

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos**  
**Máster en Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales**



**Eficacia del depredador *Euseius stipulatus*  
(Acari: Phytoseiidae) sobre el ácaro invasor  
*Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae)  
en cítricos**

**TESIS DE MÁSTER**

**Autor: Agustín Garzón Hidalgo**  
**Director: Francisco Ferragut Pérez**

**Valencia, julio de 2010**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

MÁSTER EN PRODUCCIÓN VEGETAL Y ECOSISTEMAS  
AGROFORESTALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

**Eficacia del depredador *Euseius stipulatus*  
(Acari: Phytoseiidae) sobre el ácaro invasor  
*Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae)  
en cítricos**

**TESIS DE MÁSTER**

Autor: **Agustín Garzón Hidalgo**  
Director: **Francisco Ferragut Pérez**

**Valencia, julio de 2010**



*A los que me quieren*

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, quiero agradecer la oportunidad de haber podido realizar las investigaciones de esta tesis de máster en las instalaciones del Instituto Agroforestal del Mediterráneo (UPV). Ha sido un placer compartir espacio de trabajo con gente tan buena.

Gracias a mi director de tesis de máster, el Dr. Francisco Ferragut, por los conocimientos transmitidos y por depositar en mí su confianza.

Gracias a la Dra. Paloma Pérez y a la Dra. Cristina Gómez, por su ayuda y sus consejos.

Gracias a todos los profesores del Máster en Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales por sus enseñanzas.

Gracias a mis compañeros de máster por su buena acogida y experiencias compartidas.

Gracias a la Fundación “la Caixa” por financiar mis estudios.

Y por último, pero no por ello menos importante, gracias a mis padres, hermano y familia, y por extensión a todos los que me quieren.

## RESUMEN

El ácaro rojo oriental *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae) es una plaga importante en cítricos, aunque también se ha citado causando daños en otros cultivos como vid, algodón, melocotonero y peral. Presenta una amplia distribución a lo largo de todo el mundo y fue introducido en el sur de España en el año 2001. A partir de ahí se extendió hacia el norte, alcanzando las regiones cítricas del sur de la Comunidad Valenciana, la principal zona productora de España. En esta área el ácaro fitoseido predominante es *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae), el cual desempeña un papel crucial en el control del ácaro rojo de los cítricos *Panonychus citri*.

Para determinar el potencial depredador de *E. stipulatus* sobre *E. orientalis*, se evaluaron en ensayos de laboratorio el tiempo de desarrollo, la supervivencia y la fecundidad durante los primeros siete días del periodo reproductivo, bajo unas condiciones constantes ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , HR  $65 \pm 5\%$ , fotoperiodo 16L: 8O h). Los ácaros se mantuvieron en unidades de ensayo individuales, alimentados *ad libitum* con una mezcla de estadios de desarrollo de la presa. El tiempo de desarrollo de huevo a adulto fue  $6,6 \pm 0,7$  días en las hembras y  $6,3 \pm 0,9$  días en los machos, con una supervivencia de los inmaduros del 35%. La mortalidad en los estadios inmaduros fue mayor durante el periodo larvario (52,3%) y decreció progresivamente en los estadios de protoninfa (26,2%) y deutoninfa (21,5%). El porcentaje de hembras fértiles fue aproximadamente del 55%. Se produjo una variación considerable entre hembras adultas en lo referente a la duración del periodo de prepuesta y a la tasa de fecundidad. El periodo medio de prepuesta ( $3,32 \pm 1,95$  días) fue anormalmente largo, variando desde 2 hasta 6 días. La supervivencia de las hembras adultas al término de los siete días fue del 27%. La fecundidad total fue muy baja, tomando un valor medio de  $1,18 \pm 1,66$  huevos/hembra, con una tasa media de puesta de  $0,50 \pm 0,37$  huevos/hembra/día. La proporción de sexos de la descendencia fue 44,8% de hembras y 55,2% de machos. Durante los ensayos se observó la presencia de una coloración blanquecina en el opistosoma de muchos individuos inmaduros y adultos provocada por la acumulación de importantes cantidades de cristales de guanina en el aparato excretor, lo cual afectaba a su desarrollo. Asimismo, se comprobó que algunas hembras fecundadas retenían el huevo en su interior hasta el punto de permitir el completo desarrollo de la larva antes de la

puesta. Este complejo de síntomas ha sido asociado por algunos autores con unas condiciones alimentarias deficientes.

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que *E. stipulatus* es capaz de completar su ciclo de desarrollo cuando se alimenta con *E. orientalis*, a pesar de su elevada mortalidad. Sin embargo, sus parámetros reproductivos son muy bajos, con una producción de huevos muy escasa, indicando que esta presa no es un alimento adecuado para el depredador. En el caso de producirse una rápida expansión de la plaga hacia el resto de las regiones citrícolas españolas sería necesaria la utilización de acaricidas para su control, lo que afectaría a los actuales programas de Control Integrado de Plagas en cítricos, donde la conservación de *E. stipulatus* es clave para mantener bajos niveles poblacionales del ácaro rojo *P. citri*.

**Palabras clave:** ácaro rojo oriental, fitoseidos, control biológico, cítricos, España

## ABSTRACT

The Oriental red mite *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae) is an important pest of citrus but it has also been reported causing damage in grapevine, cotton, peaches and pears. It presents a worldwide distribution and it was found by the first time in Southern Spain in 2001. Subsequently it spread to the north, reaching the southern citrus crops of the Comunidad Valenciana, the main productive citrus region in Spain. In this area the predominant phytoseiid mite is *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae) which plays an important role keeping the Citrus red mite *Panonychus citri* under control.

In order to verify the predatory potential of *E. stipulatus* on *E. orientalis*, developmental time, survivorship and oviposition rate of females on the first seven days of the reproductive period were studied under constant laboratory conditions ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , RH  $65 \pm 5\%$ , photoperiod 16L: 8D h). Mites were kept individually at rearing units with a mixture of developmental stages of prey *ad libitum*. Developmental time from egg to adult was  $6.6 \pm 0.7$  days for females and  $6.3 \pm 0.9$  for males, with an immature survival of 35%. The mortality of immature stages was higher during larval period (52.3%) and progressively decreased in protonymphal (26.2%) and deutonymphal stages (21.5%).

The percentage of fertile females was about 55%. There was considerable variation between individual females in both their preoviposition period and fecundity rate. Preoviposition period ( $3.32 \pm 1.95$  days) was abnormally long and ranged from 2 to 6 days. Survivorship of adult females at the end of the seven days was 27%. Total fecundity was very low, reaching  $1.18 \pm 1.66$  eggs/female, with a rate of  $0.50 \pm 0.37$  eggs/female/day. Sex ratio of the offspring generation was 44.8% of females and 55.2% of males. During the trials we observed the presence of white coloration in the opisthosoma of many immature stages and adults caused by large amounts of guanine crystals inside the excretory system which could affect the mite's performance. We also checked the reproductive state of adult females, finding out that some individuals retained the egg inside their body allowing the complete development of the larva before the oviposition. These symptoms have been related by some authors to a deficient diet.

These results clearly show that *E. stipulatus* is able to complete its life cycle when feeding on *E. orientalis*, despite the high mortality, but its reproductive parameters are very low and the production of eggs almost null, indicating that this prey is not a suitable food for the predatory mite. In the worst case scenario the spread of the pest throughout the whole citrus production area may disrupt the implementation of IPM programs where *E. stipulatus* is a key natural enemy of Citrus red mite.

**Key-words:** Oriental spider mite, Phytoseiid mites, Biological control, Citrus, Spain

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	9
2.1. <i>Cría de Eutetranychus orientalis</i> .....	9
2.2. <i>Cría de Euseius stipulatus</i> .....	9
2.3. <i>Metodología de los ensayos de tiempo de desarrollo</i> .....	10
2.4. <i>Metodología de los ensayos de fecundidad</i> .....	12
2.5. <i>Análisis de los datos</i> .....	13
<b>3. RESULTADOS</b> .....	14
3.1. <i>Supervivencia y tiempo de desarrollo de E. stipulatus alimentado con E. orientalis</i> .....	14
3.2. <i>Supervivencia y fecundidad de las hembras de E. stipulatus alimentadas con E. orientalis</i> .....	16
3.3. <i>Síntomas patológicos que se aprecian en las hembras</i> .....	18
<b>4. DISCUSIÓN</b> .....	21
<b>5. REFERENCIAS</b> .....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

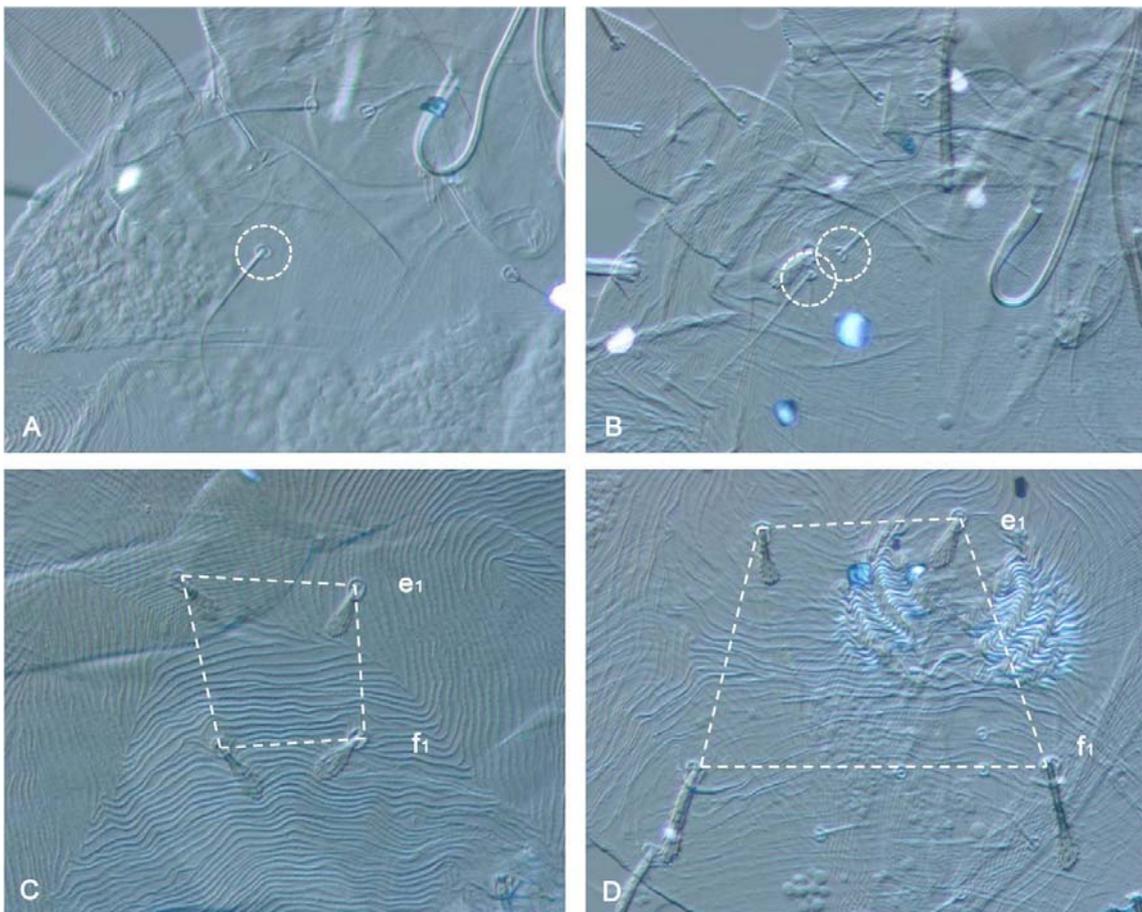
Los ácaros fitófagos de la familia de los tetraníquidos (Acari: Tetranychidae) son los más perjudiciales en los cultivos a nivel mundial (Jeppson *et al.*, 1975). En los cítricos se han citado 60 especies, aunque algunas de ellas tan sólo aparecen de forma ocasional, sin alcanzar el nivel de plaga (Pritchard y Baker, 1955; Smith-Meyer, 1987; Bolland *et al.*, 1998; Migeon y Dorkeld, 2009; Vacante, 2010), siendo las de los géneros *Eutetranychus* Banks, *Panonychus* Yokoyama, *Eotetranychus* Oudemans y *Tetranychus* Dufour las que afectan en mayor medida a la producción (Vacante, 2010). Todos ellos se alimentan de las células epidérmicas y parenquimáticas de hojas y frutos, produciendo decoloraciones, manchado, desecación y defoliación. Los daños son más graves cuando afectan a los frutos, ya que inciden directamente en su valor comercial. Hasta ahora, en España son dos las especies que destacaban por su importancia económica dentro de las zonas de producción cítrica, la araña roja *Tetranychus urticae* Koch, que afecta principalmente a los clementinos de la Comunidad Valenciana y el ácaro rojo de los cítricos *Panonychus citri* (McGregor) distribuido por toda la zona cítrica española y que constituye una plaga de naranjos dulces y limoneros.

