

Evolución del parasitismo en *Bemisia tabaci* (Genn.) y *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) en invernaderos de Almería

J. E. GONZÁLEZ ZAMORA, R. MORENO VÁZQUEZ, M.^a D. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M. P. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, E. MIRASOL CARMONA, J. LASTRES GARCÍA-TESTÓN, C. MANZANARES RUIZ

Se ha estudiado la evolución conjunta de las poblaciones de *Bemisia tabaci* (Genn.) y *Trialeurodes vaporariorum* (West.) y de sus principales parasitoides en nueve parcelas de pimiento (*Capsicum annum*), seis de melón (*Cucumis melo*) y dos de sandía (*Citrullus vulgaris*), situadas en Almería, España. A los datos poblacionales de *B. tabaci* y de sus parasitoides, correspondientes a una parcela de pimiento, se les han aplicado dos procedimientos para el cálculo del parasitismo: con las poblaciones de pupas de mosca blanca y parasitadas en hojas o bien con los adultos de mosca blanca y de parasitoides emergidos. En ambos procedimientos el parasitismo ha tomado valores semejantes pero sin que hubiera una relación entre ellos ($r^2=0,25$, $P<0,05$). En pimiento, durante el otoño/invierno, se encuentran poblaciones de *B. tabaci* y de su principal parasitoide, *Eretmocerus mundus* Mercet, durante todo el cultivo. En algunas parcelas las poblaciones de *B. tabaci* fueron muy elevadas, con la producción de melaza y la aparición de negrilla, sin que *E. mundus* pudiera controlarla. Esto pudo ser debido a una fuerte infestación inicial de la mosca blanca. En otras parcelas con menos mosca blanca y/o que recibieron más tratamientos químicos contra ella, se encuentra también *E. mundus*, con un elevado parasitismo que ayuda a controlar sus poblaciones. En melón, cultivo de primavera/verano, se encuentran dos especies de mosca blanca: *B. tabaci* y *T. vaporariorum*. En la primera especie el principal parasitoide ha sido *E. mundus*, controlando las poblaciones de *B. tabaci* incluso a bajos niveles del huésped, y apareciendo también en parcelas que recibían abundantes tratamientos químicos. En el caso de *T. vaporariorum* no ha habido un parasitismo importante por parte de su principal especie de parasitoide, *Encarsia transvena* (Timberlake), alcanzando la mosca blanca elevadas poblaciones. Otros parasitoides de *B. tabaci* fueron *Encarsia lutea* (Masi) y *Encarsia formosa* Gahan. También se han encontrado dos especies, *Encarsia mineoi* Viggiani y *Encarsia adrianae* López-Avila, parasitando a *B. tabaci*, nuevas citas en España y Europa. En el cultivo de sandía las poblaciones de *B. tabaci* han sido muy bajas y como parasitoide sólo se encontró *E. mundus*.

Se han ajustado diferentes funciones simples a los datos observados de las poblaciones de pupas parasitadas y de adultos emergidos de *E. mundus* en una parcela de pimiento. Se obtiene un ajuste muy elevado cuando se suman tres logísticas para las poblaciones de pupas parasitadas ($r^2=0,9967$) y dos logísticas para el caso de los adultos emergidos ($r^2=0,9958$). Estos ajustes tan elevados pueden permitir analizar las tendencias de las poblaciones y comparar los coeficientes de las funciones en diferentes situaciones.

Palabras Clave: Parasitismo, mosca blanca, *Eretmocerus mundus*, *Encarsia lutea*, *Encarsia transvena*, *Encarsia formosa*, *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, pimiento, melón, sandía, tendencias poblacionales.

GONZÁLEZ ZAMORA, J.E.; MORENO VÁZQUEZ, R., Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola "La Mojonera-La Cañada". Ctra., Nacional 340, km. 418, Apdo. de Correos 91, 04700 El Ejido (Almería). RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M.^a D.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M.P.; MIRASOL CARMONA, E.; LASTRES GARCÍA-TESTÓN, J.; MANZANARES RUIZ, C., Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Departamento de Sanidad Vegetal. Delegación Provincial de Agricultura y Pesca. C/ Hermanos Machado, 4. 04004 Almería.

INTRODUCCIÓN

En los cultivos hortícolas de la provincia de Almería se encuentran dos especies de moscas blancas: *Bemisia tabaci* (Genn.) y *Trialetrodes vaporariorum* (West.). La primera de ellas ha alcanzado recientemente un estatus de plaga (RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ *et al.*, 1994), lo que ha obligado a estudiar su biología, comportamiento, sensibilidad a tratamientos, fauna auxiliar, y todos otros aquellos puntos que faciliten su control. La otra especie de mosca blanca, *T. vaporariorum*, se encontraba ya establecida desde hacía más tiempo y era considerada como la única mosca blanca que afectaba a los cultivos hortícolas de Almería hasta la aparición de *B. tabaci*. Actualmente ambas especies se pueden encontrar en cultivos como tomate, melón, judía o berenjena, mientras que en pimiento sólo se halla *B. tabaci*. Ambas especies producen diferentes daños; siendo de destacar los originados por la melaza y la consiguiente aparición de "negrilla", el debilitamiento de la planta, y la transmisión de diversos virus que las hacen especialmente peligrosas en cultivos como el tomate (virus de la "cuchara", TYLCV, transmitido por *B. tabaci*) o en las cucurbitáceas (virus del "amarilleo" del melón, transmitido por ambas especies de mosca blanca) (CUADRADO GÓMEZ, 1994).

En un trabajo reciente (RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ *et al.*, 1994) se hace referencia al control que diversos parasitoides ejercen sobre *B. tabaci*, comparando invernaderos que utilizan abundantes tratamientos pesticidas para controlar las plagas con otros donde se aplican técnicas de control integrado de las plagas y enfermedades. En dicho trabajo se destaca la importancia del himenóptero *Eretmocerus mundus* Mercet para controlar a *B. tabaci*, junto con la presencia de otras especies como *Encarsia transvena* (Timberlake) y *Encarsia lutea* (Masi). En otros países, donde *B. tabaci* es una importante plaga del cultivo del algodón y de hortícolas, también se ha estudiado la composición del complejo de especies que parasitan

de forma espontánea a esta mosca blanca. En una revisión de GERLING (1986) sobre los enemigos naturales de *B. tabaci* se analiza la distribución de especies de himenópteros parasitoides. En ella se indica que en países orientales (India, Pakistán) destacan especies como *E. transvena*, *E. lutea*, *E. mundus* y *Eretmocerus corni* Haldeman; en Egipto, Israel, Italia y otros países del Mediterráneo se citan como más abundantes a *E. lutea*, *E. mundus* y *Encarsia partenopea* Masi (= *Encarsia inaron* (Walker)); mientras que en los Estados Unidos se citan a *Eretmocerus nr. haldemani* Howard, *Encarsia meritoria* Gahan, *Encarsia deserti* Ger. & Riv. (= *Encarsia luteola* Howard) y *Encarsia formosa* Gahan. En Francia ONILLON *et al.* (1994) han encontrado *E. mundus*, *Encarsia pergandiella* Howard y *Encarsia hispida* De Santis parasitando a *B. tabaci*. En POLASZEK *et al.* (1992) se encuentra una guía de identificación de las especies del género *Encarsia* que parasitan a *B. tabaci*, con una discusión sobre la distribución geográfica, sinonimia y diversas características de cada especie.

Como parasitoides de *T. vaporariorum* están citadas diversas especies (MOUND y HALSEY, 1978), pero la que más destaca es *E. formosa*, que se ha utilizado ampliamente en programas de control integrado; algunas otras especies de parasitoides citadas son *Encarsia tricolor* Foerster, *E. transvena* y *E. meritoria*.

