

## Eficacia de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en el control biológico de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) y *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en pimiento en condiciones de semicampo

J.E.BELDA, J.CALVO

*Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) es un ácaro fitoseido depredador de diversas plagas que ha sido ensayado por diversos autores en laboratorio y campo en varios cultivos, mostrando una gran eficacia en el control de mosca blanca y trips. En este trabajo se planteó un ensayo de semicampo en pimiento con liberación del ácaro depredador a dosis de 25 ácaros/m<sup>2</sup> y 100 ácaros/m<sup>2</sup> acompañados de presas, y de 100 ácaros/m<sup>2</sup> sin liberación de presas. Los resultados muestran una buena instalación del ácaro depredador en todos los tratamientos, con niveles de hasta 3,4 ácaros/hoja y 2,9 ácaros/flor. Estos niveles del depredador consiguen una disminución significativa de la población de mosca blanca respecto al control (que alcanzó más de 55 ninfas/hoja) manteniéndose por debajo de 1,5 ninfas/hoja en todos los tratamientos con suelta de *A. swirskii*. El control de trips es satisfactorio en hojas llegando la plaga a un máximo de 0,22 trips/hoja en los tratamientos con depredador, significativamente menores que los 1,81 trips/hoja en el control. En flores, aun presentado diferencias significativas con el control, *A. swirskii* no consigue reducir totalmente la población de adultos de trips.

La efectividad mostrada por el ácaro depredador en el control de las dos especies plaga, y el hecho de la supervivencia del fitoseido en ausencia de las mismas, indica un gran potencial como complemento a las estrategias de control biológico que se emplean en la actualidad en invernaderos en algunas zonas del sureste de España.

J.E.BELDA, J.CALVO. Departamento I+D Koppert Biological Systems, S.L. Apartado de Correos 38. 04738 VÍCAR (Almería). E-mail: jbelda@koppert.es

**Palabras clave:** *Amblyseius swirskii*, depredador, Phytoseiidae. *Bemisia tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, control biológico, pimiento, semicampo.

### INTRODUCCIÓN

El pimiento es uno de los principales cultivos de invernadero en el sureste español, tanto en superficie como en producción (I.N.E., 2002). Diversos fitófagos pueden causar daños de importancia económica, pudiéndose destacar el trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande), tanto por sus daños directos como por su condición de vector del TSWV, la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) y la rosquilla verde *Spodoptera exi-*

*gua* (Hübner) (CABELLO *et al.*, 1990; LACASA *et al.*, 1991; BELDA, 1994). Un factor común a todas estas plagas es la problemática que plantea su control por medios exclusivamente químicos, debido fundamentalmente al desarrollo de algún tipo de resistencia a los insecticidas empleados (VIÑUELA, 1998; ELBERT y NAUEN, 2000; ESPINOSA *et al.*, 2002; MCCAFFERY *et al.*, 2003; SMAGGHE *et al.*, 2003).

En los últimos años se ha incrementado de forma espectacular la superficie de

pimiento de invernadero cultivada con control biológico de plagas. Un ejemplo de ello es la Región de Murcia (VAN DER BLOM, 2002), donde se desarrolla en la actualidad casi el 80% de la superficie de pimiento de invernadero con este tipo de manejo. Esta gran implantación del control biológico de plagas es consecuencia de la confluencia de diversos factores (CASTAÑÉ, 2002), entre los que destacan, la demanda por los consumidores de productos libres de residuos de fitosanitarios, la falta de eficacia de los tratamientos con productos químicos de síntesis y el establecimiento de protocolos de control biológico técnicamente eficaces y económicamente rentables. En este auge del control biológico en pimiento ha influido en gran manera la acción del afelínido parasitoide de mosca blanca, *Eretmocerus mundus* (Mercet) (CALVO *et al.*, 2002; STANSLY *et al.*, 2005) y la eficacia mostrada por el depredador de trips *Orius laevigatus* (Fieber) (SÁNCHEZ *et al.*, 1995; LACASA y SÁNCHEZ, 2002; LARA *et al.*, 2002). Ambas especies son actualmente los pilares del control integrado en cultivo de pimiento que desarrollan las diferentes empresas de lucha biológica (VAN DER BLOM, 2002; KOPPERT BS, sin publicar).

Sin embargo, en ciertas épocas del año o en ciertas áreas, como ocurre en los invernaderos de Almería donde el ciclo de cultivo de pimiento se inicia en verano, la presión de plagas desde el exterior del invernadero es muy alta. Esto, unido a las condiciones ambientales que resultan óptimas para el desarrollo de las especies plaga, hace que el control biológico ejercido por los parasitoides y depredadores que se utilizan en los programas de lucha biológica no resulte, en ocasiones, suficiente para alcanzar un control efectivo de la mosca blanca. Esta situación, unida a otros factores, ha provocado un retraso en el desarrollo de los programas de lucha biológica en los invernaderos de Almería (CASTAÑÉ, 2002).

La necesidad de soluciones biológicas integrales para aplicar en cultivo de

pimiento en las condiciones de invernadero, llevó a la búsqueda de nuevos agentes de control biológico, lo que propició la puesta en marcha de diversos proyectos de investigación para estudiar el potencial de otros artrópodos como agentes de control biológico. En uno de estos programas, NOMIKOU *et al.* (2001) comprobaron que el ácaro fitoseido *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) es una especie capaz de alimentarse de estados inmaduros de mosca blanca, mostrando un elevado potencial biótico con esta plaga como alimento. Otros autores ya habían señalado con anterioridad a este fitoseido como depredador de mosca blanca (TEICH, 1966; SWIRSKI *et al.*, 1967; SWIRSKI y AMITAL, 1997; GERLING *et al.*, 2001). La acción de este depredador, queda contrastada en posteriores trabajos que muestran su eficacia en la supresión de poblaciones de *B.tabaci* en cultivo de pepino (NOMIKOU *et al.*, 2002 y 2004) y en cultivos de pimiento en condiciones de semicampo y campo (HOOGEBRUGGE *et al.*, 2005). También aparecen referencias acerca de su capacidad de control sobre trips (VAN HOUTEN *et al.*, 2005), incluso en pimiento.

Estos trabajos preliminares, que indican la existencia de diversas especies plaga a las que puede depredar, su capacidad para usar el polen como fuente alternativa de alimento (SWIRSKI *et al.*, 1967; RAGUSA y SWIRSKI, 1975, 1977; MOMEN y EL-SAWAY, 1993; NOMIKOU *et al.*, 2002), y el hecho de que esta especie tiene un origen mediterráneo, nos permitieron pensar en *A. swirskii* como el candidato idóneo para complementar la acción del parasitoide *E. mundus* en el control de la mosca blanca *B. tabaci* y del depredador *O. laevigatus* para el control del trips *F. occidentalis* en los cultivos de pimiento en invernadero.

Con el fin de contrastar estos resultados, y comprobar la hipótesis anterior, se plantearon diversos ensayos para poder establecer la capacidad de instalación en el cultivo y la eficacia en el control de ambas plagas en pimiento en condiciones de semicampo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Instalaciones y cultivo:

El ensayo se realizó en las instalaciones de Koppert B.S. de Águilas (Murcia) en un invernadero tipo túnel de 40 x 10 m, con control de temperatura y humedad relativa. Se utilizaron 12 jaulas de 8 m<sup>2</sup> construidas con malla de nylon antitrips de 220 x 331  $\mu$ m de luz. El suelo estaba cubierto por una lámina de polietileno de 2 mm de espesor. En cada jaula se dispusieron 10 plantas de pimiento cv. Spiro (Figura 1), transplantadas en macetas de 6,3 l con fibra de coco como sustrato. El trasplante se realizó el 25 de mayo de 2005, momento en el que se introdujeron en las jaulas. Las labores de cultivo, riego y abonado fueron las típicas para este cultivo en la zona, realizándose mediante fertirrigación automatizada, sin poda y entutorado con hilo vertical.

### Diseño del experimento:

El diseño fue de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Las diferentes tesis ensayadas consistieron en un tratamiento control y 3 tratamientos con liberación de adultos de *Amblyseius swirskii*. Los tratamientos con liberación de *A. swirskii* se realizaron a una dosis de 25 ácaros/m<sup>2</sup> y 100 ácaros/m<sup>2</sup> con adición de adultos de *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis* (Tratamientos 25 As + P y 100 As + P). En otro tratamiento solamente se introdujo el depredador a una dosis de 100 ácaros/m<sup>2</sup> sin la adición de presas (Tratamiento 100 As). Las introducciones de adultos de *B. tabaci* y *F. occidentalis* se realizaron en 3 veces; la primera introducción de presas coincidió con el momento de plantación e introducción de las plantas de pimiento en las jaulas, realizándose 6 días antes de la única liberación del ácaro depre-



Figura 1. Plantas de pimiento en las instalaciones del ensayo

dador (día 0), a una dosis de 2 adultos de *B.tabaci* y 4 adultos de *F.occidentalis* por planta. Las otras dos introducciones de presas se ejecutaron 1 día y 8 días después de la introducción del depredador, a una dosis de 2 y 4 *B. tabaci* por planta respectivamente, siendo la dosis de *F. occidentalis* de 4 adultos por planta en estas dos introducciones. Esquemáticamente, las dosis de individuos introducidos en cada uno de los diferentes tratamientos se muestran en la Cuadro 1.

### Evaluación de las poblaciones:

Para valorar los niveles de población del depredador y la plaga, se realizaron recuentos semanales en los que se evaluaron el número de adultos y estados inmaduros de mosca blanca, trips y ácaros fitoseidos, seleccionando al azar 5 plantas por jaula, observando en cada una de ellas 3 hojas, pertenecientes a tres niveles (alto, medio y bajo) y una flor. Los recuentos se comenzaron a partir de la primera suelta de mosca blanca y trips y se continuaron durante 8 semanas.

### Análisis de los datos:

Los resultados de los ensayos fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza de dos vías y comparación de medias con el test de mínimas diferencias significativas. Para los análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS v. 12.0 (SPSS, 2004)



Figura 2. Individuos de *Amblyseius swirskii* refugiados entre los nervios de la hoja de pimiento.

## RESULTADOS

### Instalación del ácaro depredador:

*Amblyseius swirskii* fue encontrado sobre las hojas (Figura 2) y flores de las plantas de pimiento a partir de la semana siguiente a su liberación en los tres tratamientos donde se realizó su introducción. En hojas (Figura 3), los niveles poblacionales medios de inmaduros y adultos que se alcanzaron oscilaron entre 0,33 ácar./hoja en la dosis de 25 ácar./m<sup>2</sup> una semana después de la suelta, y el nivel máximo de 3,4 ácar./hoja seis semanas después de su suelta en este mismo tratamiento. En flores (Figura 4), los niveles alcanzados en la semana siguiente a su liberación fueron mayores, entre 0,66 ácar./flor en el tratamiento de 25 ácar./m<sup>2</sup>, y 2,25 ácar./flor en el trata-

Cuadro 1. Cronología de sueltas de depredador y presa en cada uno de los tratamientos, con indicación del día desde la liberación del depredador y dosis de suelta como número de adultos liberados por planta para presas y número de depredadores por m<sup>2</sup>.

Tratamientos	Días desde el inicio del ensayo (liberación del depredador)			
	-6	0	+1	+8
25 As + P	2 <i>B. tabaci</i> /planta	25 <i>A. swirskii</i> / m <sup>2</sup>	2 <i>B. tabaci</i> /planta	4 <i>B. tabaci</i> /planta
	4 <i>F. occidentalis</i> /planta		4 <i>F. occidentalis</i> /planta	4 <i>F. occidentalis</i> /planta
100 As + P	2 <i>B. tabaci</i> /planta	100 <i>A. swirskii</i> / m <sup>2</sup>	2 <i>B. tabaci</i> /planta	4 <i>B. tabaci</i> /planta
	4 <i>F. occidentalis</i> /planta		4 <i>F. occidentalis</i> /planta	4 <i>F. occidentalis</i> /planta
100 AS	-	100 <i>A. swirskii</i> / m <sup>2</sup>	-	-
Control	2 <i>B. tabaci</i> /planta	-	2 <i>B. tabaci</i> /planta	4 <i>B. tabaci</i> /planta
	4 <i>F. occidentalis</i> /planta		4 <i>F. occidentalis</i> /planta	4 <i>F. occidentalis</i> /planta

Cuadro 2. Número medio de inmaduros y adultos de *Amblyseius swirskii* por hoja de pimienta en los diferentes tratamientos. Valores seguidos por la misma letra en las filas no muestran diferencias significativas (ANOVA; MDS,  $P=0.05$ )

Semanas	Tratamientos			
	CONTROL	25 As + P	100 As + P	100 As
S0	0 a	0 a	0 a	0 a
S1	0 b	0,33 ab	0,59 a	0,41 ab
S2	0 b	0,35 ab	0,69 a	0,26 b
S3	0,06 c	0,46 ab	0,74 a	0,30 bc
S4	0,02 c	1,33 a	1,24 a	0,56 b
S5	0,06 c	1,37 ab	1,96 a	0,72 ab
S6	0,20 c	3,43 a	1,63 ab	0,89 bc
S7	1,04 b	2,52 a	1,76 ab	0,72 b
S8	2,69 a	2,54 a	1,02 b	0,65 b

miento de 100  $\acute{a}c./m^2$  sin presa, llegando al final del ensayo a unos valores de entre 2,1 y 2,9  $\acute{a}c./flor$  en los tres tratamientos con suelta de *A. swirskii*.

Tanto en hojas como en flores se produjo una contaminación de las jaulas control. En

hojas se detecta a partir de la semana 3, comenzando con unos niveles muy bajos que se hicieron muy importantes a partir de la semana 6, momento en el que se produce un crecimiento exponencial de la población del depredador como consecuencia de una res-

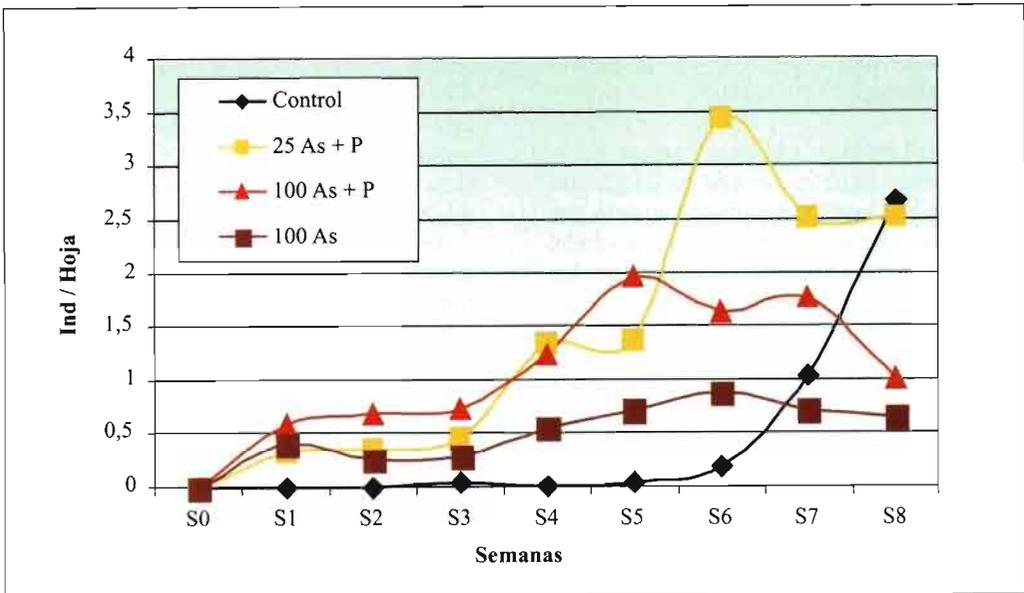


Figura 3. Evolución de las poblaciones de *Amblyseius swirskii* en hojas de pimienta a lo largo del ensayo en los diferentes tratamientos; control (Control), suelta de *A. swirskii* a una dosis de 25  $\acute{a}c./m^2$  con presa añadida (25 As+P), suelta de *A. swirskii* a una dosis de 100  $\acute{a}c./m^2$  con presa añadida (100 As+P) y suelta de *A. swirskii* a una dosis de 100  $\acute{a}c./m^2$  sin presa (100 As).

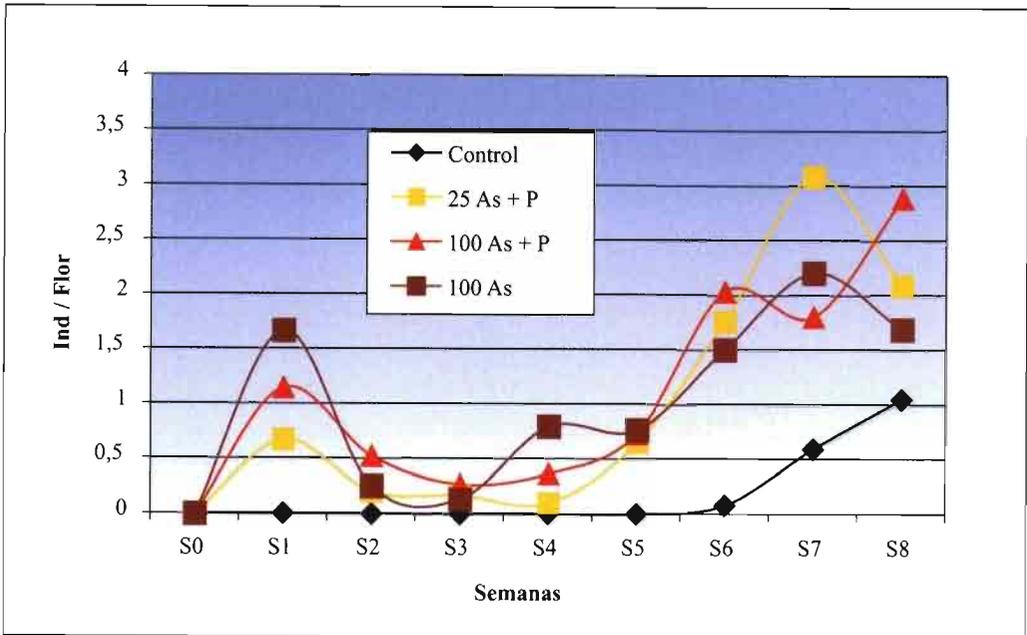


Figura 4. Evolución de las poblaciones de *Amblyseius swirskii* en flores de pimiento a lo largo del ensayo en los diferentes tratamientos: control (Control), suelta de *A. swirskii* a una dosis de 25  $\text{ác}/\text{m}^2$  con presa añadida (25 As+P), suelta de *A. swirskii* a una dosis de 100  $\text{ác}/\text{m}^2$  con presa añadida (100 As+P) y suelta de *A. swirskii* a una dosis de 100  $\text{ác}/\text{m}^2$  sin presa (100 As).

puesta a la alta disponibilidad de presas, como se discutirá más adelante.

#### Control de mosca blanca y trips:

La presencia de *A. swirskii* en las plantas de pimiento redujo significativamente las poblaciones de mosca blanca (Figuras 5A y 5B) y trips (Figura 6) en hojas. Para estados inmaduros de mosca blanca, el control ejercido por el depredador en hojas mantiene la población media de ninfas por debajo de 1,5 ind./hoja en todos los tratamientos en los que se suministró *A. swirskii*, mientras que en el tratamiento control, los niveles de plaga alcanzaron valores de hasta 55,1 ninfas/hoja. Para el número medio de adultos de mosca blanca por hoja, los niveles alcanzados en los tratamientos con presencia del depredador fueron menores siempre de 0,3 adultos/hoja, mientras que en el control, el máximo alcanzó valores medios de 13,7 adultos por hoja. El análisis estadístico de estos datos (Cuadro

3) muestra diferencias significativas entre el control y los tratamientos con *A. swirskii* a partir de la semana 2 y hasta el final del seguimiento (ANOVA; MDS,  $P=0.05$ ) tanto para el número medio de ninfas como para adultos de mosca blanca.

El efecto del ácaro depredador sobre el trips *F. occidentalis* se puso de manifiesto tanto en hojas como en flores, si bien en estas últimas las diferencias no fueron significativas en la totalidad de las semanas. En hojas (Figura 6), el número medio de larvas y adultos de trips fue significativamente mayor en el control en las semanas 2, 4 y sucesivas (ANOVA; MDS,  $P=0.05$ ), alcanzando un valor máximo de 1,81 trips/hoja en la semana 5. Los valores en los tratamientos con *A. swirskii* no superaron en ningún momento el valor de 0,23 trips/hoja. No se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos con distintas introducciones del ácaro depredador.

En flores, como debería esperarse por ser el hábitat preferente de la plaga, los valores del número de trips/flor fueron mayores que en hojas (Figura 7). Durante

todo el seguimiento los valores más altos aparecen en las jaulas del tratamiento control, alcanzando un valor máximo de 8,8 trips/flor en la semana 5. La evolución de

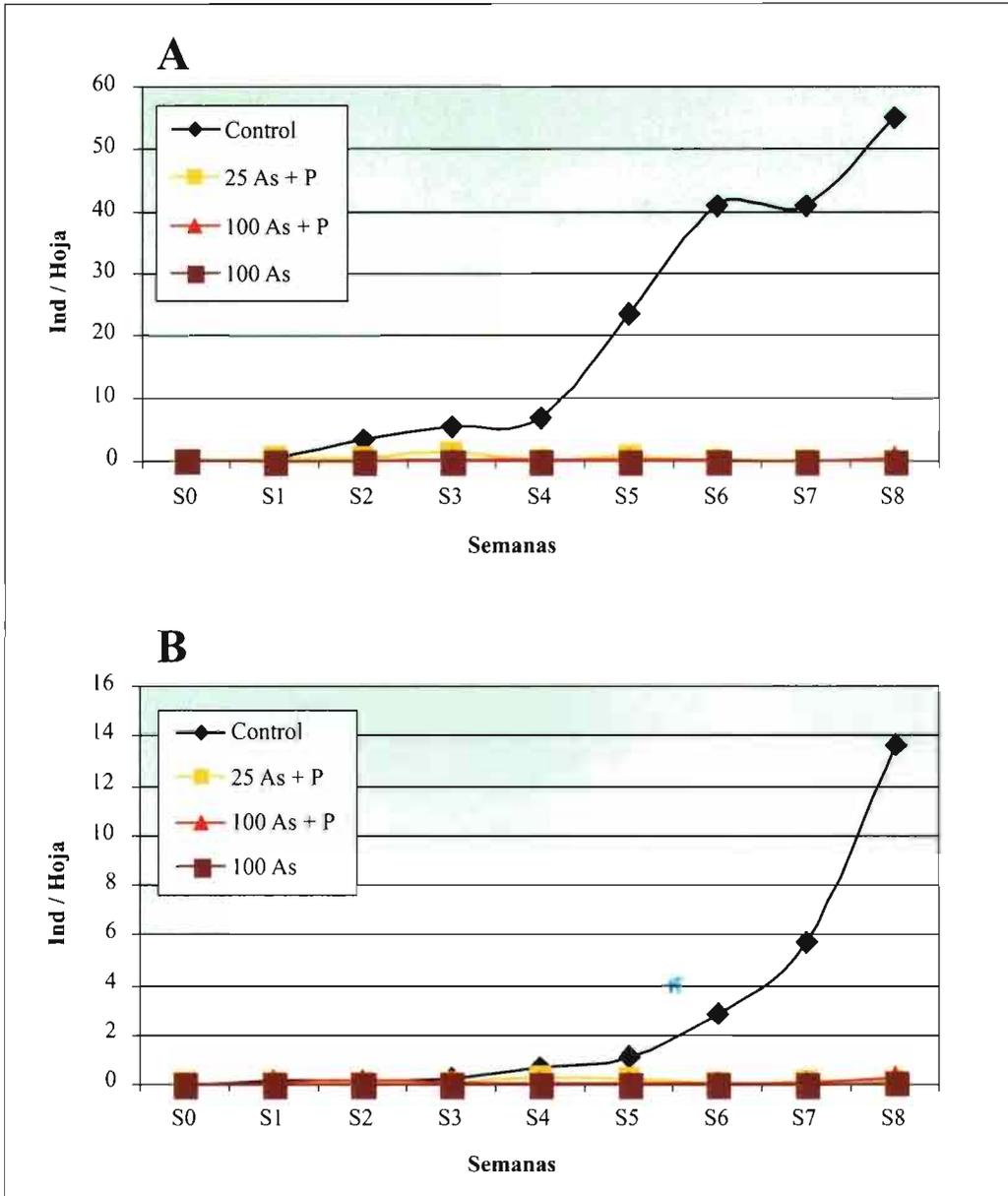


Figura 5. Evolución de la población de mosca blanca expresada como el número medio de ninfas (A) y de adultos (B) de *Bemisia tabaci* en hojas de pimiento en los diferentes tratamientos, a lo largo de las 8 semanas del ensayo.