En los últimos años se han citado en diferentes zonas cítricas de Andalucía dos nuevos tetraníquidos que están causando daños significativos. Ambas especies del género *Eutetranychus* se han identificado como ácaro rojo oriental *Eutetranychus orientalis* (Klein) y ácaro rojo de Texas *Eutetranychus banksi* (McGregor) (García *et al.*, 2003).

El ácaro rojo oriental *E. orientalis* parece ser originario de Palestina y Egipto (Bodenheimer, 1951), aunque su distribución actual es bastante amplia. Se ha citado en numerosos países africanos como Egipto, Senegal o Mozambique; en Asia se distribuye desde Oriente Medio hasta Japón (Jeppson, 1989); y también se ha encontrado en Australia. Dentro de la región EPPO (*European and Mediterranean Plant Protection Organization*), que abarca Europa occidental y los países de la cuenca mediterránea de Europa, Asia y norte de África, se ha citado además en Chipre, Israel (ocasional), Líbano, Libia y Turquía (OEPP/EPPO, 1990). Por su parte, *E. banksi* procede del continente americano, donde es plaga importante en las principales regiones cítricas de los Estados Unidos. Fue citado por primera vez en Florida en 1914 sobre judía y

ricino, extendiéndose en la década de 1950 a las plantaciones de cítricos de Texas, donde se convirtió rápidamente en plaga principal (Kerns *et al.*, 2004).

*Eutetranychus orientalis* se detectó por primera vez en España en la provincia de Málaga en la primavera de 2001, afectando tanto a limonero como a naranjo, y en menor medida a mandarino (García *et al.*, 2003). Actualmente está presente en Andalucía, Murcia y en las comarcas cítricas del sur de la Comunidad Valenciana (OEPP/EPPO, 2010). El ácaro rojo de Texas *E. banksi* apareció en Huelva en forma de pequeños focos a principios de agosto de 2001, en plantaciones de cítricos próximas a la frontera con Portugal, país a partir del cual fue introducido en España (García *et al.*, 2003).



**Fig. 1.** Diferencias morfológicas entre *E. orientalis* y *E. banksi*. **A** y **B**: *E. orientalis* presenta una sola seta en la coxa del segundo par de patas (A), mientras que *E. banksi* presenta dos (B); **C** y **D**: Posiciones relativas de los pares de setas dorsocentrales e<sub>1</sub> y f<sub>1</sub>, más próximas en *E. orientalis* (C) que en *E. banksi* (D).

Morfológicamente ambas especies son muy similares, siendo prácticamente imposible diferenciarlas a simple vista. Para su diagnóstico es necesario realizar una preparación microscópica, distinguiéndose porque *E. banksi* tiene dos setas en la coxa del segundo par de patas y *E. orientalis* sólo una, así como por la distancia relativa entre las setas dorsocentrales del idiosoma, más separadas en *E. banksi* (García Marí, comunicación personal) (Fig. 1).

Los huevos de *E. orientalis* son ovales o circulares y aplanados, de color hialino brillante a amarillo apergaminado y marrón rojizo justo antes de eclosionar; se encuentran fijados al sustrato por una fina película de seda (Smith-Meyer, 1981) (Fig. 2.A). Las larvas (190 x 120 µm) presentan inicialmente un color marrón pálido, pasando más tarde a un tono verde claro (OEPP/EPPO, 1990). En los adultos el dimorfismo sexual es muy marcado. Las hembras (410 x 280 µm) son de forma oval y aplanada, color castaño claro a verde oscuro, pasando por un color marrón verdoso, y patas más largas que el cuerpo y de color marrón amarillento. Los machos, más pequeños que las hembras, presentan forma triangular y patas más largas que el cuerpo, adquiriendo una coloración rojiza anaranjada (García *et al.*, 2003) (Fig. 2.B).



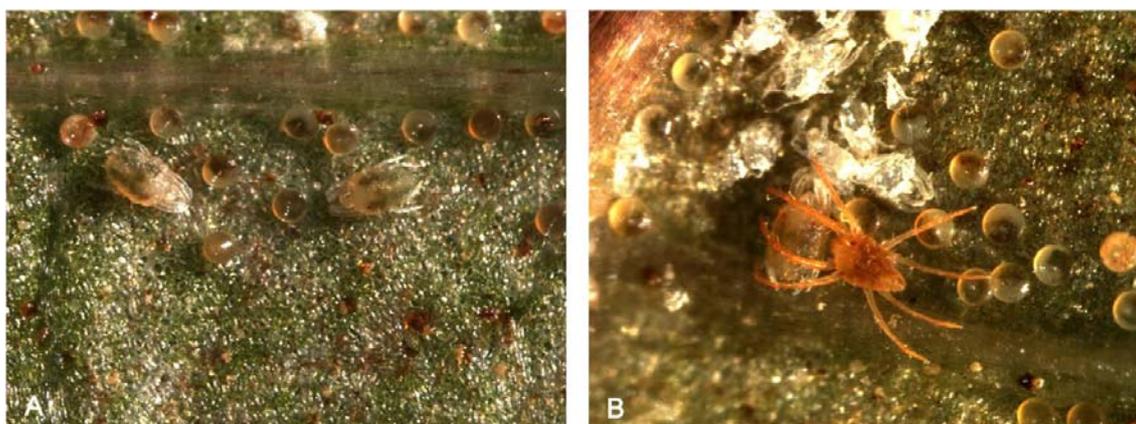
**Fig. 2. A.** Hembra adulta de *E. orientalis* en el momento de la puesta (observar las diferencias en el aspecto de los huevos). **B.** Hembra (izquierda) y macho (derecha) de *E. orientalis*.

En *E. banksi* los huevos son discos aplanados de bordes redondeados, transparentes o ligeramente translúcidos que adquieren un tono marrón rojizo al eclosionar. Las larvas se asemejan a los adultos, aunque de menor tamaño que éstos; presentan tres pares de patas y son de color blanco pálido. Las hembras adultas son robustas, anchas y aplanadas dorsoventralmente, con el cuerpo de color marrón verdoso y las patas claras con los segmentos apicales anaranjados. Los machos son más

pequeños que las hembras, de silueta triangular, aplastados y con patas de mayor longitud que el cuerpo, de color marrón anaranjado (García *et al.*, 2003).

*Eutetranychus orientalis* se encuentra sobre todo en el haz de las hojas, alimentándose inicialmente junto al nervio central y desplazándose después hacia los nervios laterales, provocando un punteado clorótico (OEPP/EPPO, 1990). Los síntomas causados por *E. orientalis* son similares a los producidos por *P. citri*, resultado de la alimentación de la capa de células subepidérmicas y dando lugar a un efecto plateado en hojas y otros órganos afectados (García *et al.*, 2003). Cuando se producen ataques muy fuertes puede tener lugar la defoliación parcial o total del árbol, especialmente si coinciden con condiciones de estrés hídrico (OEPP/EPPO, 1990). En frutos, los síntomas se manifiestan en forma de punteadura clorótica, más patente en su cara externa. Las decoloraciones desaparecen cuando se completa la maduración, pero se ha comprobado que el viraje de color tanto en limón como en naranja evoluciona de forma anómala, con un retraso evidente en la zona externa, que de forma habitual es la más afectada por la plaga (García *et al.*, 2003).

Como *P. citri*, se caracteriza porque apenas produce tela, a diferencia de *T. urticae*, que cubre sus colonias con densos hilos de seda tanto en el haz como en el envés. Las hembras de *E. orientalis* ponen los huevos a lo largo del nervio central, en la confluencia de las venas laterales y en el borde (Fig. 3). Las colonias se localizan sobre todo en el exterior y en la parte alta de la copa, así como en árboles del exterior de las parcelas y junto a caminos (García *et al.*, 2003).



**Fig. 3.** Aspectos característicos de las colonias de *E. orientalis*: **A.** Huevos en hilera junto al nervio de la hoja; **B.** Macho abrazando con sus dos pares de patas delanteras a una teleocrisis (a menudo se observan varios machos disputando por una hembra).

Estudios de laboratorio han demostrado que las condiciones óptimas de su desarrollo son 25-30 °C de temperatura y humedad relativa media (60%) (Imani y Shishehbor, 2009). En España, las fluctuaciones estacionales están condicionadas por la humedad y temperatura ambientales, siendo máximas las poblaciones al final del verano y en otoño (Ledesma *et al.*, 2010). Si el verano es seco las poblaciones se mantienen bajas, pero en zonas costeras, donde la humedad relativa estival es más elevada, pueden producirse proliferaciones en verano (Jeppson, 1989).

La temperatura tiene un efecto muy marcado sobre el ciclo de desarrollo de *E. orientalis*. La duración del ciclo en hembras oscila entre 22 días a 20 °C y 12-13 días a 30 °C. La temperatura umbral de desarrollo es 6,37 °C, menor que en otras especies de tetránquidos, y la integral térmica de las hembras para completar el ciclo es de 305 grados día (Imani y Shishehbor, 2009). La fecundidad media es de 23 a 35 huevos/hembra (Avidov y Harpaz, 1969). Bajo condiciones ambientales de 27 °C y 45% HR, las hembras comienzan a poner huevos a los 1-2 días de edad a lo largo del nervio central de la hoja, en el haz, con una tasa de fecundidad de 1-3 huevos/día. Los huevos eclosionan tras 5-6 días y los estadios de larva, protoninfa y deutoninfa duran 1-3 días respectivamente (Smith-Meyer, 1981; Imani y Shishehbor, 2009).

El ácaro rojo oriental está descrito como una plaga muy polífaga, comportándose como una plaga principal en cítricos, algodón, peral, melocotonero y vid. Se ha observado sobre todas las variedades de limonero, naranjo y mandarino (García y Márquez, 2004). Además se ha encontrado en zonas urbanas sobre plantas ornamentales como *Cercis siliquastrum* y *Melia* spp., y sobre higuera, aguacate, mango, almendro, platanera, mandioca, olivo, papaya, membrillero, ricino, girasol, batata, sandía y alrededor de 50 especies más (OEPP/EPPO, 1990).

Las medidas de control sobre *E. orientalis* pasan inicialmente por la prohibición de la importación de plantas de cítricos desde la mayoría de países no pertenecientes a la región Euromediterránea. Aquellas plantas que sean importadas de países de la región Mediterránea oriental deberán proceder de plantaciones libres de la plaga o tratadas contra ésta, de forma análoga a las medidas de control recomendadas por la EPPO para la mosca blanca japonesa *Parabemisia myricae* (Kuwana) (OEPP/EPPO, 1990).