En este trabajo se analizará, en un principio, el método de estimación del porcentaje de parasitismo que se produce en las moscas blancas. Esta estimación del parasitismo es un tema bastante debatido, en el que hay métodos muy exactos para conocerlo (VAN DRIESCHE, 1983; RUSSELL, 1987; VAN DRIESCHE *et al.*, 1991; DAY, 1994). Aquí se van a comparar dos procedimientos: a) contar directamente las pupas parasitadas en la hoja y b) dejar que salgan los parásitos para contarlos a continuación, método similar al utilizado por MCAUSLANE *et al.* (1993). Seguidamente se analizarán cuantitativamente tanto la importancia de los parasitoides de *B. tabaci* y *T.*

vaporariorum que de forma espontánea aparecen en los cultivos bajo plástico de Almería, como su capacidad de controlar las poblaciones de estas moscas blancas.

Otro aspecto que se contemplará es el de la posibilidad de diversas funciones matemáticas de ajustarse a los datos de los muestreos. Como se ha visto en dos trabajos anteriores (incluidos en este volumen) (GONZÁLEZ ZAMORA y MORENO VÁZQUEZ, 1996a y 1996b), diversas funciones simples (logística, Gompertz, exponencial, lineal) pueden combinarse para explicar de forma adecuada la tendencia poblacional de los artrópodos. En este trabajo se aplicará el mismo procedimiento a las pupas de *B. tabaci* parasitadas por *E. mundus* en pimiento y a los himenópteros adultos emergidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo ha abarcado nueve parcelas de pimiento (*Capsicum annum*) muestreadas en la campaña de otoño/invierno de 1994/95, y seis de melón (*Cucumis melo*) y dos de sandía (*Citrullus vulgaris*) que lo fueron en la campaña de primavera/verano de 1995. Se ha desarrollado en las dos zonas de mayor importancia de cultivos protegidos en Almería: el Campo de Dalías (Poniente) y el Campo de Níjar. Los muestreos se han llevado a cabo de forma quincenal y mensual, excepto en una de las parcelas de pimiento (denominada CI) en la que los muestreos eran semanales.

En cada muestreo se recogían entre 5 y 20 hojas que contuvieran mosca blanca. Para conseguir esto, o bien se recorría el invernadero en busca de plantas con mosca blanca, o bien se recogían de aquellas zonas en las que previamente se había comprobado su existencia. En el invernadero de pimiento en el que se aplicaba la normativa de control integrado, CI, se recogían 20 hojas al azar de la parte media de la planta. En todos los casos las hojas recogidas se trasladaban al laboratorio y se

colocaban individualmente dentro de recipientes con cierres herméticos, pero que estuvieran suficientemente ventilados para evitar que se pudrieran las hojas. Se dejaban de 15 a 20 días, tras los cuales se contaba el número de adultos de mosca blanca y de himenópteros parásitos. Estos se recogían con ayuda de un pincel y se guardaban en alcohol del 70% para su posterior identificación. En el caso de los invernaderos con presencia de las dos especies de mosca blanca (varios de melón) se procedía a diferenciarlas y cuantificarlas mediante el conteo de los puparios vacíos que quedaban en la hoja (fáciles de distinguir según una especie u otra). Posteriormente se calculaba la proporción que había de cada especie y esta proporción se aplicaba a los adultos encontrados. El parasitismo que *E. transvena* realizaba sobre *B. tabaci* y *T. vaporariorum* era fácil de distinguir respecto al de *E. mundus* sobre *B. tabaci* debido a un exuvio de color negro que deja la primera especie dentro del pupario de la mosca blanca. Se anotaba también el número de pupas de mosca blanca parasitadas de las que no hubiera emergido todavía el parásito, bien porque estuviera muerto o bien porque no hubiera completado todavía su desarrollo.

En la parcela de pimiento regida mediante criterios de control integrado (CI) las 20 hojas recogidas se observaban en el laboratorio con ayuda de un binocular de x40 aumentos, anotándose las pupas de mosca blanca y las pupas parasitadas. A continuación se colocaban las hojas individualmente en los recipientes herméticos y aireados para que salieran tanto los adultos de mosca blanca como los parasitoides, tal como se ha descrito anteriormente. Con los datos de esta parcela se ha obtenido el porcentaje de parasitismo mediante dos métodos: a) según el número de larvas de cuarto estadio/pupas parasitadas en las hojas, y b) según el número de adultos de himenópteros aparecidos en los recipientes. En el primer caso el parasitismo se ha estimado por:



Fig. 1.-Pupa de *Bemisia tabaci*, en la que se aprecian los ojos y dos zonas blancas correspondientes a las alas.



Fig. 2.-Larva de cuarto estado de *Bemisia tabaci* en la que se aprecian los primeros síntomas de estar parasitada, como es el color opaco de la misma. Posteriormente los micetomas (dos manchas verdes cerca de la lígula de la pupa) se desplazan hacia los bordes y se disgregan.



Fig. 3.-Pupa de *Eretmocerus mundus* a punto de emerger de una pupa de *Bemisia tabaci*. Se pueden observar los ojos y las patas y antenas dispuestas sobre el cuerpo. Este parasitoides es el principal enemigo natural con que cuenta *B. tabaci* en las condiciones de los invernaderos de Almería.

$$\text{Parasitismo (hojas)} = \frac{\text{pupas parasitadas}}{\text{pupas/larvas IV+pupas parasitadas}}$$

mientras que en el segundo caso se ha utilizado la expresión:

$$\text{Parasitismo (recipientes)} = \frac{\text{adultos parásitos+parásitos no emergidos}}{\text{adultos mosca blanca+adultos parásitos+parásitos no emergidos}}$$

De las parcelas que se muestrearon en la campaña de primavera/verano (seis de melón y dos de sandía), en una de melón y en otra de sandía el control de plagas y enfermedades se realizaba de forma integrada (CI).

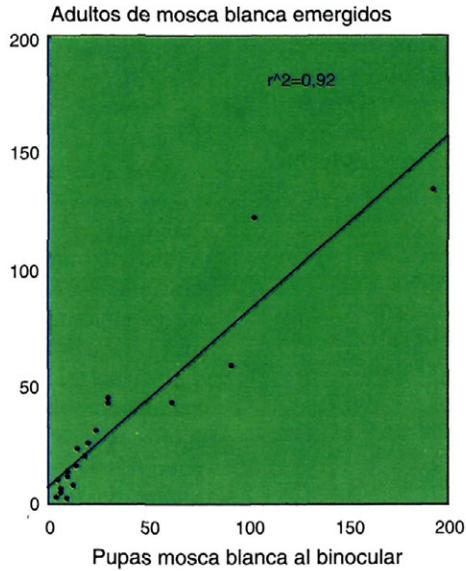
El ajuste de las funciones matemáticas a las poblaciones de pupas de *B. tabaci* parasitadas y a los adultos emergidos se ha realizado con los datos de los muestreos de la parcela de pimiento de CI. Estas poblaciones se han expresado como población.día (*Pbl.día*). Para su cálculo se ha utilizado la conocida regla trapezoidal:

$$\text{Pbl.día} = \sum_{i=1}^s \frac{\text{Pbl}_{(i-1)} + \text{Pbl}_{(i)}}{2} \cdot n^{\circ} \text{ días}_{(i-1)}$$

donde *Pbl* es la población de pupas parasitadas o adultos emergidos por hoja que existía en las semanas *i* e *i-1*, mientras *n.º días* son los días transcurridos entre dos muestreos sucesivos. Como variable independiente se han considerado los Grados.día (°C.día) por encima del umbral adoptado de 10°C.