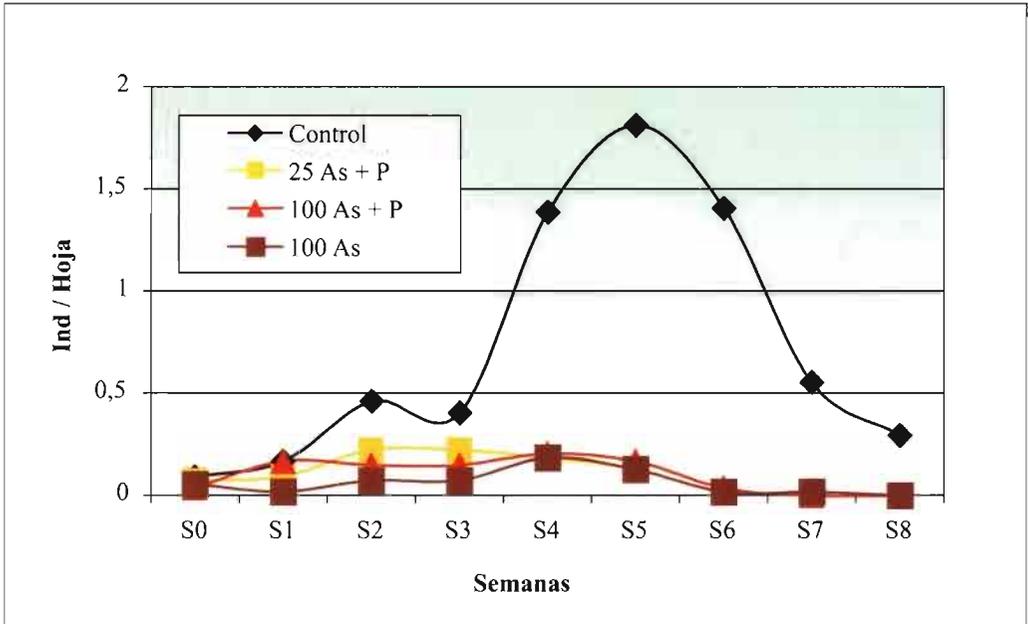


Figura 6. Valores medios del número de trips (larvas + adultos) en hojas en los diferentes tratamientos.

Cuadro 3. Número medio de ninfas de *Bemisia tabaci* por hoja de pimiento en los diferentes tratamientos. Valores seguidos por la misma letra en las filas no muestran diferencias significativas (ANOVA; MDS,  $P=0.05$ )

Semanas	Tratamientos			
	CONTROL	25 As + P	100 As + P	100 As
S0	0.09 a	0.06 a	0.02 a	0.19 a
S1	0.67 a	0.72 a	0.09 a	0.00 a
S2	3.54 a	0.56 b	0.07 b	0.07 b
S3	5.50 a	1.50 b	0.33 b	0.02 b
S4	7.07 a	0.43 b	0.37 b	0.02 b
S5	23.72 a	0.78 b	0.17 b	0.04 b
S6	41.11 a	0.35 b	0.15 b	0.02 b
S7	40.94 a	0.20 b	0.06 b	0.06 b
S8	55.15 a	0.11 b	0.57 b	0.02 b

las poblaciones de trips en los tratamientos en los que se soltó *A. swirskii* es bastante similar en las diferentes dosis, siguiendo una dinámica muy parecida, incluso en el tratamiento sin aportación de trips como presa (100 As), lo que indica una contaminación de las jaulas por adultos de trips en esta tesis.

A pesar de la evolución similar de la población de trips en flores en todos los tratamientos, el análisis de varianza muestra diferencias significativas entre el control y las tesis con sueltas de *A. swirskii* en algunas semanas (Cuadro 4). Estas diferencias aparecen a partir de la segunda semana entre el control y el tratamiento con 100 ácaros/m<sup>2</sup>,

siendo la semana siguiente significativamente mayor en el control que en todos los tratamientos en los que se liberó *A. swirskii*.

**DISCUSIÓN**

**Instalación del ácaro depredador:**

Al observar las gráficas de evolución del depredador (Figuras 3 y 4) puede apreciarse que la población fue estableciéndose en las hojas y flores de pimienta, tanto en aquellos tratamientos en los que se les suministraron presas, como en el tratamiento sin liberación de presas, cuya alimentación principal fue polen como alternativa a las presas, acción constatada en trabajos anteriores (SWIRSKI *et al.*, 1967; RAGUSA y SWIRSKI, 1977; RAMAKERS, 1990; NOMIKOU *et al.*, 2002; VAN HOUTEN *et al.*, 2005). Sin embargo, el crecimiento y niveles poblacionales totales fueron mayores en aquellos tratamientos en los que el depredador disponía de mosca blanca y trips en las hojas como alimento, quedando en la tesis de 100 ácaros/m<sup>2</sup> sin presa por debajo de 1 ácaro/hoja durante todo el período

del ensayo, mientras que en los tratamientos con presa este nivel llegó hasta 3,42 y 1,96 ácar./hoja en las tesis de suelta de 25 y 100 ácar./m<sup>2</sup> con adición de presa, respectivamente. Este hecho de la alimentación alternativa con polen, queda constatado al observar los niveles poblacionales en flores (Figura 4), donde no se aprecian diferencias significativas hasta la semana 5 (ANOVA;  $P=0.05$ ) entre los diferentes tratamientos de suelta, sea con presencia de presas o en ausencia de ellas.

En general, los niveles de población del ácaro alcanzados en este ensayo, son algo inferiores a los que se obtuvieron en ensayos de semicampo y campo realizados también en cultivo de pimienta por diferentes autores. En los ensayos de VAN HOUTEN *et al.*(2005) se alcanzaron valores cercanos a 6 ácaros por hoja durante varias semanas, al igual que ocurrió en los trabajos desarrollados por HOOGERBRUGGE *et al.*(2005). En otros ensayos complementarios a éste realizados por Calvo y Belda (datos sin publicar) con las mismas condiciones de semicampo,

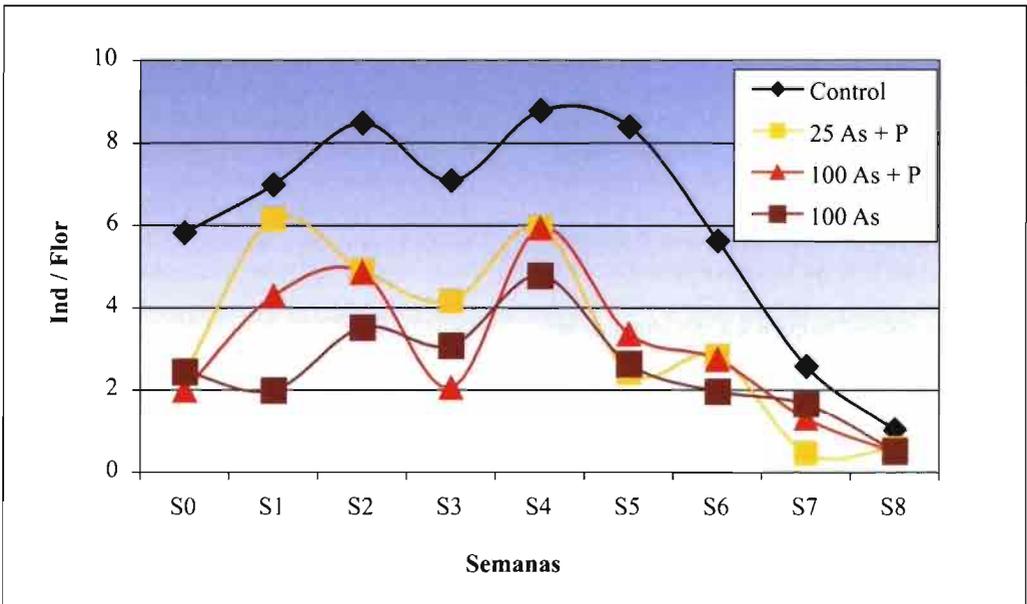


Figura 7. Número medio de trips (larvas + adultos ) en flores para cada tratamiento.

Cuadro 4. Número medio de trips por flor (larvas+adultos) en los diferentes tratamientos. Valores seguidos por la misma letra en las filas no muestran diferencias significativas (ANOVA; MDS,  $P=0.05$ )

Semanas	Tratamientos			
	CONTROL	25 As + P	100 As + P	100 As
S0 (*)	5.83	2.40	2.00	2.45
S1 (*)	7.00	6.17	4.29	2.00
S2	8.50 a	4.92 ab	4.86 b	3.52 ab
S3	7.10 a	4.17 b	2.07 c	3.08 bc
S4 (*)	8.80	5.97	5.93	4.79
S5	8.41 a	2.43 b	3.37 b	2.64 b
S6	5.64 a	2.84 b	2.75 b	1.97 b
S7	2.59 a	0.48 b	1.31 ab	1.67 ab
S8 (*)	1.04	0.59	0.48	0.52

(\*) Diferencias no significativas (ANOVA.  $P=0.05$ )

el número de ácaros por hoja se elevó a más de 12 fitoseidos/hoja en algunas semanas.

La instalación del depredador es progresiva y constante durante las semanas que ha durado el ensayo. Al comparar el nivel de presencia de esta especie en cultivo de pimiento con los obtenidos con otros ácaros fitoseidos, los trabajos de VAN HOUTEN *et al.* (2005), en este caso alimentándose de trips, muestran que esta especie tiene una instalación en hojas mejor que otras especies de fitoseidos como *Iphiseius degenerans* (Berlese) y *Amblyseius andersoni* (Chant), y algo inferior que *A. cucumeris* (Oudemans).

Al comparar los niveles de población en hojas según las diferentes dosis de suelta (Cuadro 2), se aprecia que al principio del ensayo las diferencias entre tratamientos son muy ligeras hasta la tercera semana del seguimiento, momento en el que comienza a ser significativamente mayor el número medio de depredadores por hoja en los tratamientos en los que se añadieron presas, hasta la semana 6. En esta semana, los mayores valores son alcanzados en el tratamiento con suelta de 25 ácaros/m<sup>2</sup> + presa, superior que el alcanzado con la dosis mayor. Esta dinámica de población puede explicarse cuando se observan los valores de plaga en cada uno de estos tratamientos (Cuadro 3); en el tratamiento con una dosis mayor del depredador, la supresión de la presa es más rápida que en el tratamiento con suel-

ta de 25 ácaros/m<sup>2</sup>, y por tanto el crecimiento de población del depredador se ralentiza, a pesar de la disponibilidad de polen para alimentarse, mientras que en el tratamiento con la dosis mas baja, hay presa disponible durante más tiempo y la población se incrementa muy rápidamente, debido al alto potencial biótico de esta especie cuando se alimenta de mosca blanca (TEICH, 1966, SWIRSKII y AMITAL, 1997; NOMIKOU *et al.*, 2001 y 2004). Este hecho se ve corroborado también al observar la respuesta de la población del depredador a la presencia de suficientes presas en las jaulas control, cuando estas se ven contaminadas por *A. swirskii*. La introducción del depredador en las jaulas control que tienen una gran infestación de *Bemisia tabaci*, permiten un crecimiento exponencial de la población del fitoseido a partir de la semana 6, llegando incluso a superar el valor alcanzado en el tratamiento con suelta de 25 ácaros/m<sup>2</sup> + P (Figura 3).

#### Control de mosca blanca y trips:

El control ejercido por *A. swirskii* sobre mosca blanca permite mantener unos niveles de población muy bajos, sin ninguna presencia de lesiones o daños indirectos, realizando por tanto un control eficaz de esta plaga. Los resultados obtenidos en el presente ensayo coinciden con los obtenidos por NOMIKOU *et al.* (2001 y 2004), quien ya había apuntado que *A. swirskii* era capaz de suprimir eficaz-

mente poblaciones de *B. tabaci*, tras realizar diversas experiencias en condiciones de laboratorio. Por otro lado, la eficacia mostrada por *A. swirskii* en el presente trabajo sería semejante a la mostrada por *E. mundus* en un estudio también realizado bajo condiciones de semicampo en pimiento (STANSLY *et al.*, 2005). Estos autores, con una infestación inicial de 6 adultos de *B. tabaci*/planta y mediante 6 introducciones de 1.5 *E. mundus*/m<sup>2</sup> consiguieron reducir la población de *B. tabaci* en un 93 % respecto de un tratamiento control sin introducción del parasitoide. *E. mundus* es actualmente uno de los agentes de control biológico más eficaces para el control de *B. tabaci* que se libera comercialmente (URBANEJA *et al.*, 2003) y del cual se tienen multitud de resultados que muestran su eficacia frente a *B. tabaci* en condiciones de campo (CALVO *et al.*, 2002; TÉLLEZ *et al.*, 2003; STANSLY *et al.*, 2005). Considerando los resultados aquí obtenidos, podría esperarse que *A. swirskii* pudiera contribuir eficazmente al control de *B. tabaci* en condiciones de campo si fuese capaz de establecerse satisfactoriamente en dichas condiciones.

Según los resultados de este ensayo, el grado de establecimiento de *A. swirskii* en el cultivo no permite el desarrollo de la plaga. *A. swirskii* se alimenta de huevos y primer estadio larvario de *B. tabaci* (NOMIKOU, 2001), estadio que según los resultados del presente trabajo controlaría perfectamente.

Por su parte, el parasitoide *E. mundus* parasita eficazmente los estadios más avanzados de *B. tabaci*, mostrando preferencia por las ninfas en estadio N<sub>2</sub>-N<sub>3</sub> (GERLING y FRIED, 2000; URBANEJA y STANSLY, 2004). Resultaría pues interesante la combinación de ambos, puesto que podría facilitar un control más rápido de las poblaciones de *B. tabaci*. Estas premisas deberán abordarse en el futuro mediante ensayos con sueltas del depredador en invernaderos comerciales en los que se practiquen conjuntamente estrategias de sueltas de *E. mundus*.