Para el control químico de *E. orientalis* resultan efectivos los acaricidas que se utilizan normalmente para combatir otros tetránquidos, como *P. citri* o *T. urticae*. Se

controla bien con dicofol, propargita, hexitiazox, etoxazol, fenpiroximato, fenbutestan, tebufenpirad y piridaben. Sin embargo, existen diferencias entre estos productos en cuanto a su eficacia y tiempo de actuación. Los tratamientos con dicofol y fenpiroximato consiguen eficacias próximas al 100%, actuando de forma rápida sobre la plaga. Las aplicaciones de hexitiazox y etoxazol presentan eficacias en torno al 95%, pero sus efectos se observan alrededor de tres semanas después de la aplicación. La propargita muestra un buen impacto inicial sobre la plaga, pero su eficacia disminuye con el tiempo (Márquez *et al.*, 2006).

En otros países se ha calculado el umbral de daño económico de esta plaga. Por ejemplo, Smith *et al.* (1997) en Australia, recomiendan muestrear 5 hojas o frutos por árbol, debiéndose tomar medidas de control de la plaga cuando se supera un umbral del 20% de hojas o frutos infestados.

En el control biológico de los tetraníquidos juegan un papel muy importante los depredadores, tanto ácaros como insectos. Entre los depredadores de *E. orientalis* se han citado especies de ácaros estigmeidos y fundamentalmente de fitoseidos, pertenecientes a los géneros *Euseius*, *Amblyseius*, *Iphidulus* y *Typhlodromus* (Childers, 1995). Entre los fitoseidos destaca *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) como depredador de *E. orientalis* en África y Asia (Tanigoshi *et al.*, 1990). En Israel, *E. scutalis* y *Euseius hibisci* (Chant) presentaron un potencial reproductivo adecuado cuando fueron liberados sobre poblaciones de *E. orientalis*. Ésta fue, también, la presa más favorable para el desarrollo de los fitoseidos *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot y *Amblyseius cydnodactylon* (Shehata y Zaher), en concepto de número de presas muertas y fecundidad (McMurtry, 1985). Ibrahim *et al.* (2005) demostraron que *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) puede actuar como un buen agente de control sobre *E. orientalis* en cítricos liberando 70 individuos/árbol antes de la aparición de daños en hojas. En ensayos de laboratorio, *Typhlodromus athiasae* Porath y Swirski y *Amblyseius barkeri* Hughes (Acari: Phytoseiidae) muestran un buen comportamiento reproductivo y un desarrollo favorable sobre colonias de *E. orientalis*, lo que les convierte en especies de interés para el control biológico (Momen y El-Borolossy, 1999).

En los cítricos españoles, los fitoseidos más comunes son *E. stipulatus*, *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot y *N. californicus*, siendo *E. stipulatus* la

especie predominante ya que constituye normalmente más del 90% del total de ácaros depredadores sobre las hojas (Ferragut *et al.*, 1988). Este depredador juega un papel fundamental en el control natural del ácaro rojo *P. citri* en parcelas comerciales. Este hecho, sumado a que se trata del fitoseido más abundante en los cítricos de todo el área Mediterránea y particularmente de los de España, es la razón por la que las estrategias de conservación de esta especie en los cítricos valencianos son un factor clave para el éxito en el control integrado de plagas (Ferragut *et al.*, 1987, 1988; Urbaneja *et al.*, 2008).

*Euseius stipulatus* es considerado como un depredador generalista (McMurtry y Croft, 1997), capaz de alimentarse de diversas presas y sustancias que se encuentran abundantemente sobre los árboles, como polen, melaza de homópteros, cóccidos, psocópteros, tarsonémidos y otros pequeños artrópodos, aunque se alimenta del ácaro rojo de los cítricos *P. citri* cuando está presente en las hojas (Ferragut *et al.*, 1987). La ausencia del ácaro rojo en primavera en las áreas citrícolas de España es debida fundamentalmente a la acción de su depredador *E. stipulatus*, el cual es capaz de controlar naturalmente al fitófago durante esta época. Durante el otoño las poblaciones de *E. stipulatus* responden al incremento del ácaro rojo y aparentemente son capaces de controlarlo (Ferragut *et al.*, 1986).

Las poblaciones de *E. stipulatus* son elevadas desde octubre hasta julio en las parcelas de cítricos, con máximos poblacionales durante el invierno. Durante la primavera y el otoño las poblaciones fluctúan en torno a densidades de 1 ácaro por hoja. Cuando llega el mes de julio se produce un fuerte descenso del nivel poblacional, que alcanza valores mínimos durante los meses de agosto y septiembre (Ferragut *et al.*, 1986). Este descenso brusco en las poblaciones del depredador durante el verano es debido a que las altas temperaturas y la baja humedad relativa ambiental ejercen un efecto negativo sobre los fitoseidos. El descenso afecta a todos los estados de desarrollo del fitoseido por igual, y tiene lugar cuando la temperatura supera los 30-35 °C y la humedad relativa desciende por debajo del 40% (Ferragut *et al.*, 1986). La drástica disminución del depredador entre julio y agosto tiene como consecuencia un aumento en las poblaciones de *P. citri*, que a finales del verano y comienzos del otoño alcanzan sus valores anuales máximos y producen las pérdidas más importantes.

En cambio, *E. stipulatus* no es un buen agente de control de *Tetranychus urticae* debido a la escasa calidad de este alimento y a las dificultades que encuentra para moverse por los hilos de seda producidos por el tetraníquido (Ferragut *et al.*, 1987; García-Marí, 2005; Abad-Moyano *et al.*, 2009b). En ensayos de laboratorio realizados sobre hojas de clementino (*Citrus reticulata* Blanco) por Abad-Moyano *et al.* (2009) se observó que la tasa de puesta de *E. stipulatus* era muy baja cuando se alimentaba sobre *T. urticae*, siendo la mortalidad de los inmaduros del 100%. Ferragut *et al.* (1987) emplearon como sustrato hojas de naranjo [*Citrus sinensis* (L.)] obteniendo resultados similares, ya que *E. stipulatus* fue incapaz de completar su ciclo y de poner huevos cuando era alimentado con *T. urticae*. A pesar de todo se ha formulado la hipótesis de que la simple presencia del depredador desencadena sobre la plaga una serie de respuestas que pueden dar lugar a la alteración en su dispersión, distribución y/o comportamiento alimenticio (Abad-Moyano *et al.*, 2009b).

El exitoso establecimiento por introducción de *E. stipulatus* en áreas citrícolas de California (McMurtry *et al.*, 1992) y Perú (A. Urbaneja, observación personal), así como la rápida recolonización de huertos en los que no se han aplicado plaguicidas indican la afinidad de esta especie por los ecosistemas citrícolas (McMurtry *et al.*, 1992). La capacidad que presentan todos sus estadios para desplazarse rápidamente, incluidas las larvas, es un factor que favorece su dispersión y colonización.

Estos factores, unidos al hecho de que las dos especies de tetraníquidos recientemente introducidas en España, *E. orientalis* y *E. banksi*, presentan patrones de colonización similares a los del ácaro rojo *P. citri* hacen pensar que *E. stipulatus* puede ejercer también como potencial agente de control biológico de las mismas. De hecho, algunas especies del género *Euseius* ya han sido citadas en otras regiones citrícolas del mundo como depredadoras de *E. orientalis* (Momen y El-Borolossy, 1997; Smith *et al.*, 1997; Swirski *et al.*; 1967, 1970).

Para determinar el potencial depredador de *E. stipulatus* sobre *E. orientalis*, ya presente en las comarcas citrícolas más meridionales de la Comunidad Valenciana y que amenaza con extenderse al resto de regiones productoras, en este trabajo se estudiaron en condiciones de laboratorio el tiempo de desarrollo, la supervivencia y los parámetros reproductivos del fitoseido al ser alimentado con esta plaga de reciente introducción en España, con el fin de evaluar su posible eficacia como agente de control biológico.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

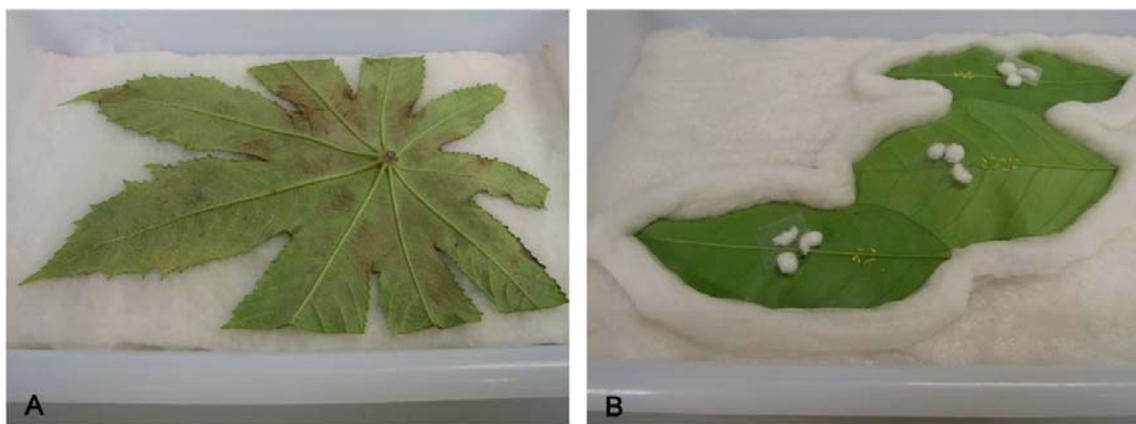
### 2.1. Cría de *Eutetranychus orientalis*

Los individuos de *E. orientalis* a partir de los cuales se inició la cría en laboratorio procedían de árboles de limonero [*Citrus limon* (L.) Burm] de una plantación comercial situada en el término municipal de Orihuela (Alicante). Las colonias de laboratorio se mantuvieron sobre hojas de ricino (*Ricinus communis* L.), ya que la cría sobre este sustrato se desarrolla de una forma óptima (Imani y Shishehbor, 2009). Las hojas se tomaban de plantas que crecían de forma espontánea en las inmediaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, cercanas al término municipal de Alboraya (Valencia). La cría de *E. orientalis* se llevó a cabo en bandejas de plástico de 31x19 cm<sup>2</sup> y 6 cm de alto, en cuyo fondo se colocaron tres capas de algodón, que periódicamente se humedecía para garantizar una HR adecuada y conservar las hojas turgentes durante el mayor tiempo posible (Fig. 4.A). Las hojas eran reemplazadas cada 7-10 días, examinando exhaustivamente las nuevas para evitar contaminaciones en la cría. El paso de los ácaros se producía situando las hojas infestadas sobre las recién tomadas. En la pared interior de las bandejas de plástico se aplicaba una banda de Tanglefoot® para evitar que los ácaros escapasen. Las unidades de cría se mantuvieron en el interior de una cámara climática a una temperatura de 25 ± 0,5 °C, HR 65 ± 5% y un fotoperiodo de 16L: 8O horas.