Las funciones utilizadas en los ajustes a los datos observados han sido la logística, exponencial, potencial, y lineal (sus expresiones se encuentran en los artículos GONZÁLEZ ZAMORA y MORENO VÁZQUEZ, ...a y ...b). El análisis de los datos y el ajuste a la suma de las distintas funciones matemáticas se ha realizado con el paquete estadístico STATGRAPHICS 5.0, mediante regresión no lineal. Los parámetros iniciales a introducir se calculaban mediante un programa en BASIC cuando se trataba de ajustar la función logística y mediante el programa STATGRAPHICS en el resto de las funciones.

Invernadero CI Pimiento – 94/95



Invernadero CI Pimiento – 94/95

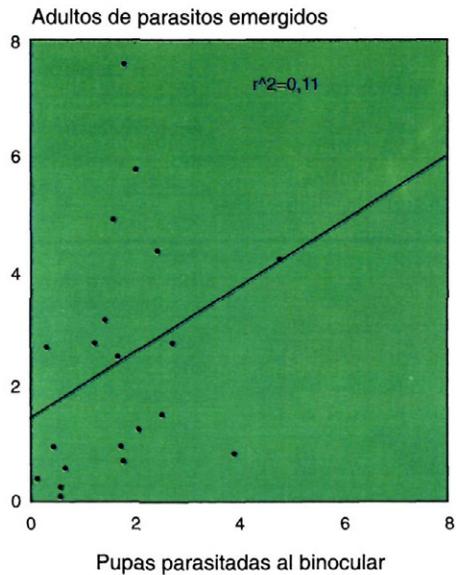


Figura 4.-Relación entre las poblaciones de pupas de mosca blanca encontradas en hojas y los adultos de *Bemisia tabaci* emergidos de estas pupas (gráfica superior), y relación entre las pupas de mosca blanca parasitadas encontradas en hojas y los adultos de *Eretmocerus mundus* emergidos de éstas (gráfica inferior). En cada gráfica se indica el coeficiente de determinación obtenido. Los datos se obtuvieron de una parcela de pimiento en la que se seguía un programa de control integrado de plagas y enfermedades.

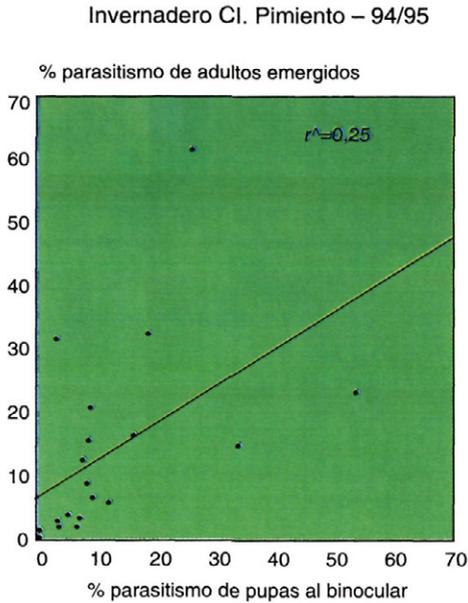


Figura 5.-En esta figura se presenta la relación encontrada entre los dos procedimientos de obtención del parasitismo: utilizando las pupas (parasitadas y no) que hay en las hojas, y con los adultos (de mosca blanca y de los parasitoides) emergidos de las anteriores pupas. En la gráfica se indica el coeficiente de determinación encontrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Parasitismo.

En la estimación del parasitismo mediante los dos métodos (contar en las hojas o contar en los recipientes) el número de pupas parasitadas en las hojas fue de 605, mientras que el número de parásitos emergidos y contados en los recipientes fue de 845, con 134 pupas sin emerger el parásito, lo que hace un total de 979. Es decir, se encuentra un 162% más de parásitos en los recipientes que en las hojas. Esto parece indicar la dificultad de reconocer todas las fases por las que pasa una pupa de mosca blanca parasitada y darla por tanto como tal. En el caso de contar las pupas de mosca blanca se observa el caso contrario, en las hojas se contaron 16.244 pupas/larvas IV, mientras que en los recipientes emergieron 15.111 adultos, es decir el 93%, lo que es más razonable dada la facilidad para reconocer este

estado sobre la hoja y la dificultad de evolucionar cuando se seca la hoja en el recipiente, dando menor número de adultos.

Existe, además, una nula correlación entre la población de pupas parasitadas en hojas y los adultos de parásitos emergidos para cada fecha ($r^2=0,11$), mientras que en el caso de las pupas de mosca blanca y los adultos emergidos para cada fecha es muy alta ($r^2=0,92$) (figura 4). Estimando el parasitismo en cada fecha con cada uno de los dos métodos, y hayando la correlación entre ambas variables, se aprecia la prácticamente nula relación que existe entre ellas ($r^2=0,25$, $P<0,05$) (figura 5) Esta misma característica ya la pusieron de manifiesto MCAUSLANE *et al.* (1993) en un estudio del parasitismo en *B. tabaci* semejante al aquí realizado.

Se puede concluir que, en conjunto, el porcentaje de parasitismo ha dado cifras similares en ambos métodos de estimación (quizá algo mayores dejando las hojas en los recipientes), pero sin que exista una clara relación entre ellas. Es por ello que el método elegido para estimar el nivel de parasitismo haya sido el de dejar las hojas en los recipientes y contar a continuación los adultos emergidos.

La estimación del parasitismo con este método no se ajusta a las opiniones más estrictas, según las cuales habría que contar las larvas de mosca blanca vivas y los exuvios de los adultos emergidos, las pupas parasitadas y las pupas de las que haya salido el parásito, de forma que el parasitismo sería:

$$\frac{\text{pupas parasitadas} + \text{pupas parasitadas emergidas}}{\text{larvas iv/pupas} + \text{exuvios pupas} + \text{pupas parasitadas} + \text{pupas parasitadas emergidas}}$$

(VAN DRIESCHE, 1983), en un momento en que la población estuviera avanzada. Otros autores (DAY, 1994) consideran la disección de las larvas/pupas como el más exacto para determinar el parasitismo. Con el procedimiento realizado en este trabajo se consigue un porcentaje de parasitismo diferente al que se obtendría con estos dos métodos, pero es más sencillo de ejecutar.

Las poblaciones de moscas blancas y parasitoides, según el procedimiento de los recipientes, es variable según parcelas. En la campaña de otoño/invierno, en algunas parcelas en las que las poblaciones de mosca blanca no son excesivas y se hicieron algunos tratamientos contra ella, y además con presencia de *E. mundus*, se consigue controlar las poblaciones de mosca blanca, alcanzando un parasitismo entre el 45 y el 80% (figuras 9a y 9b, parcelas 1,2,3, y 5); en otras parcelas las poblaciones de mosca blanca fueron mayores y hubo que hacer más tratamientos (figura 9b, parcelas 4 y 7) para controlarla, pero aún así *E.mundus* está presente, aunque muy reducido. En la parcela CI de pimiento (figura 9a), el efecto de *E. mundus* sobre *B. tabaci* es escaso. Esto condujo a que las poblaciones de mosca blanca se incrementasen rápidamente desde diciembre, lo que obligó a efectuar varios tratamientos para disminuir sus poblaciones. En esta parcela hubo una fuerte infestación inicial de mosca blanca por una de las bandas, acompañada de una elevada presencia de *E. mundus*; pero así como la mosca blanca se extendió por el invernadero, el parasitoide no hizo lo mismo y apenas tuvo incidencia sobre la plaga. En cuanto a la presencia de "negrilla" ésta apareció de forma abundante en la parcela de CI y en la 4.

En esta campaña de otoño/invierno en pimiento (figuras 9a y 9b) se aprecia un parasitismo sobre *B. tabaci* bastante sostenido, debido a unas poblaciones de *E. mundus* que pueden mantenerse o incluso incrementarse hacia el final del cultivo, en enero-febrero. Las poblaciones de mosca blanca también pueden incrementarse, pese a ser las épocas más frías del año. En algunas parcelas la población de *B. tabaci* llega a límites muy bajos al final del cultivo, debido, en nuestra opinión, a su baja infestación inicial (la utilización de pesticidas ha podido ser determinante para que así fuera), pero también con una presencia constante de *E. mundus* que ayuda a su control. Se puede decir que los niveles de parasitismo encontrados coinciden con los hallados por RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ *et al.* (1994).

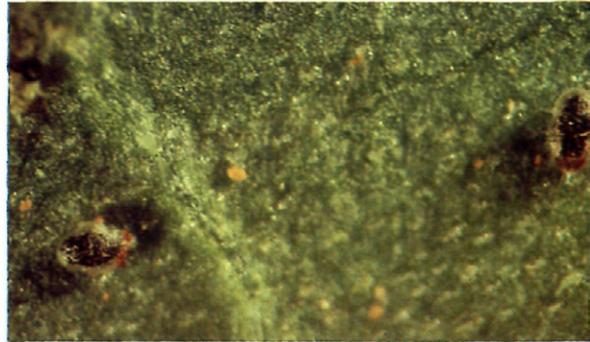


Fig. 6.-Dos pupas de mosca blanca parasitadas por el mismo parasitoide, *Encarsia transvena*, pero a la derecha está en una pupa de *Trialeurodes vaporariorum* y a la izquierda en una de *Bemisia tabaci*.



Fig. 7.-Detalle de la pupa de *Trialeurodes vaporariorum* parasitada por *Encarsia transvena*. La pupa del parasitoide es de color negro, de donde emergerá el adulto, rompiendo primero su propia envoltura y luego practicando un agujero circular en la envoltura de la mosca blanca. Dentro de la pupa de mosca blanca se aprecian, en la zona de la lígula, una zona rojiza que corresponde a restos de su metabolismo.



Fig. 8.-Pupa de *Encarsia formosa* a punto de emerger de una pupa de *Bemisia tabaci*. Es fácil de distinguir por el gáster de color blanco-amarillo y la cabeza y tórax de color negro.

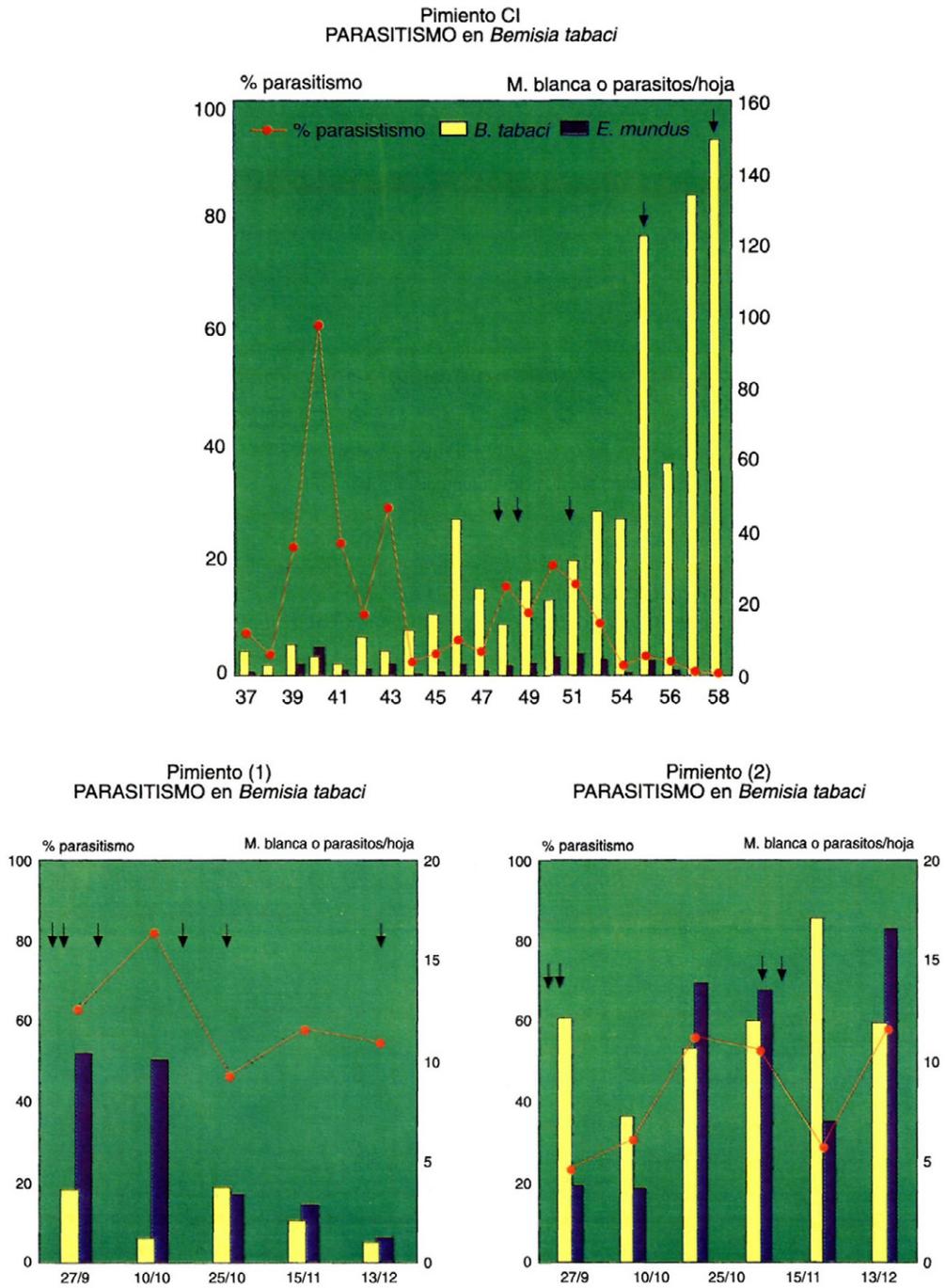


Figura 9a.-Poblaciones de adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci* y del parasitoide *Eretmocerus mundus* emergidos en los distintos muestreos realizados en tres parcelas de pimiento durante la campaña 94/95, con indicación del porcentaje de parasitismo. Las flechas indican diferentes tratamientos pesticidas realizados contra las plagas de cada invernadero.

