BIOLOGÍA DEL PSÍLIDO DEL PIRÚ *Calophya rubra* (Blanchard) (HOMOPTERA: PSYLLIDAE).

R. Alvarez-Zagoya[1] D. Cibrián-Tovar[2]

[1]Postgraduada de la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Becaria COFAA-IPN. Tel-Fax (18) 14-20-91. E-mail: raz_ciidir@yahoo.com

[2]División de Ciencias Forestales (DiCiFo), Laboratorio de Entomología Forestal. Universidad Autónoma Chapingo, Apdo. Postal 37, Chapingo, Edo. de México. C.P. 56230México. Tel. (595) 4-22-00 ext. 5542. E-mail: dcibrian@taurusl.chapingo.mx

RESUMEN

Se describe la biología del psílido del pirú *Calophya rubra* (Blanchard) en Chapingo Estado de México, bajo condiciones de campo y laboratorio. El estudio fue realizado en dos períodos, el primero, de septiembre a octubre de 1997, en estas fechas el ciclo de vida requirió de 48 días en promedio para completarse; el segundo, de enero a marzo de 1998, donde el promedio de duración fue de 68 días. Las hembras tuvieron una media de oviposición de 50 huevecillos, con un rango de 25 a 110. Las mediciones del largo y ancho de 523 exuvias y ninfas demostraron la existencia de cinco ínstares ninfales. Las medias en milímetros del largo de los ínstares ninfales N_1 a N_5 fueron respectivamente: 0.23, 0.34, 0.50, 0.68 y 1.07 mm, mientras que las medias del ancho en milímetros de N_1 a N_5 fueron respectivamente: 0.17, 0.28, 0.40, 0.58 y 0.99 mm. Los datos de longitud y anchura se analizaron mediante la prueba de χ^2 y el análisis de componentes principales. Ambos métodos ratificaron la presencia de cinco ínstares ninfales. Se colectaron enemigos naturales del psílido, entre los que destaca una especie nueva de parasitoide, del género *Tamarixia* (Hymenoptera: Eulophidae), la cual ejerce aparentemente un control natural importante en la población de psílidos.

PALABRAS CLAVE: Insecta, *Calophya rubra*, Psyllidae, control biológico, *Tamarixia* n. sp., *Schinus.*

BIOLOGY OF THE PEPPERTREE PSYLLID (*Calophya rubra* Blanchard) (HOMOPTERA: PSYLLIDAE)

SUMMARY

The biology of the peppertree psyllid (Calophya rubra Blanchard) is described. The studies were conducted in the field and laboratory in Chapingo, State of Mexico. Life cycles were followed in two time periods. The first was from September to October, 1997; at that time, the life cycle required an average of 48 days to be completed. The second was from January to March, 1998; an average of 68 days was required to complete the cycle. The average oviposition was 50 eggs per female (range, 25-110). Measurements of length and width of bodies of 523 exuvies and nymphs showed that five nymphal instars occur. Average length for nymphal instars N_1 to N_5 were, respectively, 0.23, 0.34, 0.50, 0.68, and 1.07 mm, while the average width for the same instars (N_1 to N_5) were, respectively, 0.17, 0.28, 0.40, 0.58, and 0.99 mm. Length and width measurements were analyzed with a χ^2 test and principal component analysis. Both methods ratified the presence of five nymphal instars. Natural enemies of the psyllid were also studied. An outstanding new species of parasitoid, *Tamarixia* n. sp. (Hymenoptera: Eulophidae) was found. This is possibly an important regulator of the psyllid population.

KEY WORDS: Insecta, *Calophya rubra*, Psyllidae, biological control, *Tamarixia* n. sp., *Schinus*.

INTRODUCCIÓN

En México, se conoce al psílido *Calophya rubra* (Blanchard), como una plaga de importancia en los árboles de pirú, *Schinus molle.* Cibrián (1991) indica que desde 1989, existen severas infestaciones de este insecto chupador de savia, principalmente en el Estado de México y el Distrito Federal. Sin embargo, se le ha colectado también en los estados de Baja California, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Querétaro, Puebla, Tlaxcala y Veracruz (Cibrián *et al*., 1995). *Calophya rubra* se considera introducida a México, aunque no se conoce la fecha de entrada. Es nativa en Perú, Argentina, Bolivia, Brasil y Chile (Burckhardt, 1988). En 1984 se introdujo a Estados Unidos, en donde se manifestó como plaga en la zona costera de California (Downer *et al.,* 1988; Da Silva, 1994). Debido a la importancia de este psílido y a la falta de información básica sobre el insecto, se desarrolló el

Recibido: 10 de febrero de 1999-11-25
Aceptado: 28 de julio de 1999.

presente estudio, con el objetivo de conocer su biología en las condiciones de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Se ubicó en Chapingo, Estado de México, entre el paralelo 19° 29' 46" latitud norte y el meridiano 98° 53' de longitud oeste, con una altitud de 2 250 msnm. El clima es templado subhúmedo con una precipitación promedio anual de 645 mm, con lluvias en verano. Las temperaturas mensuales promedio oscilan entre 11.6 ° C y 17.4 ° C, con un promedio anual de 15°C. Los muestreos y observaciones se realizaron en el campo y en el insectario de la DiCiFo-UACh durante 1997 y 1998.