### 2.2. Cría de *Euseius stipulatus*

La cría en laboratorio de *E. stipulatus* se estableció a partir de individuos tomados de árboles de naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.) localizados en la ciudad de Valencia. La colonia se mantuvo en hojas de naranjo amargo (*C. aurantium*) dentro de bandejas de plástico de 31x19 cm<sup>2</sup> y 6 cm de alto, en cuyo fondo se colocaron tres capas de algodón, que una vez saturado en agua alcanzan un espesor aproximado de 1 cm. Este algodón humedecido tiene la misión de servir como fuente de agua y al mismo tiempo de ejercer de barrera para evitar la huida de los fitoseidos. Para mantener la cría de *E. stipulatus* en buenas condiciones, es muy importante mantener un grado de humedad constante en el algodón, de modo que siempre se encuentre saturado, ya que la

puesta de esta especie es altamente sensible a las fluctuaciones en la HR ambiental (Ferragut *et al.*, 1987). En las unidades de cría se colocaron tres pequeños ovillos de algodón por hoja, cuya misión era servir de sustrato para la puesta, situados bajo un cubreobjetos a modo de tejadillo, que hace la función de refugio y permite a los fitoseidos posicionarse al igual que lo hacen de modo natural en las hojas de los árboles (Fig. 4.B). Las unidades de cría se mantuvieron en una cámara climática con una temperatura de  $25 \pm 2$  °C, HR  $70 \pm 5\%$  y un fotoperiodo de 16L: 8O horas. La cría fue alimentada con polen de *Carpobrotus edulis* (L.) (Aizoaceae) y de forma esporádica con individuos de *E. orientalis* como suplemento nutritivo. El polen de *C. edulis* se tomó de plantas situadas en las proximidades del Instituto Agroforestal del Mediterráneo (IAM), en el interior de la Universidad Politécnica. Las anteras una vez recogidas se congelaban a  $-20$  °C, donde se conservaban hasta ser utilizadas. El polen se sacaba del congelador 30 minutos antes de su uso, reemplazando de la cría las anteras cada 2-3 días para garantizar su frescura.

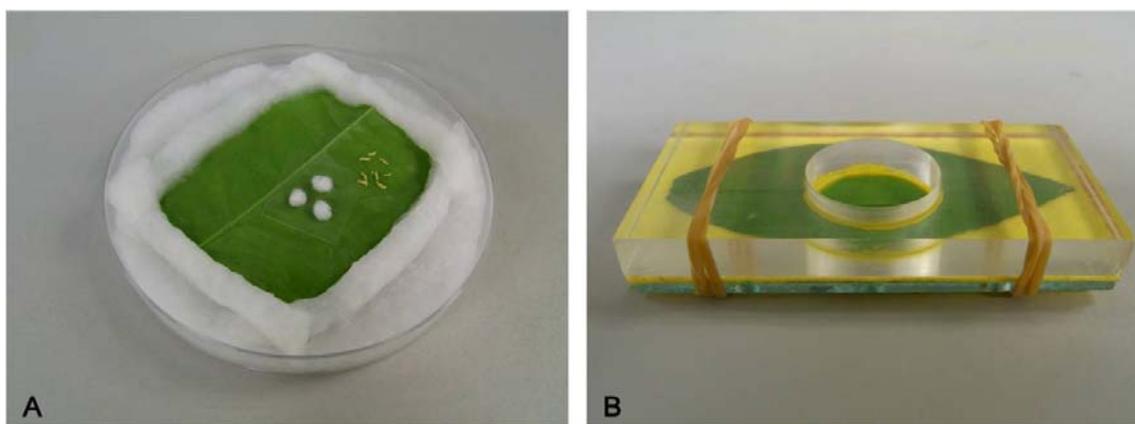


**Fig. 4.** Cría de los ácaros: **A.** *E. orientalis* sobre ricino; **B.** *E. stipulatus* sobre hojas de naranjo amargo, alimentado con polen de *Carpobrotus edulis*.

### 2.3. Metodología de los ensayos de tiempo de desarrollo

Los ensayos de tiempo desarrollo se realizaron a partir de hembras grávidas de *E. stipulatus* procedentes de la cría alimentada con polen de *C. edulis*. Para la realización de cada una de las series se tomaban 25-30 hembras y 5-6 machos y se situaban sobre una hoja de naranjo amargo (*C. aurantium* L.) en una placa Petri con una capa de

algodón saturado en agua. Se les suministraba polen *ad libitum* y se les dejaba llevar a cabo la puesta durante 24 horas en una cámara a  $25 \pm 2$  °C, HR  $70 \pm 5\%$  y un fotoperiodo de 16L: 8O h (Fig. 5.A). Los huevos puestos durante este periodo se recogieron y se colocaron individualmente en cajas de Munger modificadas. Las cajas constan de una pieza de cristal de 8x5 cm y 2 mm de grosor sobre la que se coloca un rectángulo de fieltro recortado de las mismas dimensiones, que posteriormente se humedece. Justo encima del fieltro se colocó una hoja de naranjo amargo (*C. aurantium* L.) con el envés hacia arriba, y sobre ésta una pieza de metacrilato de 1 cm de grosor y de iguales dimensiones que el cristal, con una perforación circular de 3 cm en el centro. La zona de contacto de la perforación con la hoja se selló con plastilina (Plastilina Jovi<sup>®</sup>) para asegurar la estanqueidad y evitar la fuga de los ácaros. Por último, la parte superior de la perforación se tapó con una segunda pieza de cristal de 4x4 cm sujeta al conjunto por dos gomas elásticas (Fig. 5.B).



**Fig. 5. A.** Aislamiento de hembras grávidas y machos para la puesta; **B.** Caja Munger modificada.

Las unidades de ensayo se colocaron en bandejas en el interior de una cámara con unas condiciones de temperatura de  $25 \pm 1$  °C, HR  $65 \pm 5\%$  y un fotoperiodo de 16L: 8O horas, y en cada una de ellas se incorporaba de forma diaria una mezcla de todos los estados de desarrollo de *E. orientalis* en cantidad suficiente como para satisfacer la alimentación *ad libitum* de los fitoseidos.

Para calcular la duración de cada estado de desarrollo del depredador, se llevó a cabo el seguimiento de cada una de las unidades de ensayo, realizando tres

observaciones diarias (10, 15 y 20 h) hasta que los individuos llegaban a estado adulto o en su defecto morían, y anotando el estado de desarrollo observado. El paso de un estado de desarrollo a otro se estimó por la presencia del exuvio que los ácaros abandonan tras la muda. En todos los casos se consideró que la muda se había producido justo en la mitad del intervalo entre esa observación y la anterior. De igual modo se consideró que la puesta del huevo había tenido lugar a las 12 h del aislamiento de las hembras, definiendo el tiempo de desarrollo como el periodo comprendido entre la puesta y el momento en que el ácaro alcanza el estado adulto.

#### *2.4. Metodología de los ensayos de fecundidad*

Una vez que los individuos estudiados en los ensayos de tiempo de desarrollo alcanzaban el estado adulto, se incorporaba un macho en cada una de las celdas que contenía una hembra adulta aislada para determinar los parámetros reproductivos. Si el macho moría, se reponía inmediatamente con otro macho de la cría, de forma que se asegurase la cópula y fecundación de la hembra. Las celdas de ensayo se colocaron en el interior de una cámara con unas condiciones de temperatura de  $25 \pm 1$  °C, HR  $65 \pm 5\%$  y un fotoperiodo de 16L: 8O horas, y en cada una de ellas se incorporaba diariamente una mezcla de estadios de desarrollo de *E. orientalis* en cantidad suficiente como para satisfacer la alimentación *ad libitum* de los fitoseidos. Se llevó a cabo el seguimiento de la puesta durante los primeros 7 días del periodo reproductivo, observando cada 24 horas las unidades de ensayo y anotando el número de huevos depositados por cada hembra. Los huevos se trasladaron uno a uno con un pincel a una unidad independiente, sobre una hoja de naranjo amargo (*C. aurantium* L.) y con polen de *C. edulis* suministrado *ad libitum*, para determinar la proporción de sexos de la descendencia una vez alcanzaran el estado adulto. Al concluir los ensayos de fecundidad todas las hembras fueron preparadas y montadas entre porta y cubre para examinar al microscopio su estado reproductivo, la presencia o ausencia de huevos y la de espermátóforos (paquete de esperma que el macho transfiere durante la cópula) en el interior de las espermatecas.

### *2.5. Análisis de los datos*

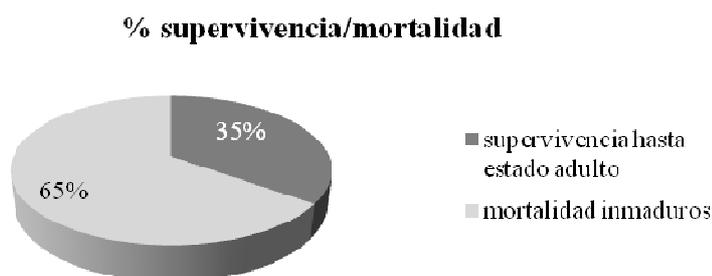
Los resultados obtenidos en los ensayos de tiempo de desarrollo fueron analizados mediante ANOVA univariante, comparándose la duración del mismo entre machos y hembras, así como con respecto al total. El análisis comparativo se llevó a cabo estableciendo el procedimiento de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) basado en la distribución  $t$  de Student, considerando un nivel de significación estadístico  $\alpha = 5\%$ .

Para el cálculo de la tasa de fecundidad diaria del depredador se ha considerado el número de huevos depositados por las hembras que permanecían vivas en cada día de observación. En el cálculo de los valores medios de tasa de fecundidad se consideraron únicamente las hembras que completaron los ensayos, eliminándose las que murieron antes de los siete días. Estos datos fueron analizados mediante procedimientos estadísticos básicos, determinando para cada una de las variables consideradas su valor medio y su error estándar con respecto a la media de los valores obtenidos.

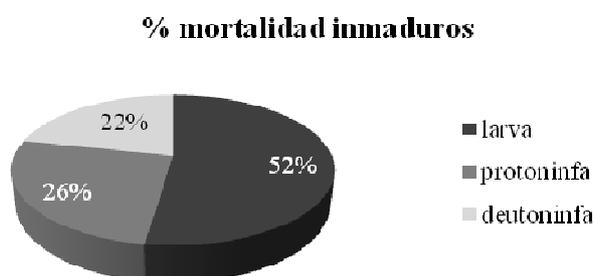
### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Supervivencia y tiempo de desarrollo de *E. stipulatus* alimentado con *E. orientalis*

El porcentaje de eclosión de los huevos que iniciaron el ensayo fue del 100%, pero sólo el 35% de los individuos que salieron de esos huevos consiguió alcanzar el estado adulto (Fig. 6). Del 65% de mortalidad que se produjo, ésta fue mayor durante el estadio larvario (52,3%) y fue disminuyendo progresivamente en los estados de protoninfa (26,2%) y deutoninfa (21,5%) (Fig. 7). El tiempo de desarrollo de huevo a adulto de *E. stipulatus* sobre *E. orientalis* fue  $6,63 \pm 0,70$  días en las hembras y  $6,28 \pm 0,86$  días en el caso de los machos, no existiendo diferencias a nivel estadístico entre la duración del desarrollo en ambos sexos. El tiempo de desarrollo total considerando hembras y machos conjuntamente fue  $6,46 \pm 0,79$  días (Tabla 1).



**Fig. 6.** Porcentajes de supervivencia/mortalidad durante los ensayos de tiempo de desarrollo de *E. stipulatus* alimentado con *E. orientalis* sobre hojas de naranjo amargo ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , HR  $65 \pm 5\%$ , fotoperiodo 16L: 8O h).



**Fig. 7.** Porcentajes de mortalidad en los distintos estadios (larva, protoninfa, deutoninfa) antes de alcanzar el estado adulto de *E. stipulatus* alimentado con *E. orientalis* sobre hojas de naranjo amargo ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , HR  $65 \pm 5\%$ , fotoperiodo 16L: 8O h).

**Tabla 1.** Tiempo medio de desarrollo ( $\pm$  desviación estándar) en días y porcentaje de supervivencia parcial de los estadios de *E. stipulatus* alimentado con *E. orientalis* sobre hojas de naranjo amargo ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , HR  $65 \pm 5\%$ , fotoperiodo 16L: 8O h).

	Huevo	Larva	Protoninfa	Deutoninfa	Huevo - Adulto
<i>Machos</i>	$1,99 \pm 0,30a$ (17)	$1,18 \pm 0,37a$ (17)	$1,42 \pm 0,35a$ (17)	$1,68 \pm 0,55a$ (17)	$6,28 \pm 0,86a$ (17)
	100	100	100	100	100
<i>Hembras</i>	$1,98 \pm 0,27a$ (18)	$1,21 \pm 0,37a$ (18)	$1,86 \pm 0,61a$ (17)	$1,62 \pm 0,57a$ (17)	$6,63 \pm 0,70a$ (18)
	100	100	94,4	94,4	100
<i>Total</i>	$2,07 \pm 0,31a$ (100)	$1,30 \pm 0,43a$ (66)	$1,80 \pm 0,56a$ (49)	$1,80 \pm 0,81a$ (35)	$6,46 \pm 0,79a$ (35)
	100	66	49	35	35

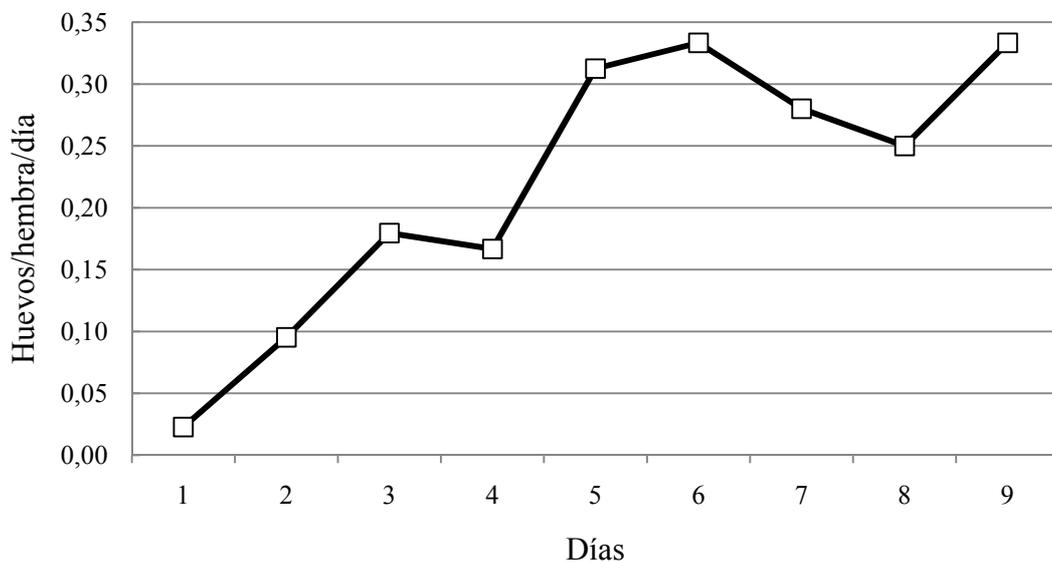
Número de observaciones entre paréntesis

Las letras tras los valores indican si existen diferencias significativas para un nivel de significación  $\alpha = 5\%$ .

Procedimiento de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) basado en la distribución *t* de Student.

### 3.2. Supervivencia y fecundidad de las hembras de *E. stipulatus* alimentadas con *E. orientalis*

La supervivencia de las hembras adultas al final del periodo de siete días fue del 55,56%, mientras que el porcentaje de hembras fértiles fue aproximadamente del 55%, existiendo una variación considerable en el comportamiento reproductivo a nivel individual, tanto en la duración del periodo de prepuesta, es decir, en el tiempo que necesita una hembra para depositar su primer huevo, como en la tasa de fecundidad, es decir, en la velocidad a la que deposita los huevos. El periodo medio de prepuesta resultó ser anormalmente largo ( $3,32 \pm 1,95$  días), variando en algunos casos desde los 2 hasta los 6 días, e incluso en una ocasión hasta los 7 días. La fecundidad total fue muy baja ( $1,18 \pm 1,66$  huevos/hembra), con una tasa media de  $0,50 \pm 0,37$  huevos/hembra/día (se consideraron sólo aquellas hembras que llegaron vivas hasta el final del ensayo,  $N = 12$ ). El pico en la tasa de fecundidad diaria se observó al sexto día de iniciada la puesta y alcanzó el valor de  $0,33 \pm 0,48$  huevos/hembra/día (Fig. 8). La proporción de sexos de la descendencia fue 44,8% hembras y 55,2% machos (Tabla 2).



**Fig. 8.** Evolución de la tasa de fecundidad diaria durante 9 días (a partir del inicio del ensayo) de hembras adultas de *E. stipulatus* alimentadas con *E. orientalis* sobre hojas de naranjo amargo ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , HR  $65 \pm 5\%$ , fotoperiodo 16L: 8O h).

**Tabla 2.** Periodo de prepuesta, fecundidad total a los 7 días, tasa de fecundidad, pico de puesta, fertilidad, proporción de sexos de la descendencia y supervivencia en el periodo huevo-huevo de hembras adultas de *E. stipulatus* alimentadas con *E. orientalis* sobre hojas de naranjo amargo ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , HR  $65 \pm 5\%$ , fotoperiodo 16L: 8O h).

	Periodo de prepuesta (días)	Fecundidad total a los 7 días (huevos/♀)	Tasa de fecundidad (huevos/♀/día)	Pico de puesta (huevos/♀/día)	Fertilidad (%)	Proporción de sexos de la descendencia (♀/(♀ + ♂))	Supervivencia en el periodo huevo-huevo (%)
<i>E. stipulatus</i>	$3,32 \pm 1,95$	$1,18 \pm 1,66$	$0,50 \pm 0,37$	$0,33 \pm 0,48$	55,56	44,83	55,56
	$N = 25$	$N = 45$	$N = 12$	$N = 27$	$N = 45$	$N = 29$	$N = 45$

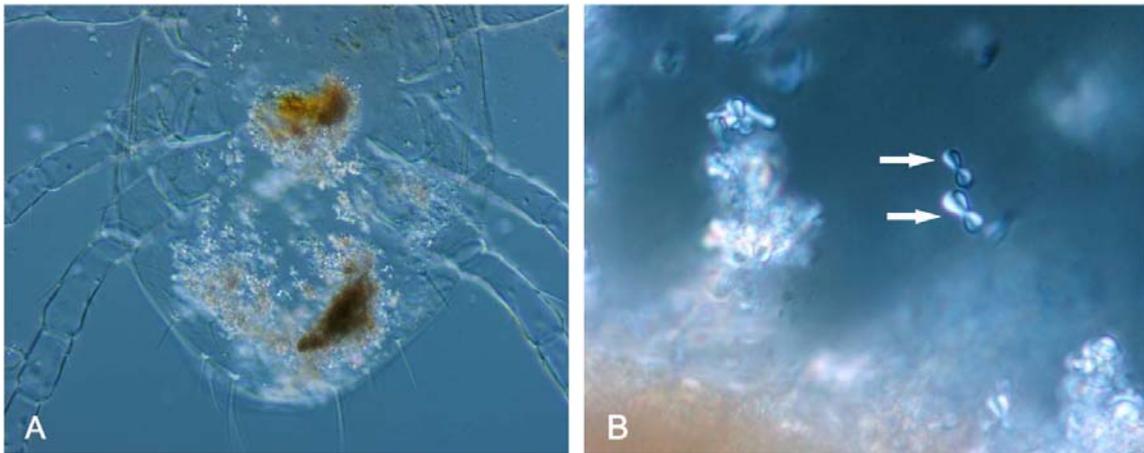
$N$  = número de hembras

### 3.3. Síntomas patológicos que se aprecian en las hembras

Durante los ensayos se observó la aparición de una coloración blanquecina en el opistosoma de los individuos de *E. stipulatus* alimentados con *E. orientalis*, tanto inmaduros como adultos, aunque se hacían más patentes en las hembras adultas (Fig. 9). Mediante su observación al microscopio se apreció la existencia de cúmulos formados por cristales de guanina, que provocaban la obturación del aparato excretor de los ácaros, afectando a su normal desarrollo (Fig. 10). Estos síntomas iban acompañados de una ralentización de movimientos, pequeños espasmos repetitivos, menor actividad depredadora y alteración/interrupción de la puesta, para finalmente provocar, en la mayoría de los casos, la muerte del fitoseido.



**Fig. 9.** Hembras adultas de *Euseius stipulatus* alimentadas con *Eutetranychus orientalis*: **A y B.** Succionando los fluidos internos de la presa; **C y D.** Sintomatología producida por la alimentación (obsérvense las manchas oscuras en la parte dorsal y los cúmulos blanquecinos de cristales de guanina en el dorso de los fitoseidos).

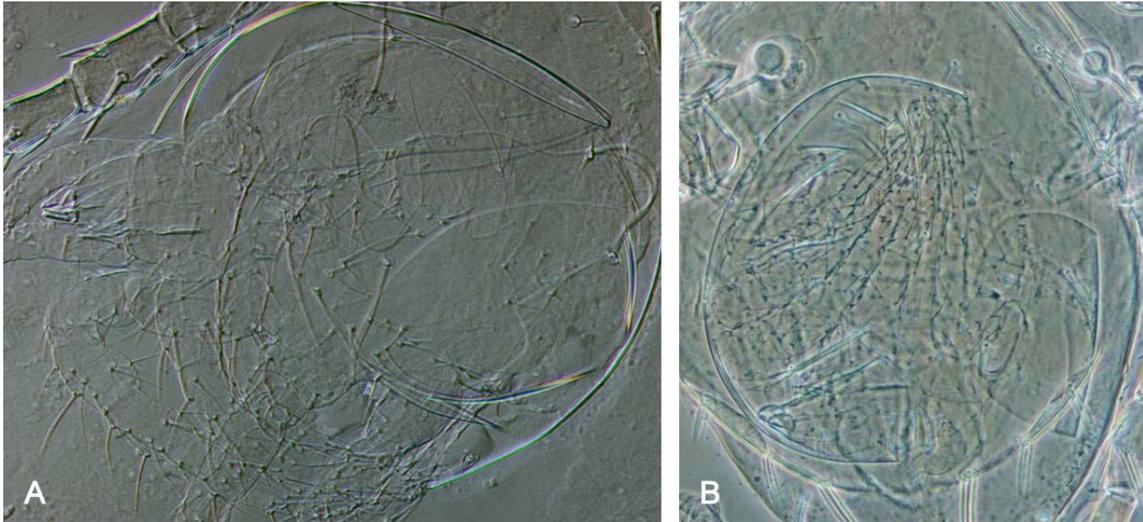


**Fig. 10.** Cristales de guanina en el aparato excretor de *E. stipulatus*: **A.** Cúmulos obturando los túbulos de Malpighi; **B.** Detalle de los cristales.

Se comprobó asimismo que el 100% de las hembras habían sido fecundadas por los machos, pero aproximadamente el 67% de ellas no habían iniciado la formación de un huevo en su interior al final de los ensayos. Alrededor del 18% de las hembras fecundadas contenían un huevo en su interior, y en el 15% de los casos se apreciaba con claridad una larva ya desarrollada en el huevo (prelarvas), situación que no se produce habitualmente y que demuestra que, debido a condiciones ambientales desfavorables, la hembra había retenido el huevo dentro de su cuerpo retrasando la puesta en espera de una mejora de dichas condiciones (alimento). (Fig. 11 y 12).



**Fig. 11.** Estado reproductivo al término de los ensayos de fecundidad de las hembras adultas de *Euseius stipulatus* alimentadas con *Eutetranychus orientalis* sobre hojas de naranjo amargo ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , HR  $65 \pm 5\%$ , fotoperiodo 16L: 8O h). Los datos corresponden a 27 observaciones realizadas.



**Fig. 12.** Prelarvas de *Euseius stipulatus* dentro del huevo en el interior del cuerpo de la hembra adulta, donde se aprecia el cuerpo enteramente formado, con las patas, quelíceros y setas (el corion aparece desgarrado por la presión ejercida al realizar la preparación).