PARASITISMO en *B. tabaci*

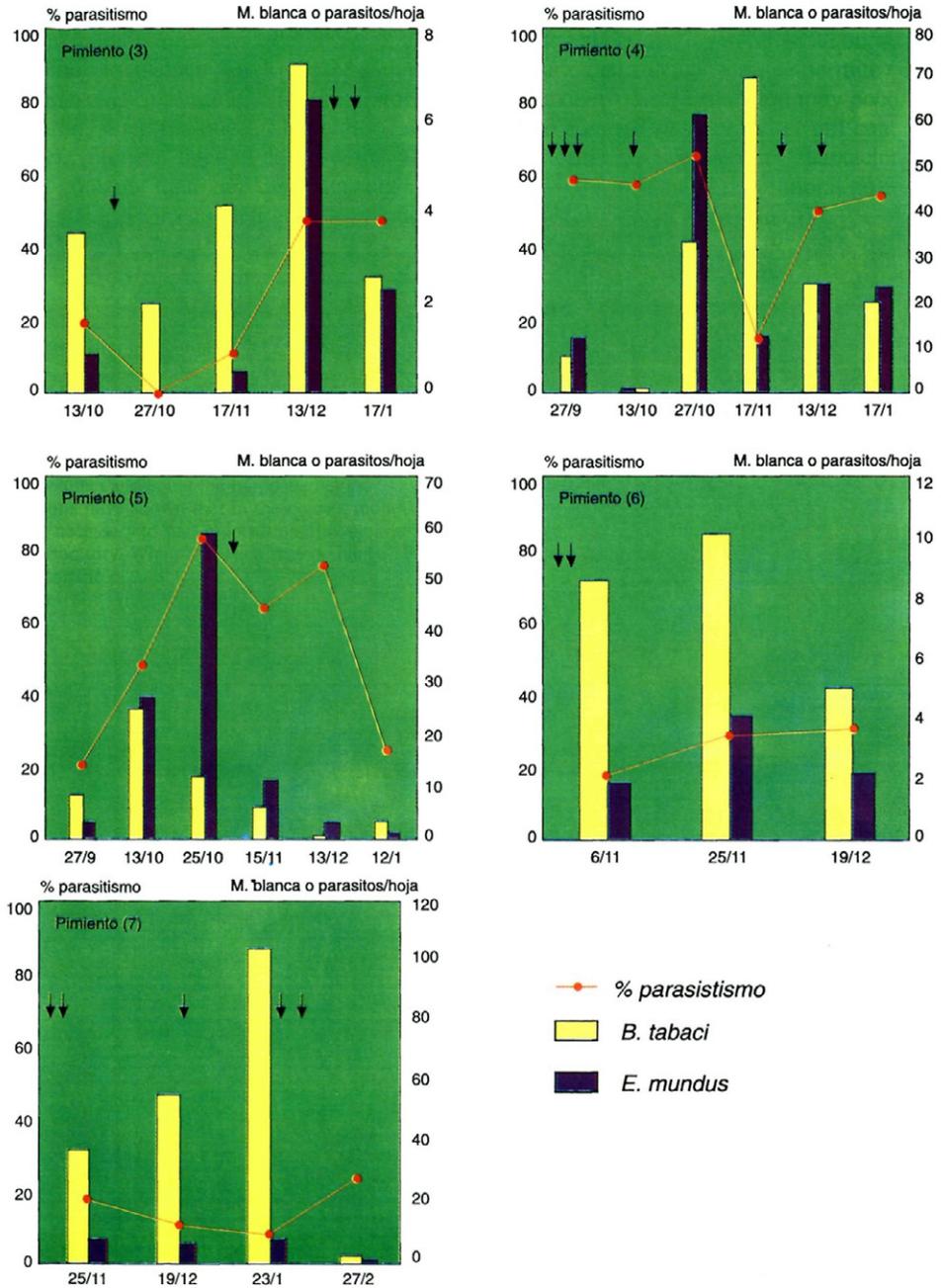


Figura 9b-Poblaciones de adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci* y del parasitoide *Eretmocerus mundus* emergidos en los distintos muestreos realizados en las cinco parcelas restantes de pimiento durante la campaña 94/95, con indicación del porcentaje de parasitismo. Las flechas indican diferentes tratamientos pesticidas realizados contra las plagas de cada invernadero.

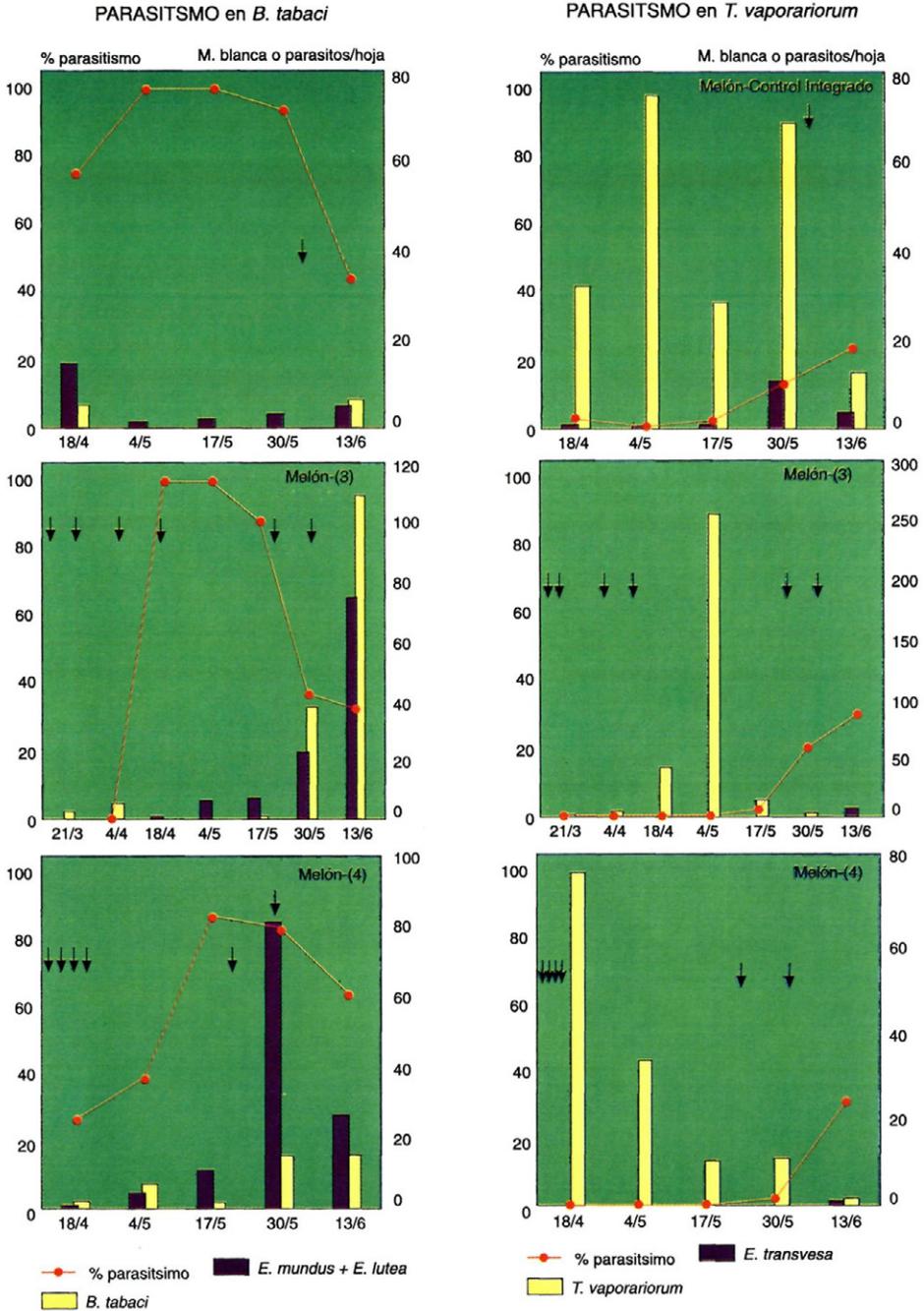


Figura 10a.-Poblaciones de los adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* y de sus parasitoides más comunes (*Eretmocerus mundus*, *Encarsia lutea*, y *Encarsia transvena*) emergidos en los distintos muestreos realizados en las tres parcelas de melón en las que se encontraban ambas especies de mosca blanca durante la campaña de 1995, con indicación del porcentaje de parasitismo. Las flechas indican diferentes tratamientos pesticidas realizados contra las plagas de cada invernadero.