Campo. Dentro del Campus de la UACh se eligieron siete árboles de pirú, similares en altura y diámetro de fuste, en ellos se efectuaron observaciones periódicas de ciclo de vida, comportamiento y dispersión; de estos árboles se colectaron insectos vivos, con los cuales se establecieron crías en el insectario. En el campo se eligió para su seguimiento, a un grupo de 529 huevecillos y un grupo de 257 ninfas recién nacidas. Se registró el tiempo que requirieron los huevecillos para eclosionar, el comportamiento de desplazamiento de las ninfas N_I hasta su sitio definitivo de establecimiento y el tiempo de desarrollo de cada uno de los ínstares ninfales. De los adultos, se registraron los siguientes aspectos del ciclo de vida: hábitos alimenticios, cortejo, apareamiento, oviposición y tiempo de supervivencia. Se dio seguimiento al crecimiento del nuevo follaje y se tomó información de su relación con el psílido; para ello se eligieron y etiquetaron cinco ramas de 50 centímetros de longitud, se registró su desarrollo vegetativo y floral, su relación con los hábitos de oviposición de *C. rubra* y el desarrollo y ubicación de las ninfas. El período de observación fue del 30 de septiembre al 15 de diciembre de 1997. Para relacionar los factores ambientales con el desarrollo de los insectos se utilizaron los datos diarios tomados por el Observatorio Meteorológico del Campus Chapingo; los cuales fueron temperatura (mínima, media y máxima), humedad relativa, precipitación y evaporación.

Las colectas de adultos fueron efectuadas durante los meses de enero a abril de 1998, se hicieron en cada una de cuatro orientaciones de la copa (SE, NE, NO y SO). Para ello se tomó una rama con tres foliolos y se sacudió sobre un plato de 40 cm de diámetro, cubierto con aceite mineral. Se efectuaron 20 colectas de 20 sacudidas cada una, por fecha y orientación. Los adultos colectados fueron sexados y preservados en alcohol al 70% o en acetato de amilo, este último permitió separar el excedente de aceite y mantener deshidratados a los insectos para su montaje. Para conocer la distancia de dispersión del insecto se colocaron platos aceitados entre los árboles estudiados separados por aproximadamente 100 m, los platos se dispusieron en línea recta con un espaciamiento de 20 m entre ellos.

Insectario. En uno de los cuartos de cría del insectario, se colocaron diez árboles de pirú, de 50 cm de altura en promedio, cada uno en una maceta y bajo luz blanca, con fotoperíodo de 12 horas. Los árboles fueron podados para favorecer nuevo desarrollo foliar. Los adultos iniciadores de la colonia se obtuvieron mediante la colecta periódica en campo de 10 ramillas apicales de 50 cm de longitud. De ahí se extrajeron las ninfas maduras N_5 para obtener adultos de *C. rubra.* Una vez emergidos, los nuevos adultos fueron sexados y colocados en parejas dentro de una bolsa de malla de organdí sobre cada brote tierno. Las bolsas midieron de 20 a 40 cm de longitud, con base de plástico cristal de 18 cm de diámetro y boca ajustable del mismo diámetro. El resto de las ramillas apicales colectadas en campo se aprovecharon para realizar observaciones sobre daños, cuantificación de ninfas y huevecillos y para el aislamiento de parasitoides del psílido.

En las nuevas poblaciones derivadas de las parejas de adultos se tomó información sobre: número de huevecillos por pareja, tiempo de maduración de los huevecillos hasta la emergencia y establecimiento de las ninfas de primer ínstar. Para un conjunto de individuos se observó su desarrollo de huevecillo a adulto y se registró el número de ínstares ninfales, número de exuvias y emergencia. De los adultos se observaron sus hábitos alimenticios, el cortejo y apareamiento y el período y hábitos de oviposición; también se midió su longevidad en cautiverio. La temperatura mínima y máxima se registró diariamente, desde septiembre de 1997 a junio de 1998. Los diferentes estados de *C. rubra* colectados en campo y laboratorio así como sus exuvias fueron preservadas en alcohol al 70%. Se realizaron preparaciones de ninfas y exuvias mediante la técnica de Pantin (1967) para aclarar su cuerpo y montarse en lactofenol y Bálsamo de Canadá; con estas preparaciones se hizo la medición de las variables largo y ancho del cuerpo con reglilla micrométrica. El número de individuos de *C. rubra* medidos fue de 24 huevos, 194 ninfas, 357 exuvias y 30 adultos; dichos individuos se encuentran depositados en las colecciones entomológicas de la DICIFO-UACH y del CIIDIR-IPN Unidad Durango.

Análisis estadístico. Los datos derivados de las mediciones de longitud y anchura se consideraron como una muestra aleatoria de la población de *C. rubra.* Para probar si las muestras provenían de una población con distribución normal, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk mediante el estadístico W, para lo cual se usó el procedimiento UNIVARIATE del programa estadístico SAS (1988). Se realizó un análisis de los valores extremos y se depuró la base de datos para comprobar que las subpoblaciones (ínstares ninfales) tuvieran distribución normal. Para observar la separación de los ínstares ninfales, se realizó una transformación por componentes principales de las variables largo y ancho de las exuvias ninfales (Morrison, 1976; Mardia *et al.,* 1979). Se usó el primer componente principal para calcular la probabilidad de que el valor mínimo y máximo observado de un ínstar ninfal se traslapara con el ínstar contiguo. Para ello se estandarizaron los valores extremos de cada ínstar y se calculó la probabilidad de traslape de dos grupos

contiguos (ínstares). Cuando se tuvieron valores por abajo de 0.05 de probabilidad se aceptó que no existe sobreposición y por lo tanto son ínstares diferentes. Para encontrar la tasa de incremento para los diferentes ínstares de *C. rubra,* se usó la metodología propuesta por Llanderal, 1993 donde se calcula el coeficiente de incre mento (r) entre los pares de medias de ínstares ninfales contiguos y mediante la prueba de Ji cuadrada (χ^2) se determinan las diferencias entre los valores observados y esperados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características distintivas de los estados de desarrollo de *Calophya rubra*. Las estructuras externas que se pueden usar para reconocer a cada uno de los estados e ínstares de desarrollo de *C. rubra* se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Características relevantes para la identificación de los estados de desarrollo de *Calophya rubra* (Blanchard) en montajes

Estado biológico	Forma	Color y caracteres	media de long. (Desv. std.)	media de ancho (Desv. std.)
Huevo (H) n = 24	Oval, superficie lisa con un pedicelo en su extremo, el cual mide 0.0733 mm de longitud promedio.	Transición de color al madurar: blanco translúcido ⇒ gris ostión ⇒ gris metálico nacarado ⇒ café grisáceo metálico obscuro.	0.2505 mm (0.0148)	0.1263 mm (0.0065)
Ninfa (N_1) n = 31	Oval, aplanada. En vista dorsal, apenas se distinguen patas cortas; se desplaza en la superficie de las hojas, al final se establece.	Patas oscuras, apenas visibles, ojos rosados; estiletes más grandes que el labium; cuerpo amarillo cubierto con setas, sin sectasetas, micetomas color naranja	0.2306 mm (0.3242)	0.1705 mm (0.0373)
Ninfa (N_2) n = 16	Sésil, casi plana, tiene más grosor que N_1, es menos oval, patas más largas que N_1.	Tarsos obscuros, ojos rojos, el estilete se alarga; cuerpo amarillo con inicio de diferenciación de sectasetas y antenas	0.3440 mm (0.0339)	0.2844 mm (0.0305)
Ninfa (N_3) n = 30	Sésil, es menos oval que N_2, cónica, en el vórtice de su parte ventral lleva su aparato bucal; el estilete tiene la longitud del grosor de la ninfa.	Tarsos obscuros, cuerpo amarillo con leves tonos ocre; las sectasetas de las antenas y del cuerpo comienzan a distinguirse individualmente; se inicia el desarrollo de primordios alares.	0.4959 mm (0.0439)	0.4032 mm (0.0411)
Ninfa (N_4) n = 30	Sésil, más redonda que ovalada, cónica, tan gruesa como dos terceras partes de su anchura; estructuras dorsoventrales definidas.	Amarillo ocre separable de las ninfas anteriores por su tonalidad; estiletes proporcionales al tamaño de la ninfa; sectasetas antenales y corporales bien definidas. Primordios alares diferenciados.	0.6832 mm (0.0740)	0.5803 mm (0.0592)
Ninfa (N_5) n = 87	Sésil, redonda, cónica, más gruesa que 0.7 mm, distancia entre los ojos igual al largo de N_1; se diferencian sexos cuatro días antes de la emergencia.	Hembra con tono verde brillante en el abdomen. Macho, amarillo ocre. Los dos pares de alas se desarrollan en el interior, se observan plegadas, translúcidas.	1.0744 mm (0.1159)	0.9858 mm (0.0842)
Adulto n = 30	Las alas anteriores tienen 1.875mm de longitud y 0.800mm de ancho; las alas posteriores, 1.250mm y 0.479mm, respectivamente.	Muestran dimorfismo sexual, la terminalia del macho tiene forma de capuchón e incluye el proctígero, aedeago y los forceps; y la de la hembra muestra valvas agudas de color negro.	2.70 mm largo total (0.0710) 1.350 mm largo corporal (0.0992)	0.575 mm (0.0513)

Debido a que se observó el desarrollo individual de los ínstares, fue posible colectar las exuvias ninfales en cuanto éstas se presentaron. En el Cuadro 2 se muestran los valores de las mediciones en milímetros de las variables largo y ancho de 357 exuvias ninfales N_l a N_5.

CUADRO 2. Valores de las variables largo y ancho de las exuvias de *Calophya rubra* en Chapingo, 1997

	Estado	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5
L	n	61	119	68	39	70

A	Media	0.2412	0.3602	0.4995	0.7670	1.1116
R	Desv. Est.	0.0247	0.0215	0.0330	0.0329	0.0879
G	Min	0.1875	0.2918	0.4021	0.5780	0.9169
O	Máx	0.2917	0.4019	0.5778	0.8541	1.3816
	Estado	**N_1**	**N_2**	**N_3**	**N_4**	**N_5**
A	n	61	119	68	39	70
N	Media	0.1770	0.2938	0.4200	0.6688	1.0115
C	Desv. Est.	0.0140	0.0182	0.0248	0.0591	0.0526
H	Min	0.1458	0.2500	0.3750	0.5526	0.8918
O	Máx	0.2083	0.3266	0.4898	0.7662	1.1555

Se observa que no existe sobreposición en los rangos de dispersión de las variables largo y ancho, aunque es notable que en la variable largo sus límites mínimo y máximo son muy cercanos, lo que no sucede con la variable ancho en la cual se observa un intervalo mayor entre el máximo y mínimo de ínstares ninfales contiguos. La diferencia en el tamaño entre un ínstar y otro se explica por el crecimiento del cuerpo después de la écdisis o separación de la cutícula vieja (exuvia). El incremento en anchura entre el límite superior de un ínstar y el inferior del siguiente equivale a 0.042 mm de N_1 a N_2, 0.048 mm de N_2 a N_3, 0.063 mm de N_3 a N_4 y de 0.0126 mm de N_4 a N_5.

Al considerar el uso de componentes principales para separar los cinco ínstares ninfales y transformar las variables largo y ancho de las ninfas, el primer componente principal representó el 99.9% de la variación observándose las diferencias o separación entre cada ínstar ninfal en la Figura 1. Con ello se resaltó la variabilidad de los valores originales y permitió encontrar las diferencias entre los ínstares, además de que el uso del primer componente principal sirvió para calcular la probabilidad de que el valor mínimo y máximo observado de un ínstar ninfal se traslapara con el instar contiguo. Cuando se tuvieron valores por abajo de 0.05 de probabilidad se aceptó que no existe sobreposición y por lo tanto son ínstares diferentes. La probabilidad de traslape en el tamaño de los ínstares ninfales indicó que existe diferenciación entre los cinco ínstares, con excepción del valor máximo de N_1 con el mínimo de N_2 (p = 0.0580) y del valor mínimo de N_4 con el máximo de N_3 (p = 0.0730).

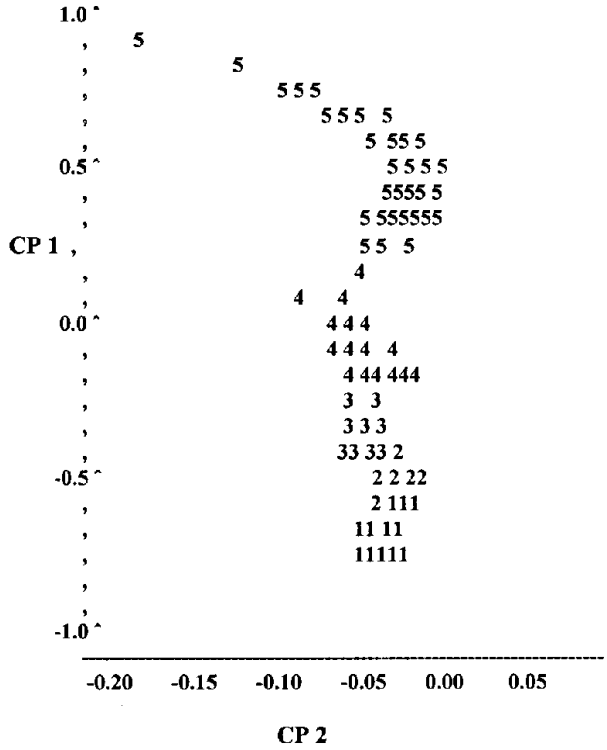

Figura 1. Dispersión de los cinco estadios ninfales de *C. rubra* mediante componentes principales CP1, CP2 (nota: hay 119 observaciones ocultas)