#### 4. DISCUSIÓN

*Euseius stipulatus* se alimentó del ácaro rojo oriental y fue capaz de completar su ciclo de desarrollo sobre *E. orientalis*, pero a pesar de ello presentó una mortalidad muy elevada, lo cual hace pensar que no se trata de una presa adecuada para este fitoseido. La escasa calidad del alimento se manifestó más claramente al estudiar la respuesta reproductiva de las hembras. Con esta presa como alimento, las hembras del depredador apenas depositaron huevos, presentaron síntomas patológicos y alteraciones en el proceso reproductor, y muchas de ellas murieron prematuramente.

Hasta el momento no existen datos en la literatura sobre la idoneidad de este tetraníquido como alimento de *E. stipulatus*, pero los resultados obtenidos en este trabajo son comparables a los observados en los estudios de la eficacia de *E. stipulatus* como agente de control biológico de la araña roja *Tetranychus urticae* en cítricos por Abad-Moyano *et al.* (2009b) y Ferragut *et al.* (1987). En estos estudios se demostró que el depredador no es un agente de control biológico eficaz de la araña roja, ya que con ese alimento no es capaz de desarrollar toda su capacidad de crecimiento poblacional.

La mortalidad larvaria de los depredadores alimentados con *E. orientalis* representó aproximadamente la mitad de la total, que fue del 65%, a diferencia del 100% de individuos que no consiguieron completar esta fase sobre *T. urticae* en hojas de clementino (*Citrus reticulata* Blanco) (Abad-Moyano *et al.*, 2009b). Ferragut *et al.* (1987) obtuvieron, sin embargo, un 40% de mortalidad de inmaduros sobre *T. urticae* utilizando como sustrato hojas de naranjo dulce [*Citrus sinensis* (L.)], con un tiempo medio de desarrollo de 9,2 días. El tiempo de desarrollo de *E. stipulatus* sobre *E. orientalis* en hojas de naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.) fue de 6,5 días, considerablemente inferior que sobre *T. urticae*, pero por encima de los 5,5 días que dura al alimentarse con polen de *Carpobrotus edulis* (L), alimento considerado óptimo (Ferragut *et al.*, 1987). Hay que tener en cuenta que puede existir un efecto indirecto derivado de la alimentación por parte de la presa de diversos hospedantes, como se deduce de los resultados obtenidos por Ferragut *et al.* (1987) y Abad-Moyano *et al.* (2009b). En este trabajo a *E. stipulatus* se le suministraron individuos de *E. orientalis* desarrollados sobre hojas de ricino (*Ricinus communis* L.). Esto implica que la calidad de la presa puede variar en función de la planta hospedante. En general, aquellas fuentes

de alimentación que no resultan adecuadas para el desarrollo de los inmaduros, tampoco lo son para los adultos (Bouras y Papadopoulos, 2005).

Esto quedó demostrado al estudiar los parámetros reproductivos, observándose que el porcentaje de hembras fértiles de *E. stipulatus* alimentadas con *E. orientalis* resultó ser aproximadamente del 55%, acompañado de una gran irregularidad en la duración del periodo de prepuesta ( $3,32 \pm 1,95$  días) y de una muy baja tasa de fecundidad ( $0,50 \pm 0,37$  huevos/hembra/día), mientras que con polen de *C. edulis* la tasa de fecundidad es de  $1,81 \pm 0,2$  huevos/hembra/día (Ferragut *et al.*, 1987). Además, se comprobó en ensayos adicionales (cuyos datos no están recogidos en el apartado de resultados) que el alimento que la hembra consumió durante el periodo reproductivo (*E. orientalis*) fue determinante sobre su fecundidad, independientemente de que antes de llegar al estado adulto se alimentase con esta presa o con polen de *C. edulis* (observación personal). La proporción de sexos en la descendencia también se decantó hacia un mayor número de machos que de hembras, lo cual desde un punto de vista demográfico (Helle y Sabellis, 1985) es otro dato que indica que *E. orientalis* no resultó ser un alimento óptimo en las condiciones de los ensayos.

*Eutetranychus orientalis* es un ácaro fitófago que apenas produce tela, a diferencia de *T. urticae*, que cubre sus colonias con densos hilos de seda tanto en el haz como en el envés, aspecto que dificulta seriamente la acción depredadora de *E. stipulatus* (Ferragut *et al.*, 1987; García-Marí, 2005; Abad-Moyano *et al.*, 2009b). Por ello se pensó inicialmente que podían obtenerse resultados similares a los obtenidos con *P. citri* por Ferragut *et al.* (1987), ya que ambas especies producen poca seda y presentan un patrón de colonización de las hojas similar. *E. stipulatus* presenta un tiempo de desarrollo ligeramente superior cuando se alimenta exclusivamente de *P. citri* (6,9 días) que cuando lo hace de *E. orientalis*, pero a pesar de ello la supervivencia de huevo a adulto es notablemente superior (83%) y los parámetros reproductivos indican que es una presa adecuada, ya que la tasa de fecundidad es de  $1,21 \pm 0,2$  huevos/hembra/día (Ferragut *et al.*, 1987).

Aunque el ácaro rojo de los cítricos *P. citri* es una presa adecuada (Ferragut *et al.*, 1987), *E. stipulatus* está considerado como una especie polenófaga y un depredador generalista (McMurtry y Croft, 1997), capaz de alimentarse de diversas presas y sustancias que se encuentran abundantemente sobre los árboles, como polen, melaza de

homópteros, cóccidos, psocópteros, tarsonémidos y otros pequeños artrópodos (Ferragut *et al.*, 1987). De hecho, su prevalencia en los cítricos españoles se explica por su amplio rango alimenticio, aunque hay que destacar que *E. stipulatus* es una especie que tiene preferencia por una dieta a base de polen (McMurtry y Croft, 1997). El potencial reproductivo de muchas especies de *Euseius* es mayor sobre polen que sobre cualquier presa (Abou-Setta y Childers, 1987, 1989; Ferragut *et al.*, 1987; McMurtry y Rodríguez, 1987; Abdallah *et al.*, 2001), mientras que otras se desarrollan mejor cuando tienen a su disposición diversas presas como alimento suplementario (Abou-Setta y Childers, 1989; James, 1989; Zhimo y McMurtry, 1990). El incremento en los niveles poblacionales de *E. stipulatus* a menudo está directamente relacionado con la presencia de polen sobre la superficie de las hojas, y no así con la presencia de algún tipo de presa (Kennett *et al.*, 1979; Grout y Richards, 1992). Bouras y Papadopoulis (2005) demostraron que el polen de almendro, ciruelo, cerezo y albaricoquero representa un alimento de elevado valor nutricional para *E. stipulatus*, mayor que el de otras especies como manzano, peral y nogal, y que por tanto contribuye de forma significativa al mantenimiento e incremento de las poblaciones en campo. Zhimo y McMurtry (1990) comprobaron que el tiempo de desarrollo fue más rápido cuando el depredador se alimentó con polen de *Malephora crocea* (Jacq.) (Aizoaceae) que cuando lo hizo sobre cualquier presa. El polen de *Carpobrotus edulis*, otra planta de esta misma familia, también resultó ser un alimento que favoreció unas condiciones óptimas de supervivencia, tiempo de desarrollo y fecundidad en *E. stipulatus* (Ferragut *et al.*, 1987). Todas estas fuentes alternativas de alimentación suponen una ventaja para el depredador, ya que le permiten sobrevivir durante periodos críticos en los que no existen presas disponibles, además de incrementar sus poblaciones para así poder hacer frente a las proliferaciones de fitófagos cuando se produzcan (McMurtry y Scriven, 1966).

Un aspecto importante derivado del estudio realizado ha sido la observación de síntomas patológicos asociados a la digestión del alimento ingerido y alteraciones en el proceso reproductivo de las hembras de *E. stipulatus*. La aparición durante los ensayos de manchas blanquecinas y oscuras en el opistosoma de los individuos de *E. stipulatus* alimentados con *E. orientalis*, más patentes en las hembras adultas, se asoció en el pasado a la acumulación de cristales de guanina (Hughes, 1950; McEnroe, 1961). Esta sintomatología aparece ocasionalmente en colonias de laboratorio de ácaros depredadores, y se ha llegado a la conclusión de que está relacionada con unas

deficientes condiciones de cría del depredador. Los ácaros afectados se muestran aletargados, y presentan a menudo densos cúmulos de corpúsculos birrefringentes con forma de lazo, que se encuentran fundamentalmente en los túbulos de Malpighi, recto y abertura anal (Van der Geest *et al.*, 2000). Schütte *et al.* (1995) demostraron que los ácaros depredadores con importantes acumulaciones de estos cristales presentan menor respuesta frente a los volátiles vegetales inducidos por ácaros fitófagos, los cuales juegan un papel fundamental en la localización de la presa por el depredador y en su comportamiento alimenticio. Efectivamente, en el trabajo realizado se observó en los ácaros con esta patología una ralentización de movimientos, pequeños espasmos repetitivos, menor actividad depredadora y una alteración e interrupción de la puesta, para finalmente provocar, en la mayoría de los casos, la muerte del fitoseido, debiendo existir algún factor en la presa responsable de este efecto depresivo. Hembras adultas de *Phytoseiulus persimilis* que presentaban estos cristales también mostraron una tasa de puesta inferior y mayor mortalidad (Schütte *et al.*, 1998). Di Palma (1996) citó la presencia de cristales de similar naturaleza, esféricos y con forma de maza en los túbulos de Malpighi del ácaro depredador *Typhlodromus rhenanoides* Athias-Henriot. Tanigoshi *et al.* (1981) observaron que hembras adultas de *Euseius hibisci* se mostraban planas y cóncavas dorso-ventralmente, no ponían huevos, presentaban un cierto letargo y manifestaban una coloración rojo oscura en el opistosoma cuando se alimentaban exclusivamente de *P. citri*, asociando esta sintomatología a una dieta deficiente en nutrientes. Otra hipótesis es la posible influencia que ejerce la planta hospedante sobre la que se alimenta la presa (Abad-Moyano *et al.*, 2009b; Ferragut *et al.*, 1987), ya que en ocasiones los ácaros fitoseidos pueden ingerir toxinas acumuladas por la propia planta o transformadas por la presa cuando se alimentan de ésta, afectando a su desarrollo, fecundidad y eficacia en el control de plagas (de Moraes y McMurtry, 1987; Escudero y Ferragut, 2005; Koller *et al.*, 2007).

Las hembras afectadas fueron examinadas al microscopio para comprobar su estado reproductivo. En todas ellas se observó la presencia de uno o varios espermatóforos en cada espermateca, lo que indica que la cópula tuvo lugar de forma correcta. Sin embargo, a pesar de que el apareamiento se produjo con normalidad, aproximadamente dos tercios de las hembras no contenían huevo en su interior, y en el 15% de los casos se apreciaba con claridad una larva ya desarrollada dentro del huevo. Este hecho se ha observado en otros estudios, asociándose con la falta de una fuente de

alimentación adecuada, tanto cuantitativamente como cualitativamente, aunque también se ha relacionado con factores como una elevada densidad poblacional, la ausencia de un sustrato óptimo para la puesta, una baja tensión de oxígeno y casos de foresis (Sanderson y McMurtry, 1984). En estas situaciones, las hembras retienen los huevos en su interior, dando lugar al desarrollo interno de los mismos, casi hasta el punto de la ovoviviparidad. Hembras del fitoseido *Phytoseius hawaiiensis* Prasad alimentadas con una mezcla de estados de desarrollo de *Oligonychus punicae* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) presentaron un periodo de prepuesta anormalmente largo, incluso con la presencia de un macho inmediatamente después de la muda a adulto (Sanderson y McMurtry, 1984). Estos autores sugirieron que las hembras adultas de *P. hawaiiensis* retenían los huevos en su interior cuando estaban confinadas en un sustrato inadecuado para la puesta. Las crenulaciones, nervios foliares y tricomas de la superficie de las hojas ofrecen multitud de lugares para la puesta, mientras que las lisas presentan menores facilidades para ello. Rasmy y El-Banhawy (1974a) observaron que para *Phytoseius plumifer* (Canestrini y Fanzago) la superficie tomentosa de las hojas de la higuera favorecía una mayor tasa de puesta y un tiempo de desarrollo más rápido que la superficie lisa de las hojas de naranjo amargo. Hasta entonces sólo se había citado una observación similar en fitoseidos, cuando Amitai y Grinberg (1971) detectaron la presencia de larvas dentro del cuerpo de hembras adultas de *Paragigagnathus tamaricis* Amitai y Grinberg (Acari: Phytoseiidae), aunque no llegaron a constatar que se produjese la larviposición. La observación microscópica de hembras tomadas de la cría de *E. stipulatus* y, por tanto, alimentadas con polen de *C. edulis*, demostró que todas estaban fecundadas, contenían huevos en formación en su interior y ninguna de ellas contenía prelarvas.

Los resultados obtenidos auguran una escasa eficacia en el control biológico por conservación de *E. orientalis* en las parcelas comerciales de cítricos en España. Aunque los resultados de laboratorio no son totalmente extrapolables a las condiciones de campo, los depredadores que no son eficaces en condiciones controladas tampoco lo son en parcelas comerciales, donde las variables que los afectan son mucho más complejas e impredecibles y los depredadores disponen de otros recursos alimenticios. Los resultados obtenidos en este trabajo invitan a pensar que se han de implementar estrategias alternativas de control de este tetraníquido invasor, como por ejemplo el empleo de otros depredadores. Avidov y Harpaz, (1969) y Smith *et al.*, (1997)

describieron varios insectos depredadores de *E. orientalis*, sobre todo coccinélidos del género *Stethorus*, dentro del cual se encuentra la especie *S. punctillum* Weise, citada como el insecto depredador más abundante en las colonias de *P. citri* y *T. urticae* de los cítricos de la Comunidad Valenciana (Abad-Moyano *et al.*, 2009a). Sin embargo, debido a la baja tasa de crecimiento natural que presenta *S. punctillum* en comparación con la de sus presas (Roy *et al.*, 2003), la efectividad de este depredador como agente de control biológico de tetraníquidos no se basa en su respuesta numérica sino en su habilidad para localizar el rastro dejado por la presa y en su capacidad de dispersión (Congdon *et al.*, 1993). Dentro de los fitoseidos, Ibrahim *et al.* (2005) demostraron que *Neoseiulus californicus* es capaz de actuar como un buen agente de control sobre *E. orientalis* en cítricos por medio de la liberación de 70 individuos/árbol antes de la aparición de daños en hojas. En este caso la suelta del depredador sería necesaria ya que su presencia natural en los cítricos españoles es insuficiente desde el punto de vista de control biológico (Abad-Moyano *et al.*, 2009a). Entre los depredadores de *E. orientalis* se han citado además otras especies de fitoseidos pertenecientes a los géneros *Euseius*, *Amblyseius*, *Iphidulus* y *Typhlodromus*, así como algún ácaro estigmeido (Childers, 1995). Entre los fitoseidos destaca *E. scutalis* como depredador de *E. orientalis* en África y Asia (Tanigoshi *et al.*, 1990). En Israel, *E. scutalis* y *E. hibisci* presentaron un potencial reproductivo adecuado cuando fueron liberados sobre poblaciones de *E. orientalis* (OEPP/EPPO, 1990). *Amblyseius swirskii* y *A. cydnodactylon* también mostraron preferencia por *E. orientalis* entre varias presas, presentando sobre ésta un menor tiempo de desarrollo y unos parámetros de fecundidad adecuados (McMurtry, 1985). En ensayos de laboratorio, *Typhlodromus athiasae* y *Amblyseius barkeri* mostraron un buen comportamiento reproductivo y un desarrollo favorable sobre colonias de *E. orientalis*, lo que también las convierte en especies de interés para el control biológico de este tetraníquido (Momen y El-Borolossy, 1999). En cualquier caso, el primer paso antes de proceder a la liberación de especies exóticas debería ser la determinación de su eficacia en nuestras condiciones de cultivo, así como las posibles interacciones interespecíficas con las poblaciones autóctonas de depredadores, en especial de *E. stipulatus*, cuya conservación es un factor clave para el control de *P. citri* en los cítricos españoles (Ferragut *et al.*, 1987). Posteriormente se pasaría a considerar aspectos como el coste de producción de los depredadores, la disponibilidad en campo de presas alternativas y la estrategia de liberación a seguir.

Otra alternativa para control de *E. orientalis* es la aplicación de acaricidas, medida que puede ser necesaria en el caso de que se produzcan ataques severos que superen el umbral económico de daños, fijado por Smith *et al.* (1997) en los cítricos australianos en el 20% de hojas o frutos afectados. Estas medidas de control, especialmente si se hacen de forma extensiva, pueden acarrear consecuencias negativas a medio plazo, como proliferaciones incontroladas del propio ácaro rojo oriental, que destaca por su capacidad para reinfestar las parcelas tratadas (García *et al.*, 2003), o incluso de otras plagas; además puede favorecer la aparición de poblaciones resistentes y generar problemas asociados a los residuos de los plaguicidas sobre la fruta (Ansaloni *et al.*, 2008; Aucejo, 2005). No hay que olvidar además que las poblaciones autóctonas de fitoseidos, y en especial la especie predominante en los cítricos españoles *E. stipulatus*, son muy sensibles a las aplicaciones de algunos productos químicos de los que se emplean para el control de ácaros en cítricos, como la abamectina, dicofol, propargita, tebufenpirad y piridaben (F. Ferragut, comunicación personal), pudiendo diezmar sus poblaciones. Esto conllevaría la alteración de los actuales programas de Control Integrado de Plagas (CIP), en los que el mantenimiento de *E. stipulatus* es clave para garantizar el control del ácaro rojo *P. citri*.

## 5. REFERENCIAS

ABAD-MOYANO, R.; PINA, T.; DEMBILIO, O.; FERRAGUT, F.; URBANEJA, A. (2009a). Survey of natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) in citrus orchards in eastern Spain. *Exp. Appl. Acarol.*, 47: 49-61.

ABAD-MOYANO, R.; PINA, T.; FERRAGUT, F.; URBANEJA, A. (2009b). Comparative life-history traits of three phytoseiid mites associated with *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) colonies in clementine orchards in eastern Spain: implications for biological control. *Exp. Appl. Acarol.*, 47: 121-132.

ABAD-MOYANO, R.; URBANEJA, A.; HOFFMANN, D.; SCHAUSBERGER, P. (2010). Effects of *Euseius stipulatus* on establishment and efficacy in spider mite suppression of *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* in clementine. *Exp. Appl. Acarol.*, 50: 329-341.

ABDALLAH, A.A.; ZHANG, Z.Q.; MASTERS, G.J.; McNEILL, S. (2001). *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): life history and feeding habits on three different types of food. *Exp. Appl. Acarol.*, 25: 833-847.

ABOU-SETTA, M.M.; CHILDERS, C.C. (1989). Biology of *Euseius mesembrinus* (Acari: Phytoseiidae): life tables and feeding behavior on tetranychid mites in citrus. *Environ. Entomol.*, 18: 665-669.

ABOU-SETTA, M.M.; CHILDERS, C.C. (1987). Biology of *Euseius mesembrinus* (Acari: Phytoseiidae): life tables on ice plant pollen at different temperatures with notes on behavior and food range. *Exp. Appl. Acarol.*, 3: 123-130.

AL-GBOORI, J.I. (1991). Biology of oriental citrus mite, *Eutetranychus orientalis* Klein on different citrus species. In *Modern Acarology*, Dusbabec f. and Bukva J. Academia, Prague, 2: 607-611.

AMITAI, S.; GRINBERG, T. (1971). Description of a new phytoseiid genus and species (Acarina: Mesostigmata) from Israel. *Israel J. Entomol.*, 6: 327-335.

ANSALONI, T.; PASCUAL-RUIZ, S.; HURTADO, M.A. et al. (2008). Can summer and fall vegetative growth regulate the incidence of *Tetranychus urticae* Koch on clementine fruit?. *Crop Protection*, 27: 459-464.

ASSARI, M.J. (2001). Biology of the citrus brown mite, *Eutetranychus orientalis* (Klein) on four citrus varieties and its seasonal population fluctuations in Bam. M Sc. Thesis. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

AUCEJO, S. (2005). Manejo integrado de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en clementinos: agregación, dinámica e influencia del estado nutricional de la planta huésped. Ph.D. Thesis. Departamento de Ecosistemas Agroforestales. ETSIA. Universidad Politécnica de Valencia.

AUCEJO-ROMERO, S.; GÓMEZ-CADENAS, A.; JACAS-MIRET, J.A. (2004). Effects of NaCl-stressed citrus plants on life-history parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 33: 55-68.

AVIDOV, Z.; HARPAZ, I. (1969). *Plant Pests of Israel*. Universities Press. Jerusalem, 549 pp.

BODENHEIMER, F. S. (1951). *Citrus entomology in the Middle East*. Ed. Hoitsema Brothers (Holland).

BOLLAND, H.R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C.H.W. (1998). *World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae)*. Leiden: Brill. pp. 392.

BOURAS, S.L.; PAPADOPOULIS, G.T. (2005). Influence of selected fruit tree pollen on life history of *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 36: 1-14.

CHILDERS, C.C. (1995). Texas citrus mite. Fact Sheet ENY-818. EDIS (Florida Cooperative Extension's Electronic Data Information Source).

CONGDON, B.D.; SHANKS, C.H.; ANTONELLI, A.L. (1993). Population interaction between *Stethorus punctillum picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in red raspberries at low predator and prey densities. *Environ. Entomol.*, 22: 1302-1307.

DE MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. (1987). Physiological effect of the host plant on the suitability of *Tetranychus urticae* as prey for *Phytoseiulus persimilis* [Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae]. *Entomophaga*, 32: 35-38.

DI PALMA, A. (1996). *Typhlodromus rhenanoides* Athias-Henriot e *T. exhilaratus* Ragusa (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae): Osservazioni morfologiche, strutturali e considerazioni funzionali. PhD Thesis in Plant Protection. University of Bari, Agricultural Entomology Institute, Italy, 115 pp.

ESCUADERO, L.A.; FERRAGUT, F. (2005). Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Biol. Control*, 32: 378-384.

FERRAGUT, F.; LABORDA, R.; COSTA-COMELLES, J. et al. (1992). Feeding behaviour of *Euseius stipulatus* and *Typhlodromus phialatus* on the citrus red mite *Panonychus citri* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Entomophaga*, 37: 537-543.

FERRAGUT, F.; COSTA-COMELLES, J.; GARCÍA-MARÍ, F. et al. (1988). Dinámica poblacional del fitoseido *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot) y su presa *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae), en los cítricos españoles. *Bol. San. Veg. Plagas*, 14: 45-54.

FERRAGUT, F.; GARCÍA-MARÍ, F.; COSTA-COMELLES, J.; LABORDA, R. (1987). Influence of food and temperature on development and oviposition of *Euseius stipulatus* and *Typhlodromus phialatus* (Acari, Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 3: 317-329.

FERRAGUT, F.; GARCÍA-MARÍ, F.; COSTA-COMELLES, J.; LABORDA, R.; MARZAL, C. (1986). Evaluación experimental de la eficacia de los enemigos naturales en el control de las poblaciones del ácaro rojo *Panonychus citri* (MGr.) en primavera. Actas II Cong. Soc. Esp. Cienc. Hortícolas. Córdoba, 1986. vol. II: 995-1005.

GARCÍA, E.; MÁRQUEZ, A.L. (2004). Ensayo de eficacia de control químico de *Eutetranychus orientalis* (Klein). *Levante Agrícola*, 369: 44-51.

GARCÍA, E.; MÁRQUEZ, A.L.; ORTA, S.; ALVARADO, P. (2003). Caracterización de la presencia de *Eutetranychus banksi* (McGregor) y *Eutetranychus orientalis* (Klein) en el Sur de España. *Phytoma España*, 153: 90-96.

GARCÍA-MARÍ, F. (2005). Resistencia de *Tetranychus urticae* y *Panonychus citri* a acaricidas en el cultivo de los cítricos. *Phytoma España*, 173: 71-78.

GARCÍA-MARÍ, F.; LLORENS, J.M.; COSTA-COMELLES, J.; FERRAGUT, F. (1991). *Ácaros de las plantas cultivadas y su control biológico*. Ediciones Pisa, Alicante, Spain.

GARCÍA-MARÍ, F.; FERRAGUT, F.; MARZAL, C. et al. (1986). Ácaros que viven en las hojas de los cítricos españoles. *Inv. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, 1: 219-250.

GARCÍA-MARÍ, F.; FERRAGUT, F.; COSTA-COMELLES, J. et al. (1983). El ácaro rojo *Panonychus citri* (McGregor): incidencia en la problemática fitosanitaria de nuestros agrios. *Bol. Serv. Plagas*, 9: 191-218.

GARCÍA-MARÍ, F.; DEL RIVERO, J.M. (1981). El ácaro rojo *Panonychus citri* (McGregor), nueva plaga de los cítricos en España. *Bol. Serv. Plagas*, 7: 65-77.

GRAFTON-CARDWELL, E.E.; OUYANG, Y. (1996). Influence of citrus leaf nutrition on survivorship, sex ratio, and reproduction of *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.*, 25: 1020-1025.

GROUT, T.G. (1994). The distribution and abundance of phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae) on citrus in Southern Africa and their possible value as predators of citrus thrips (Thysanoptera, Thripidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 18: 61-71.

GROUT, T.G.; RICHARDS, G.I. (1992). The dietary effect of wind break pollens on longevity and fecundity of a predaceous mite *Euseius addoensis addoensis* (Acari: Phytoseiidae) found in citrus orchards in South Africa. *Bull. Entomol. Res.*, 82: 317-320.

HELLE, W.; SABELLIS, M.W. (1985). *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, 863 pp.

HUGHES, T.E. (1950). The physiology of the alimentary canal of *Tyrophagus farinae*. *Q. J. Microsc. Sci.*, 91: 98-106.

IBRAHIM, G.A.; EL-GHOBASHY, M.S.; EL-SAYED, K.M.; SHOEIB, A.A. (2005). Biological control of citrus brown mite *Eutetranychus orientalis* using predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae & Phytoseiidae) on citrus trees. *Egypt J. Agric. Res.*, 83(1): 131-138.

IMANI, Z.; SHISHEHBOR, P. (2009). Effect of temperature on life history and life tables of *Eutetranychus orientalis* (Klein) (Acari: Tetranychidae). *Systematic & Applied Acarology*, 14: 11-18.

JAMES, D.G. (1989). Influence of diet on development, survival and oviposition in an Australian phytoseiid, *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 6: 1-10.

JEPPSON, L.R. (1989). *Biology of citrus insects, mites and mollusks*. En: *The Citrus Industry*. Ed. W. Reuther, E.C. Calavan & G.E. Carman. Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, California.

KENNET, C.E.; FLAHERTY, D.L.; HOFFMANN, R.W. (1979). Effect of wind-borne pollens on the population dynamics of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 24: 83-98.

KERNS, D.; WRIGHT, G.; LOGHRY, J. (2004). Texas Citrus Mite (*Eutetranychus banksi*). In: Citrus Arthropod Pest Management in Arizona. University of Arizona, College of Agriculture, Tucson, Arizona.

KOLLER, M.; KNAPP, M.; SCHAUSBERGER, P. (2007). Direct and indirect adverse effects of tomato on the predatory mite *Neoseiulus californicus* feeding on the spider mite *Tetranychus evansi*. *Entomol. Exp. Appl.*, 125: 297-305.

LEDESMA, C.; VELA, J.M.; WONG, E.; JACAS, J.A.; BOYERO, J.R. (2010). Population dynamics of the Citrus Oriental Mite, *Eutetranychus orientalis* (Klein) (Acari: Tetranychidae), and its mite predatory complex in Southern Spain. *IOBC WPRS Bulletin* (En prensa).

MÁRQUEZ, A.L.; WONG, E.; GARCÍA, E.; OLIVERO, J. (2006). Efficacy assay of different phytosanitary chemicals for the control of *Eutetranychus orientalis* (Klein) (Oriental Spider Mite) on Fine lemon and Valencia-Late orange crops. *Integrated Control in Citrus Fruit Crops. IOBC WPRS Bulletin* Vol. 29(3): 305-310.

McENROE, W.D. (1961). Guanine excretion by the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius* (L.)). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 54: 926-926.

McMURTRY, J.A. (1985). Citrus. In: Helle W., Sabelis, M.W. (eds) *Spider mites: their biology, natural enemies and control. World crop pests, vol. 1B*. Elsevier, Amsterdam, pp 339-347.

McMURTRY, J.A. (1977). Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in the Mediterranean region. *Entomophaga*, 22: 19-60.

McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. *Annu. Rev. Entomol.*, 42: 291-321.

McMURTRY, J.A.; MORSE, J.G.; JOHNSON, H.G. (1992). Studies of the impact of *Euseius* species (Acari: Phytoseiidae) on citrus mites using predator exclusion and predator release experiments. *Exp. Appl. Acarol.*, 15: 233-248.

McMURTRY, J.A.; RODRIGUEZ, J. (1987). *Nutritional ecology of phytoseiid mites*. In: Slansky F. and Rodriguez J. (eds), *Nutritional Ecology of Insects, Mites and Spiders*. John Wiley & Sons, New York, pp. 609-644.

McMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. (1966). The influence of pollen and prey density on the number of prey consumed by *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 59: 147-149.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2009). Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae [Internet]. En: [http:// www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/](http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/) (Consultado el 26/04/2010).

MOMEN, F.; EL-BOROLOSSY, M. (1999). Suitability of the citrus brown mite, *Eutetranychus orientalis* as prey for nine species of phytoseiid mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Acarologia*, vol. 40, fasc. 1: 19-23.

MOMEN, F.; EL-BOROLOSSY, M. (1997). Suitability of the citrus brown mite, *Eutetranychus orientalis* (Acari, Tetranychidae) as prey for nine species of phytoseiid mites. *Anzeiger fur Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 70: 155-157.

NOMIKOU, M. (2003). Combating whiteflies: predatory mites as a novel weapon. PhD Dissertation, University of Amsterdam.

OEPP/EPPO (1990). Specific quarantine requirements. *EPPO Technical Documents* N° 1008.

OEPP/EPPO (2010). European and Mediterranean Plant Protection Organization: *Reporting Service N°3*, Paris, 01-03-2010.

PRITCHARD, A.E.; BAKER, E.W. (1955). A revision of the spider mite family Tetranychidae. *Pac. Coast Entomol. Soc. Mem.*, ser. 2. pp. 472.

RASMY, A.H.; EL-BANHAWY, E.M. (1974a). Behaviour and bionomics of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Acarina: Phytoseiidae) as affected by physical surface features of host plants. *Entomophaga*, 19: 255-257.

RIPOLLÉS, J.L.; MARSÀ, M.; MARTÍNEZ, M. (1995). Desarrollo de un programa de control integrado de las plagas de los cítricos en las comarcas del Baix Ebre-Montsià. *Levante Agrícola*, 332: 232-248.

RIPOLLÉS, J.L.; MELIÀ, A. (1980). Primeras observaciones sobre la proliferación de *Conwentzia psociformis* (Curt.) (Neuroptera, Coniopterygidae), en los cítricos de Castellón de la Plana. *Bol. Serv. Plagas*, 6: 61-66.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. (2003). Effect of temperature on intrinsic rates of natural increase (rm) of a coccinellid and its spider mite prey. *Biocontrol*, 48: 57-72.

SANDERSON, J.P.; McMURTRY, J.A. (1984). Life history studies of the predaceous mite *Phytoseius hawaiiensis*. *Entomol. Exp. Appl.*, 35: 227-234.

SCHAUSBERGER, P. (1997). Inter- and intraespecific predation on immatures by adult females in *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acar: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 21: 131-150.

SCHÜTTE, C.; VAN BAALEN, P.; DIJKMAN, H.; DICKE, M. (1998). Change in foraging behaviour of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* after exposure to dead conspecifics and their products. *Entomol. Exp. Appl.*, 88: 295-300.

SCHÜTTE, C.; HULSHOF, J.; DIJKMAN, H.; DICKE, M. (1995). Change in foraging behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*: some characteristics of a mite population that does not respond to herbivore-induced synomones. *Proc. Exp. Appl. Entomol.*, NEV, Amsterdam, 6: 133-139.

SMITH-MEYER, M.K.P. (1987). *African Tetranychidae (Acari: Prostigmata) with reference to the world genera*. Entomology Mem. Dep. Agric. Wat. Supply Repub. S. Afr. N° 69, pp. 175.

SMITH-MEYER, M.K.P. (1981). *Mite pests of crops in southern Africa*. Science Bulletin, Department of Agriculture and Fisheries, Republic of South Africa: n° 397, pp. 65-67.

SMITH, D.; BEATTIE, G.A.C.; BROADLEY, R. (1997). Citrus pests and their natural enemies. Integrated pest management in Australia. State of Queensland, DPI & HRDC, Brisbane.

SWIRSKI, E.; AMITAI, S.; DORZIA, N. (1970). Laboratory studies on the feeding habits, post-embryonic survival and oviposition of the predaceous mites *Amblyseius chilensis* Dosse and *Amblyseius hibisci* (Chant) on various kinds of food substances. *Entomophaga*, 15: 93-106.

SWIRSKI, E.; AMITAI, S.; DORZIA, N. (1967). Laboratory studies on feeding development and reproduction of predaceous mites *Amblyseius rubini* Swirski and Amitai and *Amblyseius swirskii* Athias (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. *Isr. J. Agric. Res.*, 17: 101-119.

TANIGOSHI, L.K.; BAHDOUSHEH, M.; BABCOCK, J.M.; SAWAQED, R. (1990). *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) a predator of *Eutetranychus orientalis* (Klein) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) in Jordan: toxicity of some acaricides to *E. orientalis*. *Arab Journal of Plant Protection*, 8: 114-120.

TANIGOSHI, L.K.; FAGERLUND, J.; NISHIO-WONG, J.Y. (1981). Significance of temperature and food resources to the developmental biology of *Amblyseius hibisci* (Chant) (Acarina, Phytoseiidae). *Z. Ang. Entomol.*, 92: 409-419.

URBANEJA, A.; PASCUAL-RUIZ, S.; PINA, T. et al. (2008). Efficacy of some acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and their side-effects on selected natural enemies occurring in citrus orchards. *Pest Manag. Sci.*, 64: 834-842.

VACANTE, V. (2010). *Citrus Mites: Identification, Bionomy and Control*. CABI Eds., 352 pp.

VAN DER GEEST, L.P.S.; ELLIOT, S.L.; BREEUWER, J.A.J.; BEERLING, E.A.M. (2000). Diseases of mites. *Exp. Appl. Acarol.*, 24: 497-560.

ZHIMO, Z.; McMURTRY, J.A. (1990). Development and reproduction of 3 *Euseius* (Acari, Phytoseiidae) species in the presence and absence of supplementary foods. *Exp. Appl. Acarol.*, 8: 233-242.