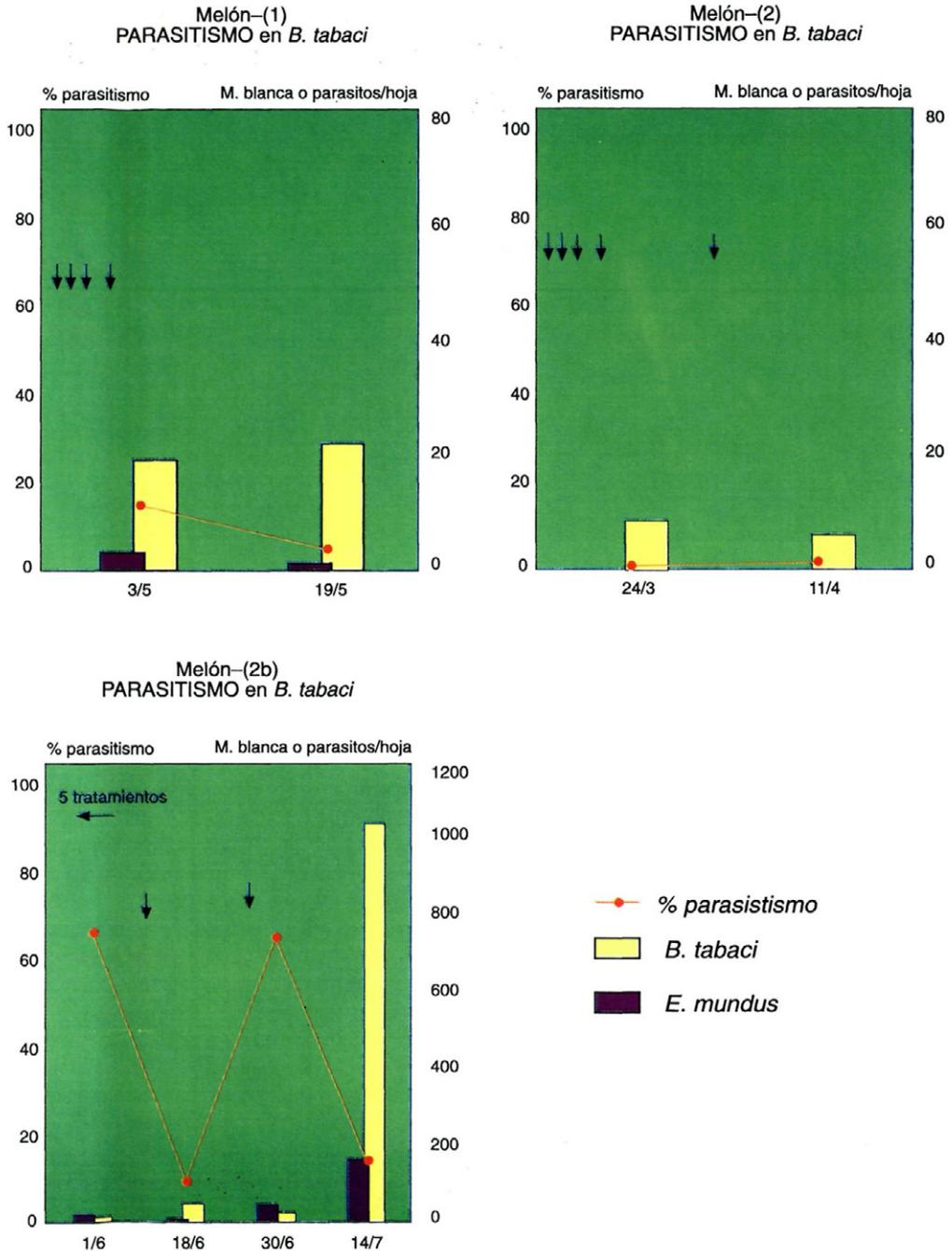


Figura 10b.-Poblaciones de los adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci* y del parasitoide *Eretmocerus mundus* emergidos en los distintos muestreos realizados en las tres parcelas de melón restantes, durante la campaña de 1995, con indicación del porcentaje de parasitismo. Las flechas indican diferentes tratamientos pesticidas realizados contra las plagas de cada invernadero.

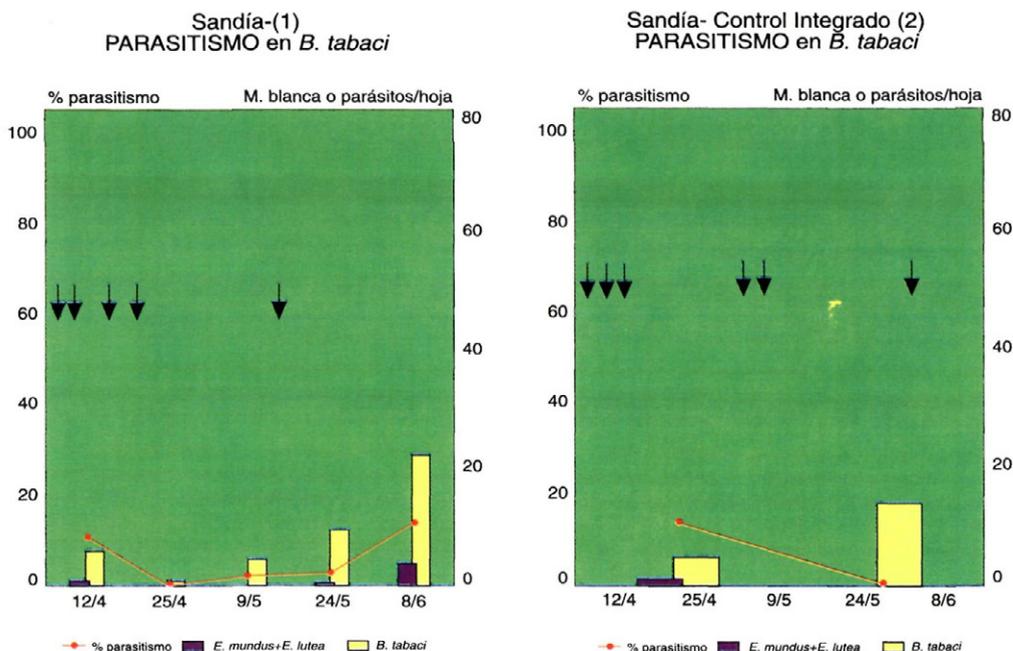


Figura 11.-Poblaciones de los adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci* y del parasitoide *Eretmocerus mundus* emergidos en los distintos muestreos realizados en las dos parcelas de sandía muestreadas durante la campaña de 1995, con indicación del porcentaje de parasitismo. Las flechas indican diferentes tratamientos pesticidas realizados contra las plagas de cada invernadero.

En la campaña primavera/verano se encontraron en melón poblaciones de las dos especies de mosca blanca, *T. vaporariorum* y *B. tabaci*. En tres parcelas de melón, donde el cultivo precedente había sido tomate, la especie que predominó fue *T. vaporariorum*, especialmente en los primeros meses, mientras que al final del cultivo fue más abundante *B. tabaci*, al menos en los dos invernaderos que recibieron tratamientos químicos (figura 10a, parcela CI, 3, y 4). Es importante señalar la presencia de *E. mundus* parasitando de forma apreciable a *B. tabaci* a bajos niveles de la plaga (condiciones que se dieron en la parcela de melón CI y en la 4) (figura 10a). En el caso de *T. vaporariorum* no se produjo un parasitismo destacable por parte de su parasitoide más común, *E. transvena*, y sus poblaciones se incrementaron, con lo que hubo que realizar tratamientos para su control en los invernaderos de melón

3 y 4 (figura 10a). Estos tratamientos no controlaron a las poblaciones de *B. tabaci*, que fueron importantes al final del cultivo. En otra parcela (melón 2b) los abundantes tratamientos contra *B. tabaci* disminuyeron las poblaciones de *E. mundus*; aunque, cuando dejan de aplicarse estos tratamientos las poblaciones, tanto de la plaga como del parasitoide (parcela melón 2b, figura 10b), se incrementan de forma notable. En ninguna de las parcelas se llegaron a detectar daños por melaza, aunque en varias de las parcelas de melón (1, 2, 2b) hubo cierta cantidad de plantas afectadas por el virus del "amarillo", pero sin que llegara a incidir sobre las producciones.

En cuanto al cultivo de sandía apenas se encontraron poblaciones de mosca blanca, siendo ésta principalmente de la especie *B. tabaci* (figura 11). Como parasitoide se encontró únicamente a *E. mundus*.

Cuadro 1.—Adultos de mosca blanca y de sus parasitoides encontrados en los muestreos realizados en tres cultivos, pimiento, melón y sandía, desde septiembre de 1994 hasta julio de 1995 en invernaderos de Almería

Período y Cultivo	Hojas	Mosca blanca	Especie de mosca blanca	Nº parcelas	Parasitoides	Especie de parasitoide	Nº Parcelas
Septiembre-94/ Febrero-95 Pimiento	887	22.861	<i>Bemisia tabaci</i>	9	5.742	99% <i>Eretmocerus mundus</i> 0,4% <i>Encarsia lutea</i> 0,3% <i>Encarsia formosa</i> (*)	9 3 1
Marzo-95/ Julio-95 Melón	282	25.408	68% <i>B. tabaci</i> 32% <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	6 4	5.942	93% <i>E. mundus</i> 6% <i>Encarsia transvena</i> (**) 1% <i>E. lutea</i>	6 3 4
Marzo-95/ Julio-95	40	399	97% <i>B. tabaci</i> 3% <i>T. vaporariorum</i>	2 1	40	<i>E. mundus</i>	2

(*) Procedente de sueltas

(**) De los cuales el 75% parasitaba a *T. vaporariorum* y el 25% a *B. tabaci*.

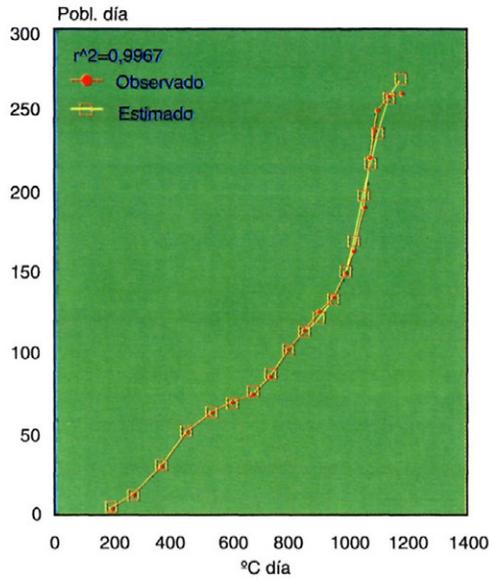
Muestreando tomate de invierno, ARNO y GABARRA (1994) encontraron un cambio en la composición cuantitativa de las especies de mosca blanca: *B. tabaci* fue más abundante en otoño y *T. vaporariorum* en la primavera. En nuestros muestreos de primavera/verano en donde aparecieron de forma conjunta, la importancia de las especies fue la contraria, de tal forma que al principio predominó *T. vaporariorum* y al final del cultivo (junio) *B. tabaci* fue más abundante, pese a los tratamientos realizados. Una posible causa de esto podría ser la mayor adaptación de *B. tabaci* a altas temperaturas, y por tanto mayor tasa de crecimiento durante los meses más calurosos. En cuanto al parasitismo observado en *B. tabaci* debido a *E. mundus*, tanto ARNO y GABARRA (1994) como VACANTE *et al.* (1994) coinciden en señalar su escasa importancia. En nuestros muestreos, sin embargo, su acción ha sido destacable en alguna de las parcelas donde ha aparecido. En cuanto a parasitoides de *T. vaporariorum* en ninguno de los dos trabajos anteriores se cita ninguna especie aparecida de forma espontánea, y sólo ARNO y GABARRA

(1994) realizan sueltas de *E. formosa*, aunque su efectividad en controlar a la mosca blanca no fue muy elevada.

Como conclusión, en estas dos campañas podemos destacar la presencia, bastante generalizada, de *E. mundus* en todas las parcelas, incluso en aquéllas en las que se aplicaron tratamientos pesticidas de forma constante. Se ha constatado su capacidad para parasitar a *B. tabaci* cuando esta especie se encuentra a bajos niveles poblacionales, lo que es importante para decidir las actuaciones a realizar.

Un resumen de la importancia que han tenido las distintas especies de mosca blanca y de los principales parasitoides encontrados aparece en cuadro 1. En el conjunto de las dos campañas, *B. tabaci* ha sido bastante más abundante, siendo su parásito fundamental *E. mundus*; otros parasitoides que se encontraron sobre ella fueron *E. lutea*, *E. transvena* y *E. formosa* (aunque ésta procedente de sueltas realizadas para controlar a esta mosca blanca en pimiento, sueltas que mostraron una escasa efectividad). Otras especies que han parasitado a *B. tabaci* han

Pupas *B. Tabaci* parasitadas-Pimiento
Invernadero CI



Adultos *E. mundus* emergidos-Pimiento
Invernadero CI

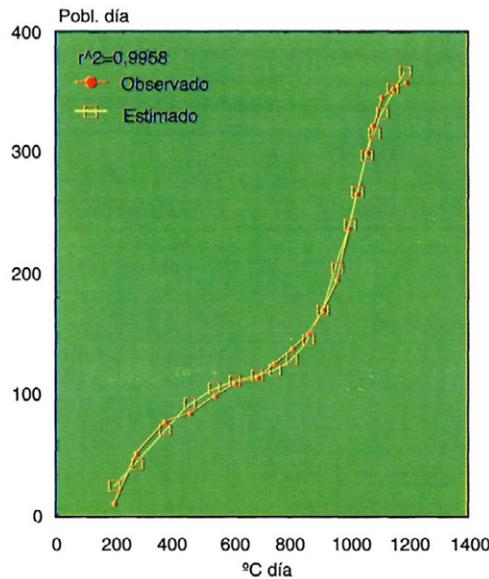


Figura 12.-Ajuste de la suma de diferentes funciones matemáticas a la población.día expresada de forma acumulada para pupas de mosca blanca parasitadas (gráfica superior) y adultos de *Eretmocerus mundus* emergidos de estas pupas (gráfica inferior). En las mismas gráficas se expresa el coeficiente de determinación obtenido en cada ajuste. Las funciones matemáticas ajustadas fueron tres logísticas en la gráfica superior y dos logísticas en la gráfica inferior.

sido *Encarsia mineoi* Viggiani (dos individuos) y *Encarsia adrianae* López-Avila (1 individuo). *E. mineoi* había ya sido encontrada de forma abundante en pimiento de la provincia de Almería, parasitando a *B. tabaci*. Estas observaciones fueron realizadas en la campaña de otoño/invierno de 1992/93 por el grupo de Control Integrado del Servicio de Sanidad Vegetal de Almería. Estas dos especies parecen ser la primera vez que se encuentran en España y Europa (identificación confirmada por A. Polaszek, del International Institute of Entomology, Londres).

Entre los parasitoides de *T. vaporariorum* encontrados en este trabajo ha destacado la especie *E. transvena* (cuadro 1). Otras especies encontradas fueron *E. formosa* (un individuo) y *E. tricolor* (un individuo).

Ajuste a funciones matemáticas.

En la tendencia poblacional de pupas parasitadas en las hojas de la parcela de pimiento de CI se ha conseguido un ajuste casi perfecto ($r^2=0,9967$) con la suma de tres logísticas. Para los adultos de *E. mundus* emergidos de estas pupas se obtiene otro de similar fiabilidad ($r^2=0,9958$) con la suma de dos logísticas. Esto significa una elevada coincidencia entre los datos observados y los estimados, como se aprecia en la figura 12.

La suma de tres funciones logísticas nos indica que se encontraron tres máximos de población para las pupas parasitadas, mientras que en el caso de los adultos emergidos sólo se pudieron distinguir dos.

Este es, por tanto, un procedimiento muy útil con el que se pueden analizar las tendencias de la *Pbl.día* y con el que también se pone de manifiesto las fluctuaciones a las que se ven sometidas las poblaciones en el transcurso del cultivo. Estas fluctuaciones quedan definidas por los parámetros de las funciones utilizadas. Estos parámetros podrán ser empleados para realizar comparaciones del potencial biótico de cada una de las especies, tanto del huésped como del parásito, entre diferentes períodos, o entre diferentes huéspedes vegetales. En definitiva, este método de ajuste abre vías interesantes para analizar de forma cuantitativa los comportamientos, a veces tan contradictorios, que se observan en el campo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha podido desarrollar gracias a la colaboración de los agricultores que permitieron muestrear en sus invernaderos. La mayoría de los contactos los facilitó la cooperativa agrícola COPROHONIJAR, de San Isidro (Níjar, Almería)

ABSTRACT.

GONZÁLEZ ZAMORA, J. E.; MORENO VÁZQUEZ, R.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M.ª D.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M. P.; MIRASOL CARMONA, E.; LASTRES GARCÍA-TESTÓN, J.; MANZANARES RUIZ, C., 1996. Evolución del parasitismo en *Bemisia tabaci* (Genn.) y *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) en invernaderos de Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, **22** (2): 373-389.

A study of the evolution of *Bemisia tabaci* (Genn.) and *Trialeurodes vaporariorum* (West.), and their main parasitoids populations, has been carry out in nine greenhouses planted with sweet pepper (*Capsicum annum*), six with melon (*Cucumis melo*), and two with watermelon (*Citrullus vulgaris*) from September 94 to July 95 in Almería, SE of Spain. With the data of *B. tabaci* and its parasitoid *Eretmocerus mundus* Mercet populations from a sweet pepper greenhouse have been applied two ways of calculating the percentage of parasitism: first with the larvae IV/pupae population both of the whitefly and parasitoid counted on leaves, and second using the number of adults of whiteflies and parasitoids emerged from the forementioned leaves. In both methods the parasitism reached similar values, but without a great relationship between them ($r^2=0.25$, $P<0.05$). In sweet pepper, during Autumn/Winter, populations of *B. tabaci* and its main parasitoid, *E. mundus*, are along all the crop season. In some plots *B. tabaci* reached high populations, producing a lot of honeydew and sooty mould, being *E. mundus* unable of controlling the whitefly. This may be for a high initial whitefly infestation. In other plots with lesser populations of *B. tabaci* and/or with more treatments applied against the whitefly, *E. mundus* also appear, with a high parasitism which help to check its populations. In the melon crop, during spring/summer, there are two whiteflies species: *B. tabaci* and *T. vaporariorum*. The main parasitoid of the first species was *E. mundus*, controlling the *B. tabaci* populations even at low levels of the host, and also appearing in plots which received many treatments. In the case of *T. vaporariorum*, there was not an important parasitism from its main parasitoid, *Encarsia transvena* (Timberlake), reaching the whitefly high populations. Other parasitoids of *B. tabaci* were *Encarsia lutea* (Masi) and *Encarsia formosa* Gahan. During this work two species of hymenopters aphelinids, *Encarsia mineoi* Viggiani and *Encarsia adrianae* Lopez-Avila, have found on *B. tabaci* for first time in Spain and in Europe. In the watermelon crop the only whitefly found was *B. tabaci*, at low levels and parasited only by *E. mundus*.

Different simple mathematic functions have been fitted to the observed data of parasited pupae and emerged adults of *E. mundus* from a sweet pepper greenhouse. The coefficient of determination were very high when adding three logistic functions to fit the population.day of parasited pupae ($r^2=0.9967$) and two logistic in the case of the emerged adults ($r^2=0.9958$). This high fitting allow to analyze the population trends and compare the functions coefficients in different situations.

Key words: parasitism, whitefly, *Eretmocerus mundus*, *Encarsia lutea*, *Encarsia transvena*, *Encarsia formosa*, *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, sweet pepper, melon, watermelon, population trends.

REFERENCIAS

- ARNÓ, J.; GABARRA, R., 1994. Whitefly species composition in winter tomato greenhouses. *IOBC/WPRS Bulletin*, **17**(5): 104-109.
- CUADRADO GÓMEZ M.ª I., 1994. Virosis. *En Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida*. Coordinador: Ramón Moreno Vázquez. Junta de Andalucía. Páginas: 371-396.
- DAY, W. H., 1994. Estimating mortality caused by parasites and diseases of insects: comparisons of the dissection and rearing methods. *Environ. Entomol.* **23**(3): 543-550.
- GERLING, D., 1986. Natural enemies of *Bemisia tabaci*, biological characteristics and potential as biological control agents: a review. *Agric. Ecosystems Environ.*, **17**: 99-110.
- GONZÁLEZ ZAMORA, J. E.; MORENO VÁZQUEZ, R., 1996a. Análisis de las tendencias poblacionales de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en pimiento bajo plástico en Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**.
- GONZÁLEZ ZAMORA, J. E.; MORENO VÁZQUEZ, R., 1996b. Análisis de las tendencias poblacionales de *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thysanoptera: Thripidae) en pimiento bajo plástico en Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**.
- MCAUSLANE, H. J.; JOHNSON, F. A.; KNAUF, D. A.; COLVIN, D. L., 1993. Seasonal abundance and wit-

- hin-plant distribution of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in peanuts. *Environ. Entomol.*, **22**(5): 1043-1050.
- MOUND, L. A.; HALSEY, S. H., 1978. *Whitefly of the world*. British Museum (Natural History) and John Wiley and Sons.
- ONILLON, J. C.; POLASZEK, A.; COCQUEMPOT, C.; MIGNET, P., 1994. Premieres observations sur l'entomofaune parasitaire infeodee a *Bemisia tabaci* (Homopt., Aleyrodidae) dans le Sud-Est de la France. *IOBC/WPRS Bulletin*, **17**(5): 67-69.
- POLASZEK, A.; EVANS, G. A.; BENNETT, F. D., 1992. *Encarsia* parasitids of *Bemisia tabaci* (Hymenoptera: Aphelinidae, Homoptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. *Bulletin of Entomological Research*, **82**: 375-392.
- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M.^a D.; MORENO, R.; TÉLLEZ, M.^a M.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M.^a P.; FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, R., 1994. *Eretmocerus mundus* (Mercet), *Encarsia lutea* (Masi) y *Encarsia transvena* (Timberlake) (Hym., Aphelinidae) parasitoides de *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) en los cultivos hortí colas protegidos almerienses. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 695-702.
- RUSSELL, D. A., 1987. A simple method for improving estimates of percentage parasitism by insects parasitoids from field sampling of hosts. *New Zealand Entomologist*, **10**: 38-40.
- VACANTE, V.; TROPEA GARZIA, G.; ONILLON, J. C., 1994. Premieres observations sur la dynamique des populations de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) et de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homopt., Aleyrodidae) en serres d'aubergine. *IOBC/WPRS Bulletin*, **17**(5): 81-88.
- VAN DRIESCHE, R. G., 1983. Meaning of "percent parasitism" in studies of insect parasitoids. *Environ. Entomol.*, **12**: 1622-1622.
- VAN DRIESCHE, R. G.; BELLOWES JR., T. S.; ELKINTON, J. S.; GOULD, J. R.; FERRO, D. N., 1991. The meaning of percent parasitism revisited: solutions to the problem of accurately estimating total losses from parasitism. *Environ. Entomol.*, **20**(1): 1-7.

(Aceptado para su publicación: 12 febrero 1996)