En cuanto al control de *Frankliniella occidentalis*, los resultados no muestran una reducción de trips que represente un control total de esta plaga en flores. Debemos tener en cuenta que la alimentación de los fitoseidos se realiza sobre larvas de trips, lo que explica los valores más elevados de la población total de adultos más larvas. Cuando observamos los porcentajes de adultos y larvas que aparecen en los diferentes tratamientos (Cuadro 5) podemos comprobar que en los tratamientos con *A. swirskii* más suelta de presa, casi todos los individuos son adultos, con porcentajes de 81,1 y 87,4, siendo mayores que en el control, lo que indica la acción que están ejerciendo los ácaros depredadores sobre las larvas de *Frankliniella occidentalis*.

Los niveles de población de trips alcanzados en flores son muy similares a los que

Cuadro 5. Porcentaje de adultos sobre el total de individuos de trips en flores para los diferentes tratamientos

Semanas	Tratamientos			
	CONTROL	25 As + P	100 As + P	100 As
S0	71.43	66.67	83.33	25.00
S1	82.14	91.89	96.67	88.89
S2	58.82	76.42	91.18	86.21
S3	54.93	51.20	83.87	45.74
S4	57.27	84.92	76.40	74.71
S5	82.38	91.07	92.08	77.01
S6	56.74	85.92	77.92	90.00
S7	68.42	81.82	85.29	91.43
S8	64.00	100	100	40.00
<b>Promedio</b>	<b>66,24</b>	<b>81,10</b>	<b>87,42</b>	<b>68,78</b>

muestran los resultados de VAN HOUTEN *et al.* (2005) en el mismo cultivo en ensayo de semicampo, y ligeramente inferiores a los alcanzados cuando se aplicó *Amblyseius cucumeris* a dosis comercial. En condiciones de campo, en ese mismo trabajo se muestran unos valores similares en cuanto al número de *A. swirskii* por flor, pero unos valores más bajos del número de trips, significativamente menores que los del control, que llegó a más de 20 individuos/flor. Además, *A. swirskii* fue el fitoseido ensayado que más redujo las poblaciones de trips en flores comparado con *A. cucumeris*, *A. andersoni* y con *Iphiseius degenerans*.

Aunque los resultados muestran que *A. swirskii* aún disminuyendo la población de trips en flores, no es suficiente para realizar un control total de la plaga, y teniendo en cuenta como ya hemos comentado, que la utilización de *Orius laevigatus* es un práctica habitual en los programas de lucha integrada en pimiento, y su hábitat preferente son las flores donde ejerce control de larvas y adultos de trips (SÁNCHEZ *et al.*, 1995 y 1997; LARA *et al.*, 2002; VAN DER BLOM, 2002), la utilización de *A. swirskii* complementaría la acción del antocórido para controlar trips en hojas.

Como consideración final, podemos concluir que *Amblyseius swirskii* realiza un

control muy efectivo sobre mosca blanca en cultivo de pimiento con las dosis de suelta ensayadas y que aunque el control de trips es patente en hojas, en flores no reduce significativamente las poblaciones de esta plaga. Los resultados de este ensayo preliminar en condiciones de semicampo, son muy satisfactorios y dirigen las futuras investigaciones a seguir ensayando este nuevo depredador en condiciones de campo para poder incluirlo en las estrategias de control integrado en cultivos de pimiento en invernaderos en el sureste de España. Este ácaro presenta además la capacidad de alimentarse de una fuente alternativa de alimento como es el polen, como ya fue señalado por HOOGERBRUGGE *et al.*, (2005), posibilitando su introducción preventiva en el cultivo de pimiento, lo cual podría resultar beneficioso para obtener un control más eficaz tanto de *B. tabaci* como de *F. occidentalis*. Además, a diferencia de otros enemigos naturales de *B. tabaci*, *A. swirskii* puede sobrevivir en el cultivo sin plaga o con niveles muy bajos de la misma. La integración de este depredador con los agentes de control biológico actualmente disponibles, puede facilitar aún más el desarrollo de los programas de lucha integrada en cultivos de pimiento en invernaderos.

#### ABSTRACT

BELDA J.E., J. CALVO. 2006. Efficacy of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) in the biological control of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) in sweet pepper under semi-field conditions. *Bol. San. Veg. Plagas*.32: 283-296.

*Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) is a phytoseid predatory mite that has been tested by some authors in laboratory and field trials eating on different pest species in various crops, showing a great efficacy controlling whiteflies and thrips.

In this work, we prepared a semi-field trial where we released the predatory mites at a dose of 25 and 100 mites/m<sup>2</sup> supported by prey, and 100 mites/m<sup>2</sup> without prey release. The results show a good establishment of the predatory mite in all treatments, finding until 3.4 mites/leaf and 2.9 mites/flower. These levels are able to reduce significantly the whitefly population compared with control (the control rose until more than 55 nymphs/leaf), founding below 1.5 nymphs/leaf in all the treatments where *A. swirskii* was released. The thrips control was satisfactory in leaves, reaching the pest a maximum of 0.22 thrips/leaf in the treatments that included the predatory mites, significantly lower than 1.81 thrips/leaf in the control. In flowers, in spite of significant differences with control, *A. swirskii* was not able to reduce completely the adult thrips population.

The efficacy showed by the predatory mite in the control of two pests, and the fact that mites can survive without preys eating on pollen, point to a great potential as sup-

port to the biological control strategies used actually in greenhouses in some areas in Southeast Spain.

**Key words:** *Amblyseius swirskii*, predatory mite, Phytoseiidae, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, biological control, sweet pepper, semifiel.

