://www.mip.berkeley.edu/essig/holdings/parainv/hympage.htm>
Consulta: 12/Abril/03

APENDICE

Anexo 1. Relación de parasitoides liberados en las cajas de cría (H= Hembra, M=Macho)

Relación de Hembras y Machos colocados por caja	Fecha de parasitación	Relación de Hembras y Machos colocados por caja	Fecha de parasitación
4H/2M	16-October-01	10H/10M	5-Abril-02
2H/0M	16-October-01	10H/10M	5-Abril-02
2H/1M	16-October-01	10H/10M	5-Abril-02
2H/1M	16-October-01	10H/10M	5-Abril-02
3H/0M	16-October-01	10H/10M	5-Abril-02
2H/0M	16-October-01	10H/10M	23-Abril-02
2H/1M	16-October-01	10H/10M	8-Mayo-02
2H/1M	16-October-01	10H/10M	8-Mayo-02
2H/0M	16-October-01	10H/10M	8-Mayo-02
3H/0M	16-October-01	10H/10M	8-Mayo-02
2H/0M	16-October-01	10H/10M	8-Mayo-02
1H/0M	16-October-01	10H/10M	8-Mayo-02
2H/1M	22-Noviembre-01	10H/10M	8-Mayo-02
2H/2M	22-Noviembre-01	10H/10M	8-Mayo-02
2H/2M	24-Noviembre-01	10H/10M	8-Mayo-02
3H/1M	24-Noviembre-01	10H/10M	8-Mayo-02
2H/1M	24-Noviembre-01	10H/10M	30-Mayo-02
2H/2M	24-Noviembre-01	10H/10M	30-Mayo-02
3H/1M	26-Noviembre-01	10H/10M	30-Mayo-02
2H/1M	26-Noviembre-01	10H/10M	30-Mayo-02
2H/1M	27-Noviembre-01	10H/10M	30-Mayo-02
3H/3M	27-Noviembre-01	10H/0M	30-Mayo-02
2H/3M	27-Noviembre-01	10H/10M	30-Mayo-02
4H/0M	12-Enero-02	10H/10M	30-Mayo-02
3H/2M	12-Enero-02	10H/10M	30-Mayo-02
2H/3M	12-Enero-02	10H/10M	30-Mayo-02
2H/2M	12-Enero-02	10H/10M	30-Mayo-02
3H/1M	12-Enero-02	10H/10M	20-Junio-02
3H/1M	12-Enero-02	10H/10M	20-Junio-02
2H/1M	12-Enero-02	10H/10M	20-Junio-02
3H/1M	12-Enero-02	10H/10M	20-Junio-02
2H/1M	12-Enero-02	10H	20-Junio-02
3H/1M	12-Enero-02	10H/10M	20-Junio-02
5H/6M	1-Marzo-02	10H/10M	20-Junio-02
5H/5M	1-Marzo-02	10H/10M	20-Junio-02
5H/5M	1-Marzo-02	10H/10M	20-Junio-02
5H/6M	1-Marzo-02	10H/10M	20-Junio-02
5H/5M	1-Marzo-02	10H/10M	20-Junio-02
5H/5M	1-Marzo-02	10H/10M	20-Junio-02
5H/5M	1-Marzo-02	11H/11M	24-Junio-02
5H/5M	1-Marzo-02	11H/15M	24-Junio-02

Anexo 2. Formato para registro de psílidos y parasitoides muertos por tratamiento

Tratamiento (Caja)	Fecha					
	Glycaspis brimblecombei			P. bliteus		
	Hembras	Machos	Total	Hembras	Machos	Total
T0R2 (1)						
T1R1(2)						
T3R1 (3)						
T3R3 (4)						
T0R1 (5)						
T0R3 (6)						
T1R3 (7)						
T2R2 (8)						
T1R2 (9)						
T2R3 (10)						
T3R2 (11)						
T2R1 (12)						

Anexo 3. Análisis estadístico

La instrucción proc mixed realizó el análisis de varianza e hizo una comparación entre tratamientos; en el ANOVA se observó que existe diferencia entre los tratamientos. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Análisis de varianza de los tratamientos

Efecto	GL	F calculada	pr>F
Tratamiento	3	3.77	0.0164**
Tratamiento*Repetición	7	4.33	0.0008*
Semana	7	12.37	<0.0001*
Tratamiento*Semana	21	0.62	0.8868

*Significancia con $\alpha = 0.01$

**Significancia con $\alpha = 0.05$