Al relacionar los valores de las variables largo y ancho se presentó una correlación alta de r^2 = 0.9907, p > F = 0.001, por lo que la prueba de χ^2 se aplicó únicamente para la variable ancho de las exuvias. La media de la anchura dada en mm para cada uno de los ínstares N_1 a N_5 se transformaron logarítmicamente para linealizar los valores observados y esperados. Para un nivel de significación de α = 0.05 y 4 g.l., el valor de χ^2 es de 9.48, valor muy superior al calculado en el Cuadro 3, con lo que se determinó que no existieron diferencias entre los valores observados y los esperados, ya que el coeficiente de incremento (r) entre las medias del ancho de los estadios ninfales para N_1 y N_2 fue de 0.6703; N2 y N3, 0.6937; N3 y N4, 0.7258; N4 y N5, 0.6359, con un valor de 0.68 en el crecimiento medio de *C. rubra.*

CUADRO 3. Prueba de significación (χ^2) del ancho de las exuvias de *Calophya rubra*

Edo.	n	med	sd	r	obs	esp	$(obs-esp)^2/esp$
1	31	0.2306	0.3242		0.2306	0.2318	0.0000
2	16	0.3440	0.0339	0.6703	0.3440	0.3378	0.0001
3	30	0.4959	0.0439	0.6937	0.4959	0.4922	0.0000
4	30	0.6832	0.0740	0.7258	0.6832	0.7171	0.0016
5	87	1.0744	0.1159	0.6359	1.0744	1.0448	0.0008
m =	0.1634		r^2 =	0.999			χ^2= 0.0026

Por lo tanto, el análisis de componentes principales y la prueba de χ^2 corroboró, que *C. rubra* presenta cinco ínstares ninfales bien definidos, considerando las variables largo y ancho del cuerpo para cada ínstar ninfal.

La morfología de la ninfa madura (N_5) se puede observar en la Figura 2.

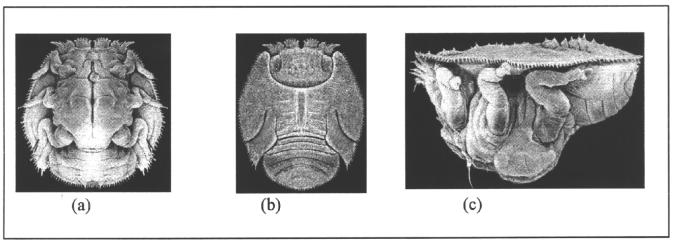

Figura 2. Ninfas del quinto ínstar de *Calophya rubra.* (a) Vista ventral, el márgen lateral con sectasetas; (b) vista dorsal, superficie aplanada; (c) vista lateral, se destaca la forma cónica del cuerpo. (Fotografías tomadas al microscopio electrónico de barrido, cortesía de Jorge Valdéz Carrasco, Laboratorio de Morfología de Insectos, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Edo. de Méx.).

Ciclo de vida. La duración del ciclo de vida varió de acuerdo con las condiciones de temperatura ambiental que existieron dentro del insectario. Al seguir el ciclo de vida en una temperatura promedio de 23°C, se determinó una duración promedio de 43 días. Este fue el tiempo que se requirió para que los insectos se desarrollaran de huevo a adulto recién emergido. En cambio, cuando el ciclo se estudió a una temperatura media de 16°C, se tuvo una duración promedio de 65 días. La longevidad de los adultos es de pocos días (2 a 5), siendo la hembra la que tiene mayor longevidad. En el Cuadro 4 se muestran los datos promedio de duración en días de cada estado de desarrollo.

CUADRO 4. Promedio de duración en días de los estados de desarrollo de *Calophya rubra* en condiciones de insectario

Temp.	H	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	A_{macho}	A_h embra
23°C	4	6	4	8	10	11	3	5
16°C	8	9	8	10	14	16	2	4

Ciclo de vida en campo. De las 257 ninfas escogidas el 30 de septiembre de 1998, 245 pertenecieron al ínstar ninfal N_I, de éstas últimas, para el 15 de diciembre, emergieron 58 adultos, los cuales requirieron hasta 69 días para alcanzar dicho estado.

Cortejo, apareamiento y oviposición de adultos. En 10 parejas de adultos se observó lo siguiente: el macho busca a la hembra insistentemente; con el tarso de las patas anteriores sujeta la parte media de la cabeza de la hembra y la parte anterior del protórax, camina paralelo a ella intentando copular, aunque ésta lo evade, mueve repetidamente sus alas para estridular con la parte costal de sus alas anteriores. El cortejo dura de 10 a 20 minutos y la cópula dura de 5 a 30 minutos. El macho curva el abdomen para copular y permanece unido a la hembra en un lapso que varía de 10 minutos a 3 horas y media. Posteriormente entran en fase de reposo y alimentación; prosiguen el apareamiento 2 o 3 horas después. La oviposición se puede presentar inmediatamente después de la cópula, la pareja recorre la ramilla hasta encontrar un sitio donde la hembra deposite los huevos recién fertilizados; la ovipostura puede durar de 15 a 20 minutos, cada huevo es depositado individualmente, éste queda sujeto con un pedicelo al tejido del brote; coloca de uno a cinco huevos en cada foliolulo sin extender. Cuando hay alta densidad de población, los individuos se trasladan a otros sitios como el raquis, los pecíolos foliares, las inflorescencias y los frutos. Al madurar los huevos, se obscurece su coloración de blanco translúcido a café grisáceo metálico obscuro. De 529 huevecillos observados en foliolos jóvenes, el 67% se encontró en la parte media y basal del foliolo, 10% en el raquis y 23% en el ápice. En brotes muy tiernos (foliolulos sin expander) se pudieron encontrar hasta el 33% de los huevecillos. Al dar seguimiento a parejas recién emergidas se encontró que inician la oviposición a doce horas de emerger y se mantienen ovipositando a intervalos irregulares durante las siguientes 36 horas, el rango de oviposición por hembra osciló de 25 a 110 huevecillos, con una media de 50. Al realizar registros de oviposición en condiciones de temperaturas distintas, se encontró que aquellas hembras que estuvieron en una temperatura ambiente promedio de 21.8°C tuvieron una media de producción de 50 huevecillos, en cambio, otras que estuvieron a 18°C tuvieron una media de 40 huevecillos.

Comportamiento de alimentación. Después de emerger del huevecillo, las ninfas N_1 caminan del sitio de eclosión al pecíolo del foliolo para establecerse e iniciar su alimentación. Al final del ínstar se establecen en el foliolulo, en el raquis o en los botones florales del hospedante. Los siguientes ínstares permanecen en el sitio escogido por la N_1, el tejido vegetal que los rodea forma una fosa engrosada, cónica, dentro de la cual se alimentan las ninfas. Después de la primera muda, la exuvia permanece adherida a la N_2 dentro de la fosa alimentaria; incluso las dos primeras exuvias pueden estar sobre el dorso de la N_3. Las ninfas se mantienen en foliolos de la parte media de la rama. El 84% de las ninfas se ubicaron en la parte media y basal del foliolo y el 16% en la parte apical. El 72% de las ninfas estuvieron en el haz y el 28% en el envés de las hojas.

Las ninfas tienen microorganismos simbiontes que producen substancias indispensables para su crecimiento y reproducción (Houk y Griffiths, 1980). Dichos microorganismos están dentro de células o micetocitos que constituyen los micetomas. En *Calophya rubra*, estas estructuras se presentan desde el estado de huevo y en los cinco ínstares ninfales subsecuentes, se localizan en el interior de los segmentos abdominales. Su coloración es naranja y se piensa que el tamaño de los micetomas

es proporcional a la demanda de los elementos nutricionales.

Los adultos, para alimentarse, insertan sus estiletes a lo largo del raquis del foliolo, pueden permanecer hasta por hora y media, succionando savia, al retirarse se observan pequeñas exudaciones de savia en el sitio de la herida. Mientras se alimentan, existe un constante movimiento de antenas y patas, siendo mas intenso en el macho que en la hembra.

Variación poblacional. Durante los meses de mayor desarrollo foliar se presentó una variación poblacional que se ilustra en la Figura 3.

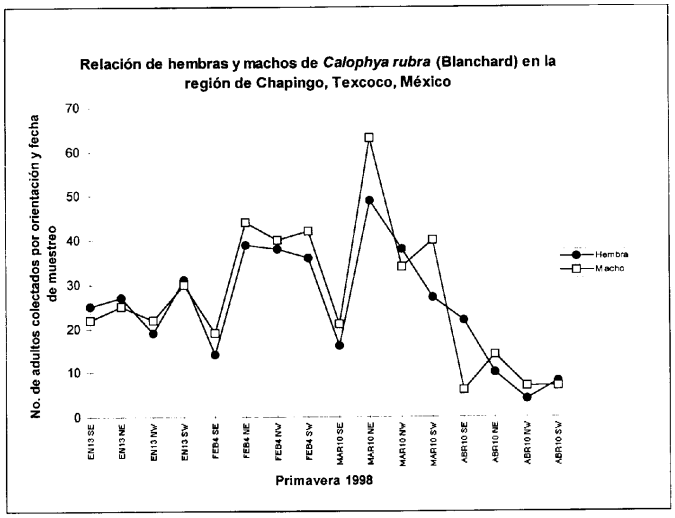

Figura 3. Variación de la población de psílidos adultos de *C. rubra*

Como se aprecia en la Figura 3, el número de individuos capturados osciló a lo largo de los cuatro meses de observación, los números totales de adultos capturados fueron: enero, 201; febrero, 272; marzo, 288; abril, 78. De acuerdo con estos datos, la población aumentó progresivamente de enero a marzo, sobre todo en febrero y marzo, en los cuales existieron abundantes brotes foliares del hospedante. Para abril, la población disminuyó considerablemente y coincidió con la ocurrencia de altas temperaturas y una sequía prolongada. En mayo también se realizaron los muestreos para adultos, sin embargo, no se capturó ningún individuo. Se asumió que las temperaturas altas, además de la sequía y la ausencia de brotes nuevos fueron factores determinantes en la reducción de la población. La mayor cantidad de adultos de *C. rubra* encontrados entre enero y abril se presentó en un rango de temperatura media mensual entre 14°C y l8°C, con mínimos de -0.3°C a 3°C y máximos de 2l°C a 26°C. Los valores mínimos de temperatura encontrados en el área del presente estudio, aparentemente no afectaron a la población de psílidos, no así los valores máximos de temperatura que fue de 34°C, ya que conduce a la desecación de los individuos, principalmente de las ninfas.

Disposición espacial. Para determinar estadísticamente si hubo diferencia en las colectas debida a la orientación del árbol, se aplicó un análisis de varianza de un solo factor de efectos aleatorios, con el procedimiento ANOVA (SAS, 1988) para cada fecha de muestreo. En las cuatro pruebas la hipótesis nula no fue rechazada con un α = 0.05, las probabilidades del estadístico F fueron 0.9807, 0.5601, 0.2271 y 0.3481 para enero, febrero, marzo y abril, respectivamente. Lo cual implicó que *C. rubra* no mostró preferencias por una orientación determinada dentro del árbol.

Para conocer la distribución de *C. rubra* en los tres tercios de la copa, se aplicó el procedimiento ANOVA para cada fecha de muestreo. Las probabilidades de F por tercios de la copa para enero, febrero, marzo y abril fueron 0.8247, 0.6031 y 0.1983. Consecuentemente, en las tres pruebas la hipótesis nula no fue rechazada con α = 0.05, por lo que el número de adultos de *C. rubra* y de sus ninfas, no presentó diferencias significativas entre los tres tercios de la copa de *S. molle.* Sin embargo, existe agregación de adultos y ninfas en las partes vegetativas más tiernas, como el ápice de la rama.

Dispersión. Los adultos de *C. rubra* se mantienen en los foliolos y raquiolas del pirú y pueden ser desplazados por corrientes de aire y recorrer varios cientos de metros de distancia. Si un árbol está cerca de otro se facilita la dispersión de adultos, de lo contrario, se encuentran en cantidades muy bajas en el estrato herbáceo bajo la sombra del árbol, principalmente cuando las ramas están cerca del suelo. La actividad de los adultos se incrementa conforme aumenta la temperatura del día y se mantienen en la parte más protegida y fresca de su microhábitat.

Parasitoide de *C. rubra.* En condiciones de insectario se obtuvieron adultos del parasitoide *Tamarixia* n. sp. (Hymenoptera: Eulophidae), las avispas emergieron diariamente, primero se obtuvieron a nivel individual, y luego a nivel colectivo. A principios de octubre 1997 se colectaron los primeros veinte adultos de la avispita, cada una a partir de ninfas de *C. rubra* aisladas en cápsulas de gelatina. En noviembre de 1997 se obtuvieron alrededor de 250 adultos del parasitoide. Al revisar ventralmente las ninfas de *C. rubra*, se observaron huevecillos redondos, de color blanco, de tono similar al color de la superficie ventral de las ninfas del ínstar N_3. No se hallaron éstos en N_1, ni en N_2. Las larvas de la avispita son blancas y ápodas, con hábitos de ectoparásitos, localizándose bajo las ninfas de *C. rubra* de tercer y cuarto ínstar, mientras que las prepupas, pupas y adultos se observaron bajo las ninfas de quinto ínstar.

La determinación taxonómica del parasitoide de *C. rubra* fue realizada a nivel de género por el M. C. J. Refugio Lomelí F. (Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México) y a nivel de especie por el Dr. Robert Zuparko (Museo Essig, U. de California, Berkeley, EUA). Este es el primer registro acerca de la nueva especie *Tamarixia* n. sp., la cual será descrita y nombrada de ejemplares de avispas colectadas durante el desarrollo del presente estudio.

CONCLUSIONES

1. Los estados de desarrollo de *Calophya rubra* y sus tamaños promedios respectivos de largo y ancho son: huevo, 0.25 mm por 0.12 mm; ninfa N_1, 0.23 mm por 0.17 mm; ninfa N_2, 0.34 mm por 0.28 mm; ninfa N_3, 0.49 mm por 0.40 mm; ninfa N_4, 0.68 por 0.58 mm; ninfa N_5, 1.07 mm por 0.98 mm; adulto, 2.7 mm por 0.57 mm. Existen cinco ínstares ninfales bien definidos.

2. El ciclo biológico de *C. Rubra* varió de acuerdo a la temperatura, a un promedio de 16°C se requirieron 68 días, en cambio, a una media de 23°C sólo se requirieron 48 días. Los rangos de duración de los estados e ínstares fueron los siguientes: huevo, requiere de 4 a 8 días; ninfa N_1, 6 a 9 días; ninfa N_2, 4 a 8 días; ninfa N_3, 8 a 10 días, ninfa N_4 10 a 14 días; ninfa N_5, 11 a 16 días. El adulto macho sólo vive de 2 a 3 días, mientras que la hembra vive de 4 a 5 días.

3. La ninfa N_l se desplaza y se establece en el foliolulo, en el raquis ó en los botones florales del hospedante, forma una agalla donde se alimenta durante todo su desarrollo ninfal. El 72% de las ninfas se encuentra en el haz de los foliolulos, y el 28% en el envés.

4. El comportamiento de apareamiento y oviposición se mantiene simultáneamente en un lapso de 36 horas. Se obtuvo una media de oviposición por hembra de 50 huevecillos, con un rango de 25 a 110. El tiempo total de cortejo, cópula, ovipostura y desplazamientos por caminata dura de 10 minutos a 3.5 horas. Existen intervalos de alimentación entre las actividades de apareamiento y oviposición.

5. No se observaron diferencias entre las densidades de *C. rubra* entre los tres tercios de la copa de *S. molle,* ni en la orientación del árbol.

6. Se registra por vez primera la existencia de la especie parasitoide *Tamarixia* sp. nva. (Hymenoptera: Eulophidae) la cual controla de manera natural las poblaciones del psílido del pirú.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al M. C. Refugio Lomelí Flores y al Dr. Robert Zuparko el apoyo en la determinación taxonómica del parasitoide *Tamarixia* sp. nva.; al M. C. Marco Antonio Márquez Linares por el apoyo estadístico; al M. C. Jorge Valdéz Carrasco por las fotografías de las ninfas de *Calophya rubra* tomadas al microscopio electrónico de barrido.

LITERATURA CITADA

BURCKHARDT, D. 1988. Jumping Plant Lice (Homoptera: Psylloidea) of the Temperate Neotropical Region. Part 3: Calophyidae and Triozidae. Zoological Joumal of the Linnean Society (1988), 52: 115-191.

CIBRIÁN T., D. 1991. El "psílido del pirú"' (Homoptera: Psyllidae) ¿Un insecto recién introducido a México?. Memorias del XXVI Congr. Nal. de Entomol., Mayo 1991. Soc. Mex. de Entomol. Veracruz, Ver. pp. 11l-112.

CIBRIÁN T., D.; J. T. MÉNDEZ M.; R. CAMPOS B.; H. O'YATES III; J. FLORES L. 1995. Insectos forestales de México / Forest insects of Mexico. UACH-DICIFO, SFFS-SARH, USDA-FS, NR-Canada, COFAN-FAO. Publicación No.6. 453 p.

DA SILVA, P. G. 1994. Studies in Biological Control of the Pepper-Tree Psyllid, *Calophya rubra* (Blanchard), in the San Francisco Bay Area. Ph.D. Thesis, University of Califoniía, Berkeley, CA. 119 p.

DOWNER, A. J.; P. SVIHRA; R. H. MOLINAR; J. B. FRASE; C. S. KOEHLER. 1988. New psyllid pest of California peppertree. California Agriculture 42(2):30-32.

HOUK, E. J.; G. W. GRIFFITHS. 1980. Intracelular symbiontes of the Homoptera. Ann. Rev. Entomol. 25:161-187.

LLANDERAL C., C. 1993. Definición de ínstares larvales de *Phthorimaea operculella* por medición de la cápsula cefálica. Agrociencia, Serie Protección Vegetal 4 (2): 179-186.

MARDIA, K. V.; J. T. KENT; J. M. BIBBY. 1979. Multivariate analysis. Academic Press, London. 518 p.

MORRISON, D.F. 1976. Multivariate statistical methods. McGraw-Hill. New York. 415 p.

PANTIN, C.F.A. 1967. Notes on microscopial technique for zoologist. The Sindics of the Cambridge University Press. 98 pp.

SAS Institute Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide, Relase 6.03 Edition, Cary, NC, USA. 1028 p.