## REFERENCIAS

- BELDA, J.E., 1994. *Biología, ecología y control de Spodoptera exigua Hübner (Lep.: Noctuidae) en cultivo de pimiento en invernadero*. Tesis Doctoral. Univ. Granada. 186 pp.
- CABELLO, T.; SÁEZ, E.; GÓMEZ, V.; ABAD, M.M.; BELDA, J., 1990. Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. *Agrícola Vergel*, **104**: 640-646.
- CALVO, J.; LEÓN, P.; GIMÉNEZ, A.; STANSLY, P., 2002. Control biológico de *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) mediante sueltas de *Eretmocerus mundus* y *E. eremicus* (Hym.: Aphelinidae). *Terralia*, **30**: 60-68.
- CASTAÑE, C., 2002. Status of biological and integrated control in greenhouses vegetables in Spain: Successes and challenges. *IOBC/WPRS Bull.*, **25**(1): 49-52.
- ELBERT, A.; NAUEN, R., 2000. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in Southern Spain with special reference to neonicotinoids. *Pest Manag. Sci.*, **56**: 60-64.
- ESPINOSA, P.J.; BIELZA, P.; CONTRERAS, C.; LACASA, A., 2002. Insecticide resistance in field populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in Murcia (south-east Spain). *Pest Manag. Sci.*, **58**: 967-971.
- GERLING, D.; FRIED, R., 2000. Biological studies with *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) in Israel. *OILB/SROP Bull.*, **23**: 117-123.
- GERLING, D.; ALOMAR, O.; ARNÓ, J., 2001. Biological Control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. *Crop Protection*, **20**: 779 - 799.
- HOOGERBRUGGE, H.; CALVO, J.; VAN HOUTEN, Y.; BOLCKMANS, K., 2005. Biological control of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* with the predatory mite *Amblyseius swirskii* in sweet pepper crops. *IOBC/WPRS Bull.*, **28** (1): 119-122.
- I.N.E., 2002. [http://www.ine.es/inebase/menu6\\_agr.htm](http://www.ine.es/inebase/menu6_agr.htm) (14/12/2005).
- KOPPERT (Sin publicar). *Protocolo de Control Integrado en cultivo de pimiento en invernadero*. Documento interno, 7 pp.
- LACASA, A.; SÁNCHEZ, J.A., 2002. El estado actual del control integrado de los tisanópteros en cultivos de invernadero. La situación del pimiento. *Phytoma - España* 135: 101-105.
- LACASA, A.; TORRES, J.; MARTÍNEZ, M.C., 1991. La implicación de *Frankliniella occidentalis* en la disseminación del virus del bronceado del tomate (TSWV) en los cultivos Murcianos. *Agrícola Vergel*, Abril: 203 - 209.
- LARA, L.; VAN DER BLOM, J.; URBANEJA, A., 2002. Instalación, distribución y eficacia de *Orius laevigatus* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae), en invernaderos de pimiento en Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 251-261.
- MCCAFFERY, A. R.; SLATER, R.; SENN, R.; LÓPEZ, A.A.; MARQUINEZ, J.; LÓPEZ DE HIERRO, N.; BELDA, J.E.; ALARCÓN VERA, A.L.; FERNÁNDEZ, P.; ALCÁZAR, M.D.; EGEA, D., 2003. Control of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) in covered vegetables in southern Spain: latest findings and revised Insecticide Resistance Management guidelines. *Abstract 3rd International Bemisia Workshop*. Barcelona (Spain). 17-20 March 2003. P.118.
- MOMEN, F.M.; EL-SAWAY, S.A., 1993. Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: phytoseiidae). *Acarologia* **34**(3): 199-204.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W., 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Exp. Appl. Acarol.* **25**: 271-291.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W., 2002. Phytoseiid predators suppress population of *Bemisia tabaci* in the presence of alternative food. *Exp. Appl. Acarol.* **27**: 57-68.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W., 2003. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Exp. Appl. Acarol.* **31**: 15- 26.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W., 2004. Vulnerability of *Bemisia tabaci* immatures to phytoseiid predators: Consequences for oviposition and influence of alternative food. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **110**.
- RAGUSA, S.; SWIRSKI, E., 1975. Feeding habits, development and oviposition of the predacious mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on pollen of various weeds. *Israel Journal of Entomology* **10**: 93-103.
- RAGUSA, S.; SWIRSKI, E., 1977. Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, variability and fecundity of the predacious mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs. *Entomophaga* **22**(4): 383-392.
- RAMAKERS, P.M.J., 1990. Manipulation of Phytoseiid thrips predators in the absence of thrips. *IOBC/WPRS Bull.* **13**: 169-172.
- SÁNCHEZ, J.A.; CONTRERAS, J.; LACASA, A.; LORCA, M., 1995. Datos preliminares sobre la utilización de *Orius laevigatus* (Fieber) en el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en pimiento en invernadero. *Phytoma-España* **65**: 32-38.
- SMAGGHE, G.; PINEDA, S.; CARTON, B.; DEL ESTAL, P.; BUDÍA, F.; VIÑUELA, E., 2003. Toxicity and kinetics of methoxyfenozide in greenhouse-selected *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest. Manag. Sci.*, **59**: 1203-1209.

- STANSLY, P.A.; CALVO, F.J.; URBANEJA, A., 2005. Augmentative biological control of *Bemisia tabaci* biotype "Q" in Spanish greenhouse pepper production using *Eretmocerus* spp. *Crop protection* 24: 829 – 835.
- SWIRSKI, E.; AMITAI, S.; DORZIA, N., 1967. Laboratory studies on the feeding, development and reproduction of the predaceous mites *Amblyseius rubini* Swirskii and Amitai and *Amblyseius swirskii* Athias (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. *Israel, J. Agric. Res.* 17: 101-118.
- SWIRSKII, E.; AMITAI, S., 1997. Annotated list of phytoseiid mites (Mesogtigmata: Phytoseiidae) in Israel. *Israel Journal of Entomology* 31, 21-46. Teich, Y., 1967. Mites of the family phytoseiidae as predators of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius. *Israel J. Agric. Res.* 16:3, 141-142.
- TÉLLEZ M<sup>a</sup>.M.; LARA, L.; STANSLY, PH.; URBANEJA, A., 2003. *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae), parasitoide autóctono de *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae): Primeros resultados de eficacia en judía. *Bol. San. Veg. Plagas* 29: 511-522.
- URBANEJA, A.; TAPIA, G.; FERNÁNDEZ, E.; SÁNCHEZ, E.; CONTRERAS, J.; BIELZA, P.; STANSLY, P.A., 2003. Influence of the prey on the biology of *Nesidiocoris tenuis* (Hem.: Miridae). *IOBC/WPRS Bull.* 26 (10): 159.
- URBANEJA, A.; STANSLY, P.A., 2004. Host suitability of different instars of the whitefly *Bemisia tabaci* "biotype Q" for *Eretmocerus mundus*. *Biocontrol* 49: 153-161.
- VAN DER BLOM, J., 2002. La introducción artificial de la fauna auxiliar en cultivos agrícolas. *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 109-120.
- VAN HOUTEN, Y.M.; OSTLIE, M.L.; HOOGEBRUGGE, H.; BOLCKMANS, K., 2005. Biological control of western flower thrips on sweet pepper using the predatory mites *Amblyseius cucumeris*, *Iphiseius degenerans*, *A. andersoni* and *A. swirskii*. *IOBC/WPRS Bull.* 28(1).283-286.
- VIÑUELA, E., 1998. Insecticide resistance in horticultural pests in Spain. In: *Pesticide resistance in horticultural crops*. Proceedings ENMARIA workshop: 19-29. Cuadrado, J.M<sup>a</sup>, Viñueña E., eds., Almería, Spain.

(Recepción: 17 enero 2006)

(Aceptación: 3 mayo 2006)