

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**UTILIZACIÓN DE *AMBLYSEIUS SWIRSKII* ATHIAS-HENRIOT  
(ACARI: PHYTOSEIIDAE), UN ENEMIGO NATURAL CLAVE  
PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL  
CULTIVO DE PIMIENTO EN INVERNADERO**

por

José Hermes BUENAHORA ACOSTA

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
Magíster en Ciencias Agrarias, opción  
Ciencias Vegetales

Montevideo  
Uruguay  
Octubre 2014

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Lic. Carlos Bentancourt , Ing. Agr. (PhD) Guillermo Galván, Lic (PhD) Martín Bollazi y Ing. Agr. (MSc) Diego Maeso, el 22de octubre de 2014. Autor: Ing. Agr. José Buenahora. Director Dr. Cesar Basso, Co-director Dr. Olivier Bonato.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Cesar Basso por la dirección del trabajo, orientación en el análisis, correcciones, y enseñanzas.

Al Dr. Olivier Bonato por las sugerencias al trabajo y su orientación estadística.

A la Dirección de la regional INIA Salto Grande por la disposición y apoyo para la realización de la tesis.

A la Empresa Brometan en la persona del Ing Agr. Carlos Silvestre por el suministro de *Amblyseius Swirskii* y por la información acerca de su manejo.

Al Ing. Agr. Msc. Álvaro Otero por su aporte en el análisis estadístico.

A la Dirección General de Servicios Agrícolas, del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, por su diligencia en la aplicación de las normativas para el ingreso del agente de control biológico al país.

Al productor Sr. José Luis Ferreira por brindar las facilidades logísticas donde se realizó el estudio.

A los compañeros de Protección Vegetal, Entomología, de INIA Salto Grande por su colaboración en las actividades.

A mi esposa y mis hijas por su paciencia, apoyo y confianza.

A mis padres.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b> .....	II
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	III
<b>RESUMEN</b> .....	VII
<b>SUMMARY</b> .....	VIII
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
1.1.1. <u>Los cultivos hortícolas a campo y protegidos en Uruguay</u> .....	3
1.1.1.1. El cultivo de pimiento .....	3
1.1.1.2. El cultivo de pimiento a campo y protegido en Uruguay .....	3
1.1.1.3. Las plagas del cultivo de pimiento .....	5
1.1.2. <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	5
1.1.2.1. Clasificación taxonómica .....	5
1.1.2.2. Origen, distribución e importancia .....	5
1.1.2.3. Descripción y biología .....	6
1.1.2.4. Daños .....	7
1.1.3. <i>Bemisia tabaci</i> .....	8
1.1.3.1. Clasificación taxonómica .....	8
1.1.3.2. Origen, distribución e importancia .....	9
1.1.3.3. Descripción y biología .....	10
1.1.3.4. Daños .....	12
1.1.4. <i>Polyphagotarsonemus latus</i> .....	13
1.1.4.1. Clasificación taxonómica .....	13
1.1.4.2. Origen, distribución e importancia .....	13
1.1.4.3. Descripción y biología .....	13
1.1.4.4. Daños .....	15

1.1.5. <u>Control químico de las plagas del pimiento</u> .....	15
1.1.6. <u>Manejo integrado de plagas</u> .....	17
1.1.6.1. El extracto de neem, un producto incorporado al manejo integrado de plagas .....	19
1.1.6.2. Efectos del extracto de neem sobre las moscas blancas .....	20
1.1.6.3. Efectos del extracto de neem sobre los trips .....	21
1.1.6.4. Efectos del extracto de neem sobre los ácaros .....	21
1.1.7. <u>Control biológico</u> .....	23
1.1.7.1. Principales métodos de control biológico .....	24
1.1.7.2. Control biológico y la utilización de productos químicos .....	26
1.1.7.3. Control biológico de las principales plagas de pimiento en invernadero .....	27
1.1.8. <u>Un enemigo clave: <i>Amblyseius swirskii</i></u> .....	28
1.1.8.1. Ciclo biológico .....	30
1.1.8.2. Diapausa reproductiva .....	31
1.1.8.3. Efecto de la humedad relativa .....	33
1.1.8.4. Plantas hospederas .....	33
1.1.8.5. Hábitos alimenticios .....	34
1.1.8.6. <i>Amblyseius swirskii</i> y el control de <i>Bemisia tabaci</i> .....	34
1.1.8.7. <i>Amblyseius swirskii</i> y el control de <i>Frankliniella occidentalis</i> ..	35
1.1.8.8. <i>Amblyseius swirskii</i> y el control de <i>Polyphagotarsonemus latus</i>	36
1.1.9. <u>Mallas</u> .....	37
1.2. HIPÓTESIS .....	39
1.3. OBJETIVOS .....	39
<b>2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b> .....	40
2.1. INSTALACIONES UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO .....	40
2.2. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO .....	41
2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	42
2.4. PROCEDENCIA DEL ENEMIGO NATURAL Y SU LIBERACIÓN EN EL INVERNADERO .....	43
2.5. EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS .....	44

2.5.1. <u>Conteo sobre hojas en el campo</u> .....	45
2.5.2. <u>Conteo sobre hojas en el laboratorio</u> .....	46
2.5.3. <u>Conteo sobre flores</u> .....	46
2.6. REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA .....	46
2.7. CÁLCULO DE LOS GRADOS DÍA DE <i>A. SWIRSKII</i> .....	47
2.8. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA MALLA DE 50 MESH PARA EXCLUIR A <i>A. SWIRSKII</i> .....	47
2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	47
<b>3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b> .....	49
3.1. MUESTREO DE HOJAS .....	49
3.1.1. <i>Amblyseius swirskii</i> .....	49
3.1.1.1. Análisis por períodos .....	56
3.1.2. <i>Bemisia tabaci</i> (huevos y ninfas) .....	59
3.1.2.1. Análisis por períodos .....	62
3.1.3. <i>Bemisia tabaci</i> (adultos) .....	63
3.1.3.1. Análisis por períodos .....	65
3.1.4. <i>Poliphagotarsonemus latus</i> .....	66
3.2. MUESTREO DE FLORES .....	66
3.2.1. <i>Amblyseius swirskii</i> .....	66
3.2.1.1. Análisis por períodos .....	68
3.2.2. <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	69
3.2.2.1. Análisis por períodos .....	71
<b>4. <u>CONCLUSIONES</u></b> .....	74
<b>5. <u>BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	75
<b>6. <u>ANEXO:</u></b> Utilización de <i>Amblyseius swirskii</i> Athias Henriot, un enemigo natural clave para el manejo integrado de plagas en el cultivo de pimiento en invernadero .....	92

## RESUMEN

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo invernadero en la región hortícola de Salto sufre perjuicios importantes por la acción de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) y del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Con el objetivo de modificar esta situación se introdujo al país y se evaluó la eficacia de la liberación de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en parcelas cerradas con malla anti-moscas blancas (tratamiento 1) y abiertas según el diseño convencional (tratamiento 3), y el efecto del cerramiento con malla sin liberación (tratamiento 2). Se utilizaron productos fitosanitarios cuando fue necesario dentro de una estrategia de manejo integrado de plagas. Para el monitoreo de la artropofauna se cuadrícularon las parcelas en 30 celdas y se realizaron recuentