

Parasitismo de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) en la zona citrícola sur de Uruguay

G. ASPLANATO, F. GARCÍA MARÍ

Se han realizado estudios durante dos temporadas en dos parcelas de naranjos Navel ubicadas en la zona citrícola sur de Uruguay para conocer la identidad y abundancia de las especies de parasitoides de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Maskell) y determinar algunos factores que influyen en los niveles de parasitismo. Se identificaron en trampas y sobre su hospedero los ectoparasitoides *Aphytis melinus* DeBach, *A. lingnanensis* Compere y *A. chrysomphali* (Mercet), y los endoparasitoides *Encarsia perniciosi* (Tower) y *E. citrina* (Craw). Las tres especies de ectoparasitoides variaron en su abundancia relativa según la localidad y el año, mientras que *E. perniciosi* fue la especie predominante entre los endoparasitoides. El ectoparasitismo medio anual fluctuó entre 8 y 13% y fue mínimo en invierno, mientras que el endoparasitismo varió del 1 y 9% y fue máximo en invierno y primavera. El mayor parasitismo por *Aphytis* se observó en las hojas, mientras *Encarsia* parasitó más a las cochinillas ubicadas en la madera. Las especies de *Aphytis* parasitaron casi exclusivamente hembras vírgenes de tercer estadio y machos de segundo estadio, mientras que las de *Encarsia* prefirieron los dos primeros estadios. Las diferencias entre ecto y endoparasitoides en ubicación en el árbol, época del año en que actúan y estadios del hospedero preferidos sugieren una acción complementaria de ambos tipos de parasitoides.

G. ASPLANATO: Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

F. GARCÍA MARÍ: Departamento de Ecosistemas Agroforestales, E.T.S.I.Agrónomos, 46022-Valencia, España.

Palabras clave: *Aonidiella aurantii*, cochinilla roja californiana, parasitismo, *Aphytis*, *Encarsia*, cítricos.

INTRODUCCIÓN

La cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Maskell) es considerada una de las principales plagas de los cítricos en todo el mundo (EBELING, 1959; MILLER y DAVIDSON, 1990). En Uruguay es uno de los insectos que causan mayores daños económicos en el cultivo, al ser uno de los principales motivos del destrío producido por plagas y requiere tratamientos insecticidas anuales

para controlar sus poblaciones (BERNAL y PIÑEIRO, 1993).

Los diaspíridos son afectados frecuentemente por gran cantidad de enemigos naturales, los cuales bajo ciertas condiciones pueden llegar a regular sus poblaciones a niveles tales que no son necesarias medidas adicionales de control. Dentro de los enemigos naturales destacan como más eficientes los ectoparasitoides del género *Aphytis* (ROSEN y DEBACH, 1979). *Aphytis lingnanensis*

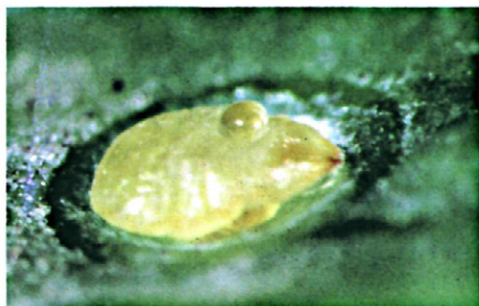


Foto 1.—Hembra de cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* parasitada por una larva de *Aphytis* que aparece como una pequeña esfera sobre su dorso.

Compere y especialmente *Aphytis melinus* DeBach son considerados los parasitoides más efectivos en el control de la cochinilla roja de California y han sido introducidos en casi todas las áreas cítrícolas del mundo (ROSEN y DEBACH, 1979). *A. melinus* ha pasado a ser el parasitoides dominante en muchas zonas (DEBACH y SUNDBY, 1963; ORPHANIDES, 1984; BEDFORD y CILLIERS, 1994; DAHMS y SMITH, 1994; DESANTIS y CROUZEL, 1994; FORSTER y LUCK, 1996). Las condiciones climáticas pueden determinar la distribución, la abundancia y la efectividad de las especies de *Aphytis* en diferentes localidades (DEBACH, 1965). A pesar de que los endoparasitoides son considerados menos eficientes en el control de la cochinilla roja californiana, pueden complementar la acción ejercida por los *Aphytis* (LUCK *et al.*, 1995; FORSTER y LUCK, 1996; BEDFORD y CILLIERS, 1994; SMITH *et al.*, 1997).

En Uruguay no se han realizado introducciones de parasitoides para el control de la cochinilla roja de California. Sólo en la zona cítrica norte del país (Departamento de Salto) se han identificado algunas especies de enemigos naturales de *A. aurantii* (BERNAL y PIÑEIRO, 1983, 1993; BUENAHORA *et al.*, 1999) y se han realizado estudios sobre el parasitismo estacional (BERNAL, 1996). En este trabajo se busca identificar las especies de parasitoides de *A. aurantii* presentes en las condiciones de la zona cítrica sur de Uruguay, así como estudiar su abundancia estacional y el impacto en las poblaciones de



Foto 2.—Colonia con diversos estadios de desarrollo de *Aonidiella aurantii* en la que se observa una pupa de *Aphytis* al levantar un escudo. Se aprecia también el meconio o excrementos producidos por la pupa, que pueden observarse asimismo por transparencia bajo otros escudos, lo que denota que están también parasitados.

la cochinilla roja de California, ya que estos conocimientos son básicos para el desarrollo de estrategias de manejo racionales.



Foto 3.—Adulto de *Aphytis* spp.

MATERIAL Y METODOS

Los estudios se realizaron en dos parcelas de naranjo dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) variedad Washington Navel, en plena producción, pertenecientes a predios comerciales ubicados en la zona sur del país, en las localidades de Pajas Blancas (Departamento de Montevideo) y Kiyú (Departamento de San José). Las parcelas se seleccionaron por presentar alta infestación de cochinilla roja de California. La edad de las plantas al inicio de los estudios era de 12 años en la parcela de Pajas Blancas y 9 años en la de Kiyú. El estudio se realizó durante dos periodos vegetativos completos, desde el mes de julio de 1995 hasta septiembre de 1997. No recibieron tratamientos insecticidas durante el período de estudio. La última aplicación en Kiyú se efectuó en diciembre de 1994 con aceite mineral y en Pajas Blancas en marzo de 1995 con el organofosforado metidation. Recibieron el manejo habitual para la zona en cuanto a fertilizaciones. No se realizaron podas durante el período de estudio. Mientras la parcela de Kiyú era de regadío, la parcela de Pajas Blancas se mantuvo en secano.

En la parcela de Pajas Blancas se seleccionó una fila, de la cual se utilizaron las 25 plantas centrales para los estudios. En la parcela de Kiyú, se tomaron 4 filas de 20 plantas y se muestrearon las plantas de las dos filas centrales. La frecuencia de muestreos fue semanal de noviembre a marzo y quincenal de abril a octubre.

En cada fecha de muestreo se tomaron hojas con presencia de cochinillas de seis árboles seleccionados al azar. En laboratorio se contabilizaron 150 individuos vivos. Se registraron por separado los distintos estadios de desarrollo de la cochinilla y las formas parasitadas con presencia de parasitoides vivos. Se separaron los estadios L1 (larva del primer estadio), L2 (larva del segundo estadio), H1 (hembra joven), H2 (hembra totalmente desarrollada no fecundada), H3 (hembra en etapa reproductiva), y los estadios prepupa, pupas y adultos bajo escudo de los machos. Se registraron por se-



Foto 4.—Trampas amarillas pegajosas empleadas para el seguimiento de las poblaciones de parasitoides de diaspíridos en las parcelas de cítricos.

parado los estadios de desarrollo de la cochinilla parasitadas. Los parasitoides encontrados en forma de larva o pupa se criaron para su posterior identificación. El porcentaje de parasitismo se calculó sobre la base del total de estadios susceptibles para los parasitoides. Se consideraron parasitables por *Aphytis* las hembras del segundo estadio (L2), hembras jóvenes (H1), hembras totalmente desarrolladas vírgenes (H2), machos del segundo estadio y prepupas (Rosen y DeBach, 1979). *Encarsia* parasita todos los estadios de desarrollo (VIGGIANI, 1990; YU *et al.*, 1990).

Los parasitoides adultos se contaron en trampas de feromonas sintéticas de machos de *Aonidiella aurantii* y trampas de pegamento amarillas (STERNLICHT, 1973; MORENO *et al.*, 1984; SAMWAYS, 1986, 1988). Los registros en trampas se realizaron en las mismas fechas del muestreo de hojas. Las trampas de feromonas consistieron en

cartón blanco con pegamento «Tanglefoot» (Tanglefoot Company, Michigan, USA) en forma de tienda con una dimensión de 28 x 9 cm. Las cápsulas del atrayente sexual fueron de la marca comercial «Aralure» de Aragonés Agro S.A. Se colocó una trampa en cada parcela en un árbol ubicado en el centro de la misma. Las trampas se colgaron a una altura entre 1,5 y 2 m. Las cápsulas de feromonas se cambiaron mensualmente. Las trampas de pegamento amarillas se construyeron de cartón de forma rectangular y se recubrieron de polietileno amarillo. Las dimensiones de las trampas fueron de 20 x 10 cm, con una superficie engomada de 12 x 8 cm. El pegamento utilizado fue el «Tanglefoot». Se colocaron tres trampas por parcela separadas aproximadamente 20 m una de otra y a una altura entre 1,5 y 2 m. Se contabilizaron todos los individuos presentes en la superficie engomada de las trampas. Los parasitoides se removieron mediante la dilución del pegamento con xilol.

Los especímenes del género *Aphytis* colectados en todos los muestreos se aclararon y se montaron en líquido de Hoyer (NOYES, 1990) para observación al microscopio óptico y los del género *Encarsia* se conservaron en alcohol de 70°, observándose en microscopio binocular. Para la identificación de las especies de *Aphytis* se utilizó la clave de ROSEN y DEBACH (1979). Las especies de *Encarsia* obtenidas se compararon con material en colección de referencia previamente identificado por el Dr. De Santis de la Universidad de La Plata, Argentina. Se envió parte del material montado al Museo Británico para confirmar las identificaciones realizadas. Se logró identificar hasta el nivel de especie el 30% de los ectoparasitoides y la totalidad de los endoparasitoides capturados en trampas amarillas. De los obtenidos directamente sobre el hospedero se identificó el 40% de los ectoparasitoides y el 28% de los endoparasitoides. No se ha realizado la identificación de los parasitoides capturados en trampas de feromonas, ya que el nú-

mero de especímenes recuperados en buenas condiciones para su preparación y posterior identificación fue muy bajo (menos del 2% del total).

La influencia de la zona de la planta sobre el parasitismo se determinó a partir de muestras tomadas mensualmente en seis árboles seleccionados en cada una de las parcelas. En cada fecha de muestreo se tomaron al azar por árbol: 20 hojas de la última brotación totalmente desarrolladas (B1), 20 hojas de la penúltima brotación (B2), 10 trozos de madera de ramas terciarias (entre 1 y 2 cm de diámetro y con comienzo de la lignificación) y, en la época en que existían frutos maduros, 10 frutos. En cada uno de los estratos muestreados se contaron todos los individuos vivos de *A. aurantii* presentes y los que presentaban parasitoides vivos, tanto externos como internos.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de dos experimentos repetidos dos temporadas. Cada experimento es un diseño completamente al azar con seis repeticiones. Se realizaron análisis combinados de experimentos y temporadas. Se utilizó un modelo lineal generalizado asumiendo distribución binomial de los errores. Se realizó una transformación logit. El método de estimación fue el de máxima verosimilitud. Se halló un intervalo de confianza para la media. Se utilizó el procedimiento Genmod de SAS (SAS Institute Inc., 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies de parasitoides

En total se han encontrado 6.662 afelínidos en el conjunto de las dos parcelas, en los dos períodos vegetativos y con los tres métodos de muestreo. Se han identificado cinco especies, los ectoparasitoides *Aphytis melinus*, *A. lingnanensis*, y *A. chrysomphali*, y los endoparasitoides *Encarsia perniciosi* y *E. citrina* (Cuadro 1). De los ectoparasitoides, estaban ya reportados como presentes en la zona norte del país *A. chry-*

Cuadro 1.—Número de individuos de los parasitoides de *A. aurantii* identificados en el muestreo de dos parcelas de naranjos Navel de Uruguay durante dos períodos vegetativos

| | Del hospedero | | | | Total | De trampas amarillas | | | | |
|--------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-----|
| | Pajas Blancas | | Kiyú | | | Pajas Blancas | | Kiyú | | |
| | 95/96 | 96/97 | 95/96 | 96/97 | | 95/96 | 96/97 | 95/96 | 96/97 | |
| <i>Aphytis lingnanensis</i> Compere | 27 | 14 | 39 | 26 | 106 | 37 | 252 | 157 | 176 | 622 |
| <i>Aphytis melinus</i> DeBach | 14 | 3 | 21 | 35 | 73 | 15 | 9 | 34 | 70 | 128 |
| <i>Aphytis chrysomphali</i> (Mercet) | 4 | 57 | 1 | 5 | 67 | 4 | 83 | 0 | 8 | 95 |
| <i>Encarsia perniciosi</i> (Tower) | 135 | 86 | 26 | 19 | 266 | 135 | 180 | 36 | 65 | 416 |
| <i>Encarsia citrina</i> (Craw) | 3 | 10 | 0 | 0 | 13 | 4 | 127 | 1 | 4 | 136 |

somphali (BERNAL y PIÑEIRO, 1993) y *A. melinus* (BUENAHORA *et al.*, 1999). En un relevamiento realizado entre 1992 y 1994 en la zona sur del país identificamos *A. melinus* y *A. lingnanensis* (observaciones propias no publicadas). Esta última especie ha sido citada para Uruguay por DE SANTIS y FIDALGO (1994), pero no sobre *A. aurantii*. Por otro lado, *Aphytis aonidiae* Mercet, reportada como presente en la zona norte (BERNAL y PIÑEIRO, 1983; DE SANTIS y CROUZEL, 1994), no ha sido registrada en nuestro trabajo. Con respecto a los endoparasitoides, *E. perniciosi* se había encontrado parasitando a *A. aurantii* en la zona sur del país (observaciones propias no publicadas, identificación realizada por el Dr. De Santis, Universidad de La Plata, Argentina). El endoparasitoide *Comperiella bifasciata* Howard, presente en la zona norte (BUENAHORA *et al.*, 1999), no se encontró en nuestras parcelas de estudio.

Globalmente destacan como especies más abundantes *A. lingnanensis* entre los ectoparasitoides y *E. perniciosi* entre los endoparasitoides. Sin embargo, existen diferencias en la abundancia relativa de las especies según el método de muestreo. *A. lingnanensis* representa un 74% del total de los ectoparasitoides identificados en trampas amarillas, pero sólo el 43% de los identificados sobre el hospedero. Esta especie puede estar parasitando también a otros diaspididos, lo que aumentaría su proporción en trampas. En algunos árboles de la parcela de Pajas Blancas se observaron altas infestaciones de la «cochinilla blanca del tronco», *Unaspis citri*, plaga que es parasitada por una línea de *A. lingnanensis*

originaria de Hong Kong y por *A. prox. lingnanensis*, indistinguibles ambas del *A. lingnanensis* que parasita a *A. aurantii* (ROSEN y DEBACH, 1979; BROWNING, 1994; DE SANTIS y CROUZEL, 1994). Por su parte, *E. perniciosi* representa el 75% de los endoparasitoides en trampas amarillas y el 95% de los criados sobre la cochinilla. *E. citrina* es una especie muy polífaga y también puede parasitar a *U. citri* (BROWNING, 1994) lo que aumentaría su proporción en las capturas en trampas amarillas.

Entre los ectoparasitoides la abundancia relativa de cada una de las tres especies de *Aphytis* parece depender de la parcela y del año. En la temporada 96-97 destaca, en la parcela de Pajas Blancas, el aumento importante de la abundancia de *A. chrysomphali*, pasando de una proporción de 9% a 77% dentro de los ectoparasitoides criados sobre su hospedero. En Kiyú las diferencias entre las dos temporadas son menos notorias.

Parece que en la zona estudiada las tres especies de *Aphytis* coexisten habitualmente y su abundancia relativa fluctúa estacional y anualmente, dependiendo de las condiciones climáticas u otros factores. A pesar de que *A. chrysomphali* puede ser un competidor más débil, al tener una menor adaptación a temperaturas altas, presentar una capacidad reproductiva menor y menor poder de destrucción de cochinillas por picaduras alimenticias (DEBACH y SISOJEVIC, 1960; DEBACH y SUNDBY, 1963; ABDELRAHMAN, 1974a, 1974b; ROSEN y DEBACH, 1979; KFIR y PODOLER, 1983; KFIR y LUCK, 1984), en climas como el del sur de Uruguay con temperaturas relativamente sua-

ves en verano, podría presentar ventajas relativas. Esta especie está mejor adaptada a condiciones de bajas temperaturas que *A. melinus* (ABDELRAHMAN, 1974a, 1974b; KFIR y LUCK, 1984), y que *A. lingnanensis* (DEBACH y SISOJEVIC, 1960; KFIR y LUCK, 1984). Por otro lado, *A. melinus* parece estar más adaptado a condiciones de temperaturas extremas que *A. lingnanensis*. PODOLER (1981) encontró que *A. lingnanensis* fue, en general, más eficiente en regímenes de temperatura variable; sin embargo, las temperaturas altas (29-35°C) tienen un efecto negativo sobre su respuesta (funcional y numérica combinadas), a la vez que mejoran la de *A. melinus*.

En Sudáfrica no se ha observado un desplazamiento permanente de las especies nativas o introducidas y la abundancia relativa de cada una de ellas varía dependiendo de varios factores (BEDFORD y CILLIERS, 1994). Allí, *A. chrysomphali* se encuentra, sobre todo, en las áreas con inviernos más fríos y *A. melinus* en las áreas con condiciones de clima más caluroso. En España, RODRIGO *et al.* (1996) encontraron una predominancia de *A. chrysomphali* en la zona costera de Valencia, con clima suave en verano por estar próxima al mar, a pesar de que *A. melinus* es criado y liberado en la región. En Australia *A. chrysomphali* ha sido, en gran medida, desplazado y *A. lingnanensis* predomina en las regiones subtropicales, mientras que *A. melinus* predomina en las áreas más secas (SMITH *et al.*, 1997).

Las dos parcelas se encuentran cercanas a la costa y no se detectaron en los dos años de estudio diferencias notorias en las temperaturas medias invernales y estivales, aunque DEBACH (1965) sugiere que leves diferencias en el clima entre localidades, pueden alterar la distribución y la abundancia de estos parasitoides y su eficiencia en la regulación de las poblaciones. La planta hospedera y su manejo pueden influir también, al crear un microhabitat que modere las condiciones físicas desfavorables del ambiente. En plantas jóvenes, el control biológico natural de la cochinilla no es generalmente sa-

tisfactorio y esto puede ser debido a la influencia de la estructura del sustrato vegetal sobre la cochinilla (ROSEN y DEBACH, 1979). Orphanides (1984) encontró que *A. chrysomphali* desplazó a *A. melinus* en algunas zonas de Chipre y lo explica por cambios en las prácticas culturales que llevaron a condiciones ambientales más favorables para la primera especie. En Pajas Blancas los árboles son más grandes y presentan una copa más densa que los de la parcela de Kiyú. Ello podría producir un microclima más favorable para *A. chrysomphali* en la parcela de Pajas Blancas.

En la parcela de Pajas Blancas las condiciones climáticas de la localidad y condiciones microclimáticas dadas por la planta hospedera podrían también crear un medio más adecuado para el desarrollo de *E. perniciosi*. En California, *E. perniciosi* es común en algunas localidades inmediatas a la costa (LUCK *et al.*, 1995). YU *et al.* (1990) sugieren las condiciones climáticas más extremas como una posible causa del desplazamiento de *Encarsia* en las zonas interiores de California.

Porcentaje de parasitismo

Valor medio anual

El parasitismo activo medio por *Aphytis* no superó el 13% de las cochinillas parasitables en las dos parcelas y en los dos períodos de estudio. En la parcela de Pajas Blancas aumentó en el segundo período, pasando del 7% al 13%. En Kiyú el parasitismo fue del 13% en el período 95-96 y del 10% en el período 96-97. A pesar de que estos porcentajes son relativamente bajos, DEBACH *et al.* (1971) observaron que en montes donde la cochinilla es mantenida a bajos niveles poblacionales el parasitismo activo oscila alrededor del 15 al 20%. La tasa de parasitismo puede no reflejar adecuadamente el impacto real de los parasitoides en las poblaciones de sus hospederos (VAN DRIESCHE, 1983). Además, no es la

única causa de mortalidad producida por los *Aphytis*, ya que estos realizan picaduras de exploración para determinar si el hospedero es adecuado, y picaduras nutricionales para su mantenimiento metabólico y la producción de huevos (ROSEN y DEBACH, 1979; COLLIER, 1995; HEIMPEL y ROSENHEIM, 1995). Esto puede ser muy importante para controlar la población de cochinillas, ya que un nivel de parasitismo relativamente bajo puede estar asociado con una mortalidad total mucho mayor. Por ejemplo, ROSEN y DEBACH (1979) muestran que un 10% de parasitismo por *A. melinus* está asociado a un 75% de mortalidad de su hospedero *A. aurantii*. Reeve (1987) encontró que la tasa de picaduras alimenticias y de prueba de *A. melinus* fue igual a la tasa de parasitismo en el tercer estadio de la cochinilla y casi el doble de la tasa de parasitismo en el segundo estadio.

El endoparasitismo anual medio osciló del 1 al 9%. En la parcela de Pajas Blancas el parasitismo por *Encarsia* fue importante, llegando a igualar al de *Aphytis* en el primer período de estudio. Sin embargo, en la parcela de Kiyú no existió en las dos temporadas. Hay que tener en cuenta que la tasa de parasitismo para *Encarsia* se estimó considerando todos los estadios como parasitables. Además, es difícil la detección de larvas del parasitoide en el primer estadio de desarrollo de la cochinilla (L1) mediante disección, por lo que suponemos que el porcentaje de endoparasitismo que se ha calculado está subestimado.

Influencia del estadio parasitado

En las dos parcelas y en los dos años encontramos una tendencia marcada de *Aphytis* a parasitar con preferencia a los machos, en estadios L2 y prepupa, y las hembras jóvenes H1 y H2 de *A. aurantii*, siendo inferior la tasa de parasitismo sobre las L2 hembras (Fig. 1).

Las hembras (H1 y H2) son los estadios de desarrollo más parasitados en tres de los

cuatro períodos vegetativos estudiados, oscilando el parasitismo del 14 al 20%. En Pajas Blancas, en la temporada 96-97, el parasitismo es, sin embargo, mayor sobre machos (22%, frente al 16% en hembras). En ese período vegetativo la especie predominante en la parcela fue *A. chrysomphali*, a diferencia de los otros tres casos, en que predominaron *A. lingnanensis* y *A. melinus*. RODRIGO *et al.* (1996) encontraron también mayor parasitismo sobre machos que sobre otros estadios de desarrollo en parcelas donde predomina *A. chrysomphali*.

El estadio y el tamaño del hospedero son diferentes en calidad para los *Aphytis*, influyendo en la proporción sexual y las características de la descendencia (ABDELRAHMAN, 1974c; LUCK *et al.*, 1982; LUCK y PODOLER, 1985; OPP y LUCK, 1986; REEVE, 1987). A su vez, estadio de desarrollo y tamaño pueden ser preferidos de forma distinta por diversas especies de *Aphytis*. Así, *A. melinus* y *A. lingnanensis* prefieren las hembras jóvenes (ABDELRAHMAN, 1974c; OPP y LUCK, 1986; REEVE, 1987; LUCK *et al.*, 1995). En general, *A. melinus* utiliza hospederos más jóvenes y de menor tamaño que *A. lingnanensis* (LUCK *et al.*, 1982; LUCK y PODOLER, 1985). El tamaño de la cochinilla determina el número de descendientes (LUCK *et al.*, 1982) y el tamaño de las hembras producidas y por lo tanto su fecundidad (OPP y LUCK, 1986; REEVE, 1987). Cuando estas especies arrenotóquicas parasitan hospederos en L2, la descendencia producida son predominantemente machos (ABDELRAHMAN, 1974c; OPP y LUCK, 1986; REEVE, 1987). Para producir hembras necesitan determinado tamaño de la cochinilla, el cual difiere con la especie (LUCK y PODOLER, 1985, OPP y LUCK, 1986; REEVE, 1987). *Aphytis chrysomphali*, al ser una especie telitóquica, podría tener diferente preferencia de estadios de la cochinilla, ya que no necesitaría un tamaño determinado de su hospedero para condicionar el sexo.

La estructura de edades y de tamaños de la población de la cochinilla roja californi-

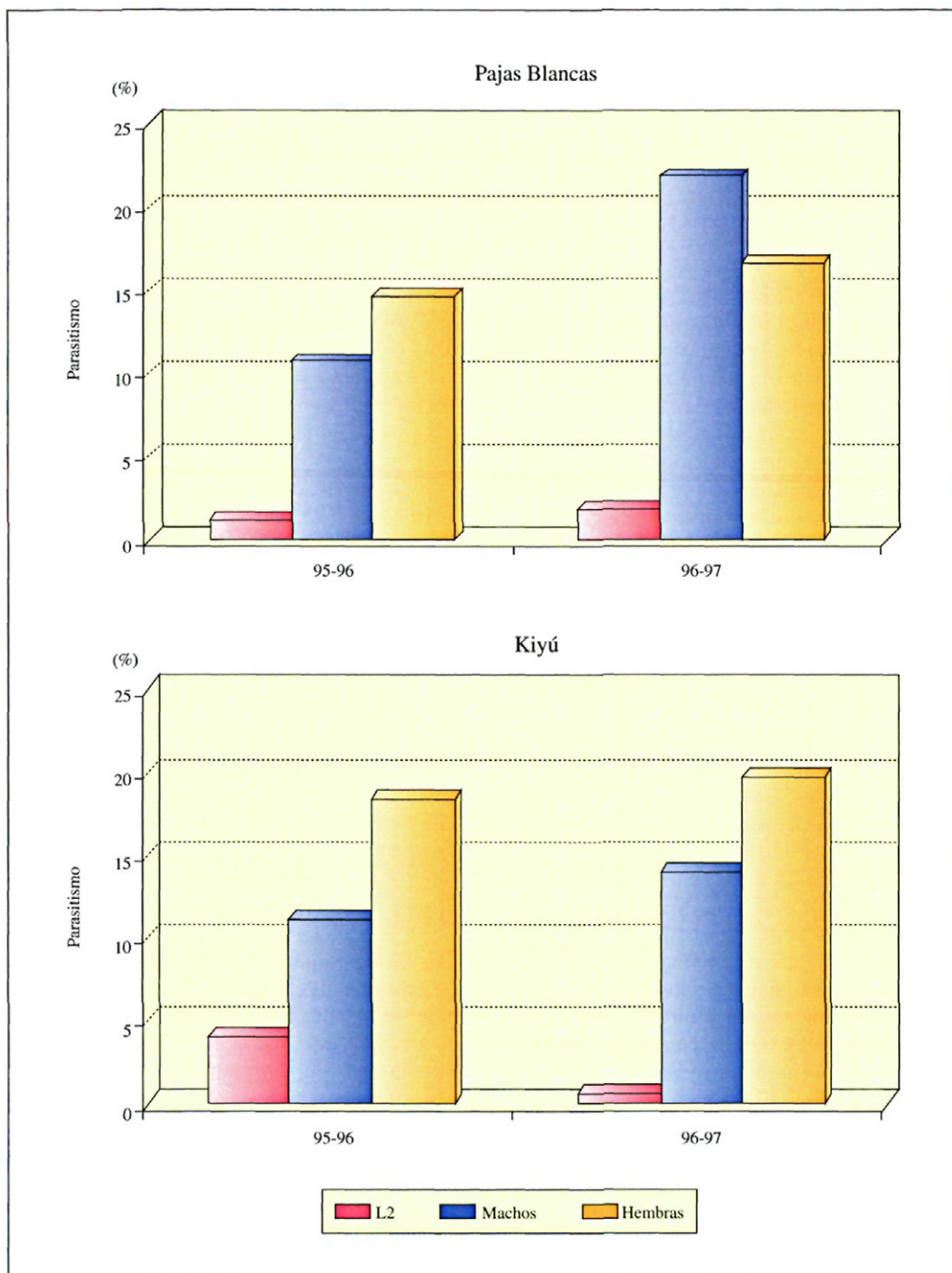


Fig. 1.—Porcentaje medio anual de ectoparasitismo según los estadios de desarrollo de *A. aurantii* en las dos parcelas de Pajas Blancas y Kiyú durante los dos periodos vegetativos, 95/96 y 96/97 (L2: hembras de segundo estadio, machos: L2 y prepupas, hembras: H1 y H2).

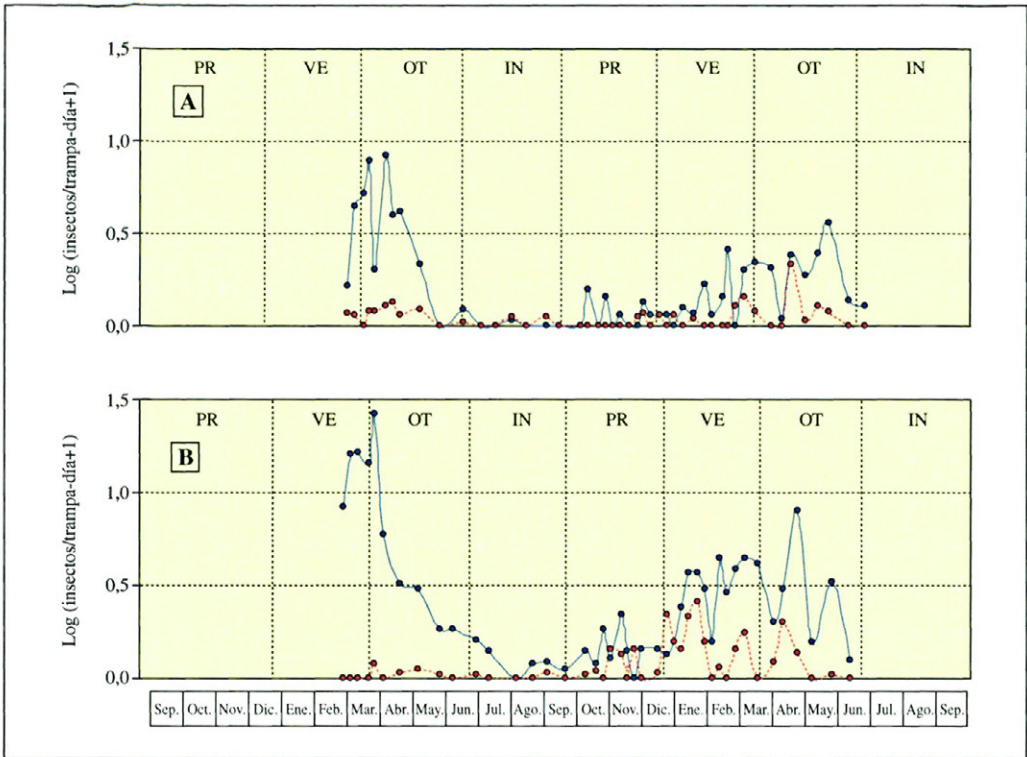


Fig. 2.—Evolución estacional de las capturas de *Aphytis* spp. (línea continua en color azul) y *Encarsia* spp. (línea de trazos en color rojo) en trampas de feromonas durante dos años en las parcelas Pajas Blancas (A) y Kiyú (B).

niana influye en la relación parasitoide - hospedero de manera significativa. Una preponderancia del segundo estadio lleva a un mayor parasitismo de *Aphytis* en este estadio y por lo tanto a una proporción mayor de machos y de hembras pequeñas, menos fecundas. En nuestras condiciones, la estructura de edades de la población presenta una elevada proporción de cochinillas en segundo estadio en los dos años en las dos parcelas y con momentos en el año donde las hembras jóvenes son escasas (Observaciones propias no publicadas). Esto explicaría la proporción sexual hallada en nuestro estudio, donde la mayoría de los individuos, tanto de *A. melinus* como de *A. lingnanensis*, fueron machos (alrededor del 60% de los individuos obtenidos directamente de la cochinilla).

E. perniciosi parasita todos los estadios de desarrollo de la cochinilla, pero prefiere L1 y L2, y solamente cuando hay escasez de éstos parasita a la hembra joven (YU *et al.*, 1990; LUCK *et al.*, 1995). De esta manera, se daría un reparto de estadios del hospedero entre endo y ectoparasitoides.

Influencia de la zona de la planta

El parasitismo que ejercen los *Aphytis* (Cuadro 2) es muy similar en los dos tipos de hojas muestreados, y oscila, según las parcelas y años, del 8 al 20%. El parasitismo sobre frutos es del mismo orden al observado en hojas, aunque más variable, oscilando del 6 al 20%. Las cochinillas que viven sobre la madera son mucho menos

Cuadro 2.—Porcentaje de parasitismo sobre *Aonidiella aurantii* en diferentes estratos de la planta. Los porcentajes de parasitismo están calculados sobre la base de los estadios del hospedero susceptibles a cada parasitoide.

Para el análisis estadístico se realizó una transformación logit.

Las medias se presentan con su intervalo de 95% de confianza

(hojas B1= hojas de última brotación, hojas

B2= hojas de penúltima brotación, madera: de ramas terciarias finas)

| PAJAS BLANCAS | <i>Aphytis</i> spp. | | | | <i>Encarsia</i> spp. | | | |
|---------------|---------------------|---------------|-------|----------------|----------------------|----------------|-------|---------------|
| | 95-96 | | 96-97 | | 95-96 | | 96-97 | |
| Hojas B1 | 9,16 | (5.56; 14.73) | 12,30 | (8.73; 17.06) | 7,85 | (5.99; 10.22) | 4,66 | (3.52; 6.14) |
| Hojas B2 | 8,35 | (3.99; 16.64) | 15,37 | (10.78; 21.46) | 6,40 | (4.18; 9.68) | 4,99 | (3.67; 6.75) |
| Madera | 0,00 | | 6,67 | (1.26; 8.53) | 23,00 | (10.30; 44.45) | 8,72 | (4.43; 16.45) |
| Fruto | 12,45 | (8.71; 17.47) | 6,38 | (2.78; 14.00) | 7,55 | (5.94; 9.55) | 10,76 | (7.92; 14.45) |

| KIYU | <i>Aphytis</i> spp. | | | | <i>Encarsia</i> spp. | | | |
|----------|---------------------|----------------|-------|----------------|----------------------|--------------|-------|--------------|
| | 95-96 | | 96-97 | | 95-96 | | 96-97 | |
| Hojas B1 | 19,78 | (15.49; 25.00) | 9,47 | (5.93; 14.78) | 0,94 | (0.38; 2.29) | 1,45 | (0.67; 3.10) |
| Hojas B2 | 15,61 | (12.04; 20.11) | 9,14 | (5.90; 13.88) | 0,98 | (0.45; 2.23) | 2,18 | (1.20; 3.93) |
| Madera | 8,12 | (5.12; 12.62) | 2,27 | (0.79; 6.33) | 3,36 | (2.01; 5.57) | 4,56 | (2.88; 7.16) |
| Fruto | 18,81 | (15.73; 22.33) | 19,90 | (15.51; 25.15) | 1,78 | (1.05; 3.02) | 5,65 | (4.11; 7.72) |

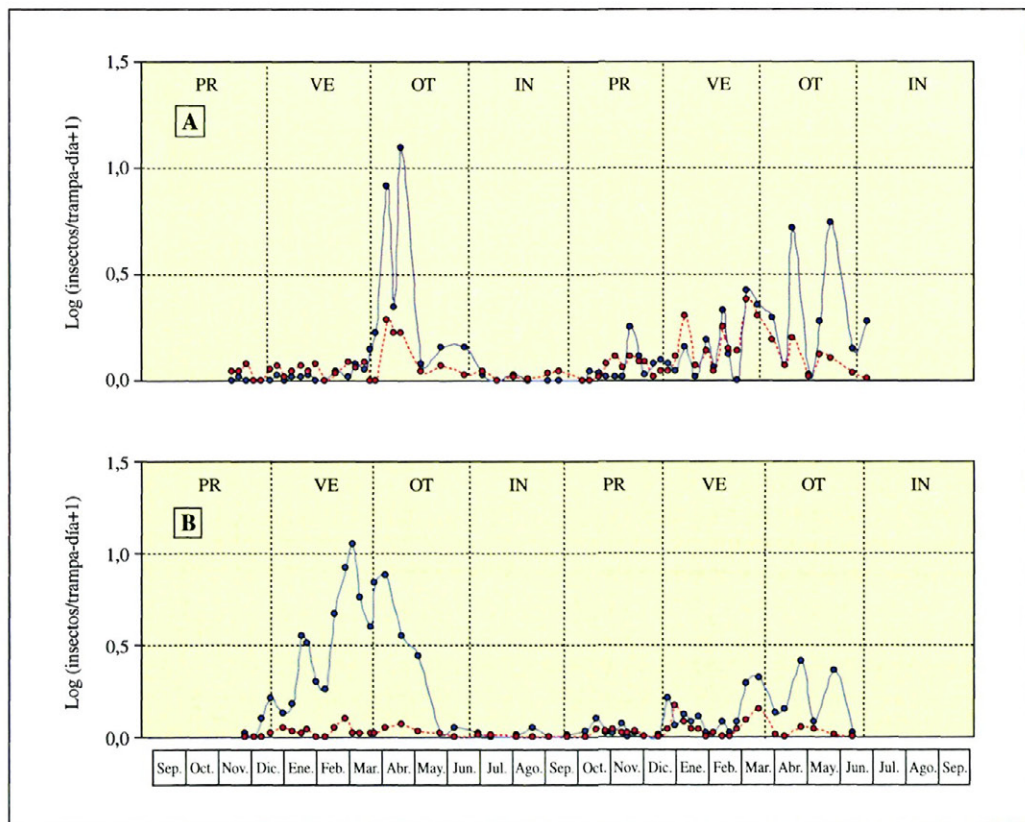


Fig. 3.—Evolución estacional de las capturas de *Aphytis* spp. (línea continua en color azul) y *Encarsia* spp. (línea de trazos en color rojo) en trampas amarillas durante dos años en las parcelas Pajas Blancas (A) y Kiyú (B).

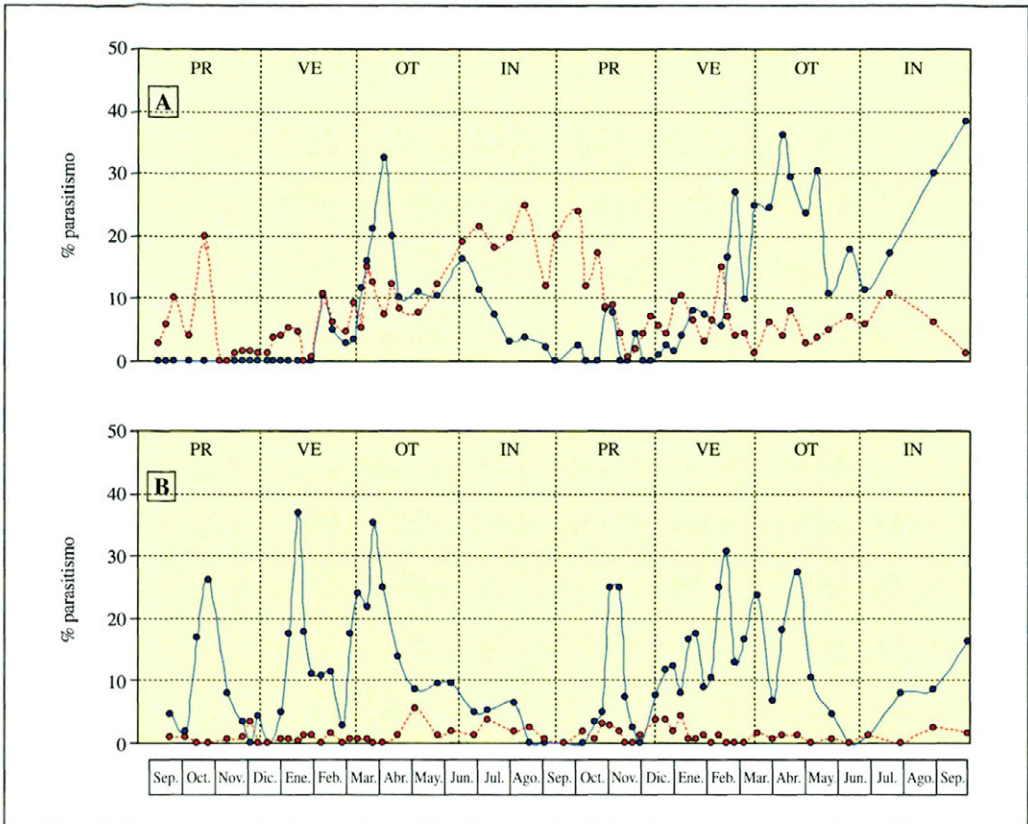


Fig. 4.—Fluctuación estacional del parasitismo de *Aphytis* spp. y de *Encarsia* spp. en las parcelas de Pajas Blancas (A) y Kiyú (B) durante dos años. Los porcentajes de parasitismo están calculados sobre los estadios de desarrollo de la cochinilla susceptibles para cada tipo de parasitoide.

parasitadas por *Aphytis*, oscilando la media anual del 0 al 8%.

Sin embargo los endoparasitoides, en los cuatro períodos vegetativos estudiados, parasitan mucho más a los insectos que viven sobre la madera que a los que viven sobre las hojas (Cuadro 2). El parasitismo en frutos es, al igual que en el caso anterior, más variable que en otros sustratos, siendo a veces similar al encontrado en hojas y otras veces similar al encontrado en madera.

Nuestro estudio coincide con los de ATKINSON (1977), REEVE y MURDOCH (1986), MURDOCH *et al.* (1989, 1995), YU *et al.* (1990), UYGUN *et al.* (1995) y RODRIGO *et al.* (1996) en dar a las hojas y los frutos (el exterior de la copa) el porcentaje mayor de

parasitismo por diversas especies de *Aphytis*. MURDOCH *et al.* (1989) y YU *et al.* (1990) encontraron que el parasitismo por *E. perniciosi* es mayor en ramas verdes, siendo el fruto y la madera los sustratos menos parasitados. En el seguimiento de las dos parcelas durante dos años hemos muestreado solamente la madera de ramas terciarias finas (1-2 cm de diámetro). Anteriormente estudiamos la distribución de la cochinilla en todos los estratos de la planta y encontramos que las cochinillas sobre ramas verdes son las más parasitadas por *Encarsia* y las situadas sobre la madera (en ramas de todos los tamaños) presentan porcentajes de parasitismo mayores que en las hojas (ASPLANATO y GARCÍA-MARÍ,

1998). A pesar de que las poblaciones de cochinillas en ramas podrían tener la ventaja relativa de un menor parasitismo por *Aphytis*, en nuestras condiciones el parasitismo global, ecto y endo combinados, puede ser importante en ramas, llegando a asemejarse al de hojas y frutos.

Variación estacional de las poblaciones

Las capturas de adultos de *Aphytis* siguen una tendencia paralela en trampas amarillas y trampas de feromonas (Figs. 2 y 3). Son bajas en invierno y primavera, y se mantienen bajas en verano en algunos casos mientras en otros se incrementan. En otoño tienden, en general, a incrementarse y es la estación en que las poblaciones suelen ser más elevadas. En todos los casos se produce un acusado descenso de las capturas al inicio del invierno. Resultados similares encuentra Samways (1986) para *A. melinus* y *A. africanus*. RODRIGO *et al.* (1996) estudiando la evolución estacional de *A. chrysomphali* encuentran máximos en primavera y otoño, disminuyendo sustancialmente las poblaciones en invierno y verano. Estos máximos de primavera y otoño se han observado también en la zona norte del Uruguay, donde *A. melinus* es la especie dominante (BUENAHORA *et al.*, 1999).

La tendencia estacional de las poblaciones de *Encarsia* es algo distinta ya que en algunos casos parecen ser algo más abundantes en verano que en otoño. Ello hace que, globalmente, las máximas capturas de parasitoides se den en verano y otoño, mientras son mucho más bajas en primavera y en invierno.

Al analizar la variación estacional del parasitismo en las dos parcelas y en los dos años (Fig. 4) vemos que *Aphytis* muestra máximos que superan el 30% en algunos muestreos. En general hay una tendencia al aumento del parasitismo a partir de la primavera, con máximos en verano y en otoño. En la parcela de Pajas Blancas, en el primer período de estudio 95-96, no se observa parasi-

tismo hasta el verano (mediados de febrero) y tampoco se detectaron capturas de adultos en trampas. Esta parcela recibió un tratamiento con el insecticida organofosforado metidation en marzo de 1995, a diferencia de la parcela de Kiyú, cuyo manejo se basó en el uso de aceite y cuya última aplicación se realizó en diciembre de 1994. En esta última parcela, aunque la tendencia es similar, aparecen máximos de parasitismo también en primavera en los dos períodos de estudio. Los máximos primaverales en el porcentaje de parasitismo de las cochinillas que se encuentran sobre la planta diferencian esta evolución estacional de las capturas de adultos en trampas, donde en primavera las capturas eran siempre bajas. BATTAGLIA y VIGGIANI (1982) y ATKINSON (1977) obtienen resultados similares. Sin embargo, RODRIGO *et al.* (1996) encuentran un porcentaje relativamente alto de parasitismo por *A. chrysomphali* en el invierno, por lo menos en algunos años. Por otro lado, BERNAL (1996) señala, para la zona norte del Uruguay, una disminución del parasitismo ejercido por *Aphytis* en los meses más calurosos del verano, coincidiendo con McLAREN y BUCHANAN (1973) y HAFEZ (1988).

Las bajas temperaturas pueden influir en los vuelos y en la supervivencia de los adultos, y por lo tanto en las capturas en trampas. Afectan, además, la supervivencia de los estadios de desarrollo inmaduros de los parasitoides, la fertilidad de las hembras y la proporción sexual de la descendencia. Estos pueden ser los factores determinantes de las bajas capturas de parasitoides adultos y el bajo porcentaje de hospederos parasitados que observamos durante el invierno. El umbral de actividad de los adultos de *A. melinus* y *A. lingnanensis* es de 14.4 y 15.6°C respectivamente (ROSEN y DEBACH, 1979). Todos los estadios de desarrollo de *A. lingnanensis* (DEBACH *et al.*, 1955), *A. melinus* y *A. chrysomphali* (ABDELRAHMAN, 1974a) son afectados adversamente por temperaturas bajas, siendo la pupa el estadio más resistente. Aunque la mortalidad depende de la duración y de la posible com-

pensación por temperaturas más altas (DEBACH *et al.*, 1955), las temperaturas invernales pueden disminuir, en mayor o menor medida, las poblaciones de los *Aphytis*. *A. chrysomphali*, sin embargo, muestra un comportamiento opuesto, con mayor fecundidad a menores temperaturas (DEBACH y SISOJEVIC, 1960). Como ya dijimos, esta especie está mejor adaptada a condiciones de bajas temperaturas, lo que le daría alguna ventaja comparativa en las condiciones invernales, a pesar de ser un competidor más débil. Las bajas temperaturas influyen, además, en la proporción sexual de la descendencia, presentándose sesgada hacia la producción de machos (DEBACH *et al.*, 1955; DEBACH, 1965; DEBACH y ARGYRIOU, 1966; ABDELRAHMAN, 1974b; KFIR y LUCK, 1979; HOFFMANN y KENNETT, 1985) y de esta manera afectan al parasitismo de la siguiente generación.

Las temperaturas elevadas del verano también pueden influir negativamente en las poblaciones de los *Aphytis* y sobre todo de la especie más sensible *A. chrysomphali*. McLAREN y BUCHANAN (1973) encontraron una disminución marcada del parasitismo en el verano, lo que atribuyen a la disminución de la proporción de los estadios adecuados asociado a las altas temperaturas y bajas humedades relativas. Las altas temperaturas disminuyen la longevidad los adultos de *Aphytis* (DEBACH *et al.*, 1955; ABDELRAHMAN, 1974a; KFIR y LUCK, 1984), la supervivencia de los inmaduros (DEBACH *et al.*, 1955; ABDELRAHMAN, 1974a) y la fecundidad de las hembras (DEBACH y SISOJEVIC, 1960; DEBACH, 1965). Pensamos que, en las condiciones del sur de Uruguay, las temperaturas estivales afectarían en menor medida a las poblaciones de *Aphytis* que en la zona norte, donde las temperaturas máximas son mayores. De esta manera, se explicarían las discrepancias observadas.

La tendencia estacional del parasitismo producido por *Encarsia* podemos observarla bien en la parcela de Pajas Blancas (Fig. 4). Los máximos del parasitismo ejercido por

Encarsia se observan en momentos diferentes a los de *Aphytis*, encontrándose sobre todo en invierno y primavera. Según ello, así como existe un reparto del recurso entre ecto y endoparasitoides por las diferencias en la preferencia de estadios de desarrollo y ubicación del hospedero en la planta, parece que podría existir un cierto reparto estacional. YU *et al.* (1990) hallaron tendencias estacionales similares en la abundancia de los estadios inmaduros de *A. melinus* y *E. perniciosi*, aunque observaron una reducción de las poblaciones de *E. perniciosi* en verano, sugiriendo que puede ser más sensible a las altas temperaturas

La fluctuación estacional de las capturas de adultos en trampas y la fluctuación estacional del parasitismo sobre los hospederos difieren debido a que la temperatura ambiental influye en el vuelo de los adultos y, por tanto, en sus capturas en trampas. Además los parasitoides pueden tener ciclos poblacionales homogéneos en su población, de forma que, en determinadas épocas, predominen los adultos (produciéndose máximos de capturas en trampas) y en otras predominan los inmaduros (con máximos en el porcentaje de parasitismo). Por ejemplo, en invierno abundan los inmaduros (sobre todo de endoparasitoides), que se encuentran protegidos dentro de sus hospederos, mientras que apenas hay adultos en vuelo. Otro factor a considerar es que las trampas de adultos no solo reflejan intensidad del parasitismo sino también la abundancia poblacional de la cochinilla, la cual es baja a la salida del invierno (ASPLANATO, 2000).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Ing. Agr. Juan Burgueño (Unidad de Estadística de la Facultad de Agronomía, Montevideo) por su asesoramiento en los análisis estadísticos y al Ing. Agr. Federico Montes (cooperativa Agrisur) por poner a nuestra disposición las parcelas donde realizamos los trabajos.

ABSTRACT

G. ASPLANATO, F. GARCÍA MARÍ. Parasitismo de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) en la zona citrícola sur de Uruguay. *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 5-20.

Observations were made during two seasons and in two Navel orange orchards situated at the Southern Uruguay citrus producing area to know the identity and abundance of parasitoids of the California red scale *Aonidiella aurantii* (Maskell) and to determine factors that influence parasitism levels. The ectoparasitoids *Aphytis melinus* DeBach, *A. lingnanensis* Compere and *A. chrysomphali* (Mercet), and the endoparasitoids *Encarsia perniciosi* (Tower) and *E. citrina* (Craw) were identified in traps and on their hosts. The relative abundance of the three ectoparasitoid species fluctuated depending on the year and locality, whereas *E. perniciosi* was the predominant species among the endoparasitoids. The annual mean percentage of ectoparasitism ranged from 8 to 13%, and the endoparasitism from 1 to 9%. The highest parasitism by *Aphytis* was observed on leaves, whereas *Encarsia* parasitized more scales placed on the wood. The percentage of ectoparasitism was minimum in winter and the percentage of endoparasitism reached its maximum in winter and spring. The adult trap catches were usually highest for *Aphytis* in autumn, whereas for *Encarsia* tended to be higher in summer rather than in autumn. *Aphytis* parasitized almost exclusively third stage virgin females and second stage males, whereas *Encarsia* preferred the two initial developing stages L1 and L2. The differences between ecto and endoparasitoids in tree localization, season of year and host stage preferred suggest a complementary role of the two groups of parasitoids.

Key words: *Aonidiella aurantii*, California red scale, parasitism, *Aphytis*, *Encarsia*, citrus.

REFERENCIAS

- ABDELRAHMAN, I., 1974a: The effect of extreme temperatures on California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Homoptera: Diaspididae) and its natural enemies. *Australian J. Zool.* 22: 203-212.
- ABDELRAHMAN, I., 1974b: Growth, development and innate capacity for increase in *Aphytis chrysomphali* Mercet and *A. melinus* DeBach, parasites of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.), in relation to temperature. *Australian J. Zool.* 22: 213-230.
- ABDELRAHMAN, I., 1974c: Studies in ovipositional behaviour and control of sex in *A. melinus* DeBach, a parasite of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.). *Australian J. Zool.* 22: 231-247.
- ASPLANATO, G., y GARCÍA-MARÍ, F., 1998 : Distribución del piojo rojo de California *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) en árboles de naranjo. *Bol. San. Veg. Plagas* 24: 637-646.
- ASPLANATO, G., 2000 : Estudios poblacionales de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera : Diaspididae) en cítricos de Uruguay. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 175 pp.
- ATKINSON, P.R., 1977 : Preliminary analysis of a field population of citrus red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell), and the measurement and expression of stage duration and reproduction for life tables. *Bull. Ent. Res.* 67: 65-87.
- ATKINSON, P.R., 1983: Environmental factors associated with fluctuations in the numbers of natural enemies of a population of red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae). *Bull. Ent. Res.* 73: 417-426.
- BATTAGLIA, D., y VIGGIANI, G., 1982: Osservazioni sulla distribuzione e sulla fenologia dell' *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Homoptera: Diaspididae) e dei suoi nemici naturali in Campania. *Annali della Facoltà de Scienze Agrari della Università degli studi di Napoli*, Portici. 16:125-132.
- BEDFORD, E.C.G., y CILLIERS, C.J., 1994: The role of *Aphytis* in the biological control of armored scale insects on citrus in South Africa. Pag. 143-179. In D. Rosen, editor. *Advances in the study of Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae). Intercept Limited, UK.
- BERNAL, R., 1996: Entomofauna benéfica en citrus y su protección. Serie técnica N° 72. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA-Salto Grande. Uruguay. 38 pp.
- BERNAL, R., y PIÑEIRO, C., 1983: Inventario de artrópodos en el área citrícola de Salto. Investigaciones Agronómicas 4: 81-84. Centro de Investigaciones Agrícolas «Alberto Boerger». Uruguay.
- BERNAL, R., y PIÑEIRO, C., 1993: Nuevos aportes al inventario de artrópodos en la zona de Salto. Reunión sobre protección vegetal en cítricos. INIA Salto Grande. Julio 28 de 1993. Uruguay.
- BROWNING, H.W., 1994: Biological control of citrus snow scale, *Unaspis citri*, in Florida: Evaluation of *Aphytis* and other natural enemies species. Pag. 119-142. In D. Rosen, editor. *Advances in the study of Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae). Intercept Limited, UK.

- BUENAHORA, J.; K. INOUE, y GALVÁN, R., 1999: Avance anual del experimento de control selectivo vs. control comercial en un monte de naranja Valencia. Avances anuales del programa Citrus, 22 de Octubre, 1999. Dinámica de población de cochinilla roja australiana. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA-Salto Grande. Uruguay. .
- COLLIER, T.R., 1995: Host feeding, egg maturation, resorption, and longevity in the parasitoid *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Ann. Ent. Soc. Am.* **88**: 206-214.
- DAHMS, E.C., y SMITH, D., 1994: The *Aphytis* fauna of Australia. Pag. 245-255. In D. Rosen, editor. *Advances in the study of Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae). Intercept Limited, UK.
- DEBACH, P., 1965: Weather and the success of parasites in population regulation. *Canad. Ent.* **97**: 848-863.
- DEBACH, P., y ARGYRIOU, L.C., 1966: Effects of short-duration suboptimum preoviposition temperatures on progeny production and sex ratio in species of *Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Res. Popul. Ecol.* **8**: 69-77.
- DEBACH, P.; FISHER, T.W., y LANDI, J., 1955: Some effects of meteorological factors on all stages of *Aphytis lingnanensis*, a parasite of the California red scale. *Ecology* **36**: 743-753.
- DEBACH, P.; ROSEN, D., y KENNETT, C.E., 1971: Biological control of coccids by introduced natural enemies. Pag. 165-194 In C. Huffaker, editor. *Biological control*. Plenum, New York, USA.
- DEBACH, P., y SISOJEVIC, P., 1960: Some effects of temperature and competition on the distribution and relative abundance of *A. lingnanensis* and *A. chrysomphali* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Ecology* **41**: 153-160.
- DEBACH, P., y SUNDBY, A., 1963: Competitive displacement between ecological homologues. *Hilgardia* **34**: 105-166.
- DE SANTIS, L., y DE CROUZEL, I.S., 1994: Species of *Aphytis* occurring in the Neotropical region and their role in biological control. Pag. 256-277. In D. Rosen, editor. *Advances in the study of Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae). Intercept Limited, UK.
- DE SANTIS, L., y FIDALGO, P., 1994: Catálogo de himenópteros calcidoideos. Serie de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria N° 13. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 17 pp.
- EBELING, W., 1959: Subtropical fruit pests. University of California, Division of Agricultural Science, Berkeley, California, USA. 273 pp.
- FORSTER, L.D., y LUCK, R.F., 1996: The role of natural enemies of California red scale in a IPM program in California Citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture* **1**: 505-507.
- HAFEZ, M.B., 1988: Population fluctuations on parasites of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hom., Diaspididae) in Alexandria. *J. Appl. Ent.* **106**: 183-187.
- HEIMPEL, G.E., y ROSENHEIM, J.A., 1995: Dynamic host feeding by the parasitoid *Aphytis melinus*: the balance between current and future reproduction. *Journal of Animal Ecology* **64**: 153-167.
- HOFFMAN, R.W., y KENNETT, C.E., 1985: Effects of winter temperatures on the sex ratios of *Aphytis melinus* (Hym: Aphelinidae) in the San Joaquin valley of California. *Entomophaga* **30**: 125-132.
- KFIR, R., y LUCK, R.F., 1979: Effects of constant and variable temperature extremes on sex ratio and progeny production on *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Ecological Entomology* **4**: 335-344.
- KFIR, R., y LUCK, R.F., 1984: Effects of temperature and relative humidity on development rate and adult life span of three *Aphytis* species (Hym., Aphelinidae) parasitising California red scale. *Z. Ang. Ent.* **97**: 314-320.
- KFIR, R., y PODOLER, H., 1983: Effect of temperature y parasite density on three species of *Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitising California red scale. *Res. Popul. Ecol.* **25**: 69-80.
- LUCK, R.F., y PODOLER, H., 1985: Competitive exclusion of *Aphytis lingnanensis* by *A. melinus*: Potential role of host size. *Ecology* **66**: 904-913.
- LUCK, R.F.; PODOLER, H., y KFIR, R., 1982: Host selection and egg allocation behavior by *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis*: comparison of two facultatively gregarious parasitoids. *Ecol. Ent.* **7**: 397-408.
- LUCK, R.F.; TAUBER, M.J., y TAUBERT, C.A., 1995: The contributions of biological control to population and evolutionary ecology. Pag. 25-45. In *Biological control in the Western United States*. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3361.
- MCLAREN I.W., y BUCHANAN, G.A., 1973: Parasitism by *Aphytis chrysomphali* Mercet and *A. melinus* DeBach of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell), in relation to seasonal availability of suitable stages of the scale. *Aust. J. Zool.* **21**: 111-117.
- MILLER, D.R., y DAVIDSON, J.A., 1990: A list of the armored scale insect pests. Pag. 299-306. In David Rosen, editor. *Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control*. Vol. 4B. Elsevier. Oxford, New York, Tokyo.
- MORENO, D.S.; GREGORY, D.A., y TANIGOSHI, L.K., 1984: Flight response of *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Scirtothrips citri* (Thysanoptera: Thripidae) to trap color, size, and shape. *Environ. Entomol.* **13**: 935-940.
- MURDOCH, W.W.; LUCK, R.F.; WALDE, S.J.; REEVE, J.D., y YU, D.S., 1989: A refuge for red scale under control by *Aphytis*: Structural aspects. *Ecology* **70**: 1707-1714.
- MURDOCH, W.W.; LUCK, R.F.; SWARBRICK, S.L.; WALDE, S.; YU, D., y REEVE, J.D., 1995: Regulation of an insect population under biological control. *Ecology* **76**: 206-217.
- NOYES, J. S., 1990: Chalcid parasitoids. Pag. 247-262. In David Rosen, editor. *Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control*. Vol. B. Elsevier. Oxford, New York, Tokyo.
- OPP, S.B., y LUCK, R.F., 1986: Effects of host size on selected fitness components of *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **79**: 700-704.
- ORPHANIDES, G.M., 1982: Biology of the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae), and its seasonal availability for parasit-

- tization by *Aphytis* spp. in Cyprus. *Boll. Lab. Ent. agr. Filippo Silvestri* **39**: 203-212.
- ORPHANIDES, G.M., 1984: Competitive displacement between *Aphytis* spp. (Hym. Aphelinidae) parasites of the California red scale in Cyprus. *Entomophaga* **29**: 275-281.
- PODOLER, H., 1981: Effects of variable temperatures on responses of *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* to host density. *Phytoparasitica* **9**: 179-190.
- REEVE, J.D., 1987: Foraging behavior of *Aphytis melinus*: Effects of patch density and host size. *Ecology* **68**: 530-538.
- REEVE, J.D., y MURDOCH, W.W., 1986: Biological control by the parasitoid *Aphytis melinus*, and population stability of the California red scale. *Journal of Animal Ecology*. **55**: 1069-1082.
- RODRIGO, E.; TRONCHO, P., y GARCÍA-MARÍ, F., 1996: Parasitoids (Hym.: Aphelinidae) of three scale insects (Hom.: Diaspididae) in a citrus grove in Valencia, Spain. *Entomophaga* **41**: 77-94.
- ROSEN, D., y DEBACH, P., 1979: Species of *Aphytis* of the world (Hymenoptera: Aphelinidae). Dr. W.Junk, The Hague, The Netherlands. 331 pp.
- SAMWAYS, M.J., 1986: Spatial and temporal population patterns of *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera, Diaspididae) and parasitoids (Hymenoptera, Aphelinidae and Encyrtidae) caught on yellow sticky traps in citrus. *Bull. Entomol. Res.* **76**: 265-274.
- SAMWAYS, M.J., 1988: Comparative monitoring of red scale *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hom., Diaspididae), and its *Aphytis* spp. (Hym., Aphelinidae) parasitoids. *J. Appl. Ent.* **105**: 483-489.
- SAS. INSTITUTE INC., 1997: SAS/STAT® Software: Changes and enhancements through release 6-12, NC. USA.
- SMITH, D; BEATTIE, G.A.C., y BROADLEY, R., 1997: Citrus pests and their natural enemies. Integrated pest management in Australia. Dept of Primary Industries. Queensland, Australia. 186 pp.
- STERNLICHT, M., 1973: Parasitic wasps attracted by the sex pheromone of their coccid host. *Entomophaga* **18**: 339-342.
- UYGUN, N.; KARACA, I., y SEKEROGU, E., 1995: Population dynamics of *Aonidiella aurantii* (Maskell) and its natural enemies on citrus in the Mediterranean region of Turkey from 1976 to 1993. *Israel Journal of Entomology* **XXIX**: 239-246.
- VAN DRIESCHE, R.G., 1983: Meaning of «percent parasitism» in studies of insect parasitoids. *Environ. Entomol.* **12**: 1611-1622.
- VIGGIANI, G., 1990: Endoparasites. Pag. 121-132. In D. Rosen. *Armored scale insects, their biology, natural enemies and control*. Vol B. Elsevier. Oxford, New York, Tokyo.
- WALDE, S.J.; LUCK, R.F.; YU, D.S., y MURDOCH, W.W., 1989: A refuge for red scale: The role of size-selectivity by a parasitoid wasp. *Ecology* **70**: 1700-1706.
- YU, D.S.; LUCK, R.F., y MURDOCH, W.W., 1990: Competition, resource partitioning and coexistence of an endoparasitoid *Encarsia perniciosi* and an ectoparasitoid *Aphytis melinus* of the California red scale. *Ecological Entomology* **15**: 469-480.

(Recepción: 25 octubre 2001)

(Aceptación: 14 enero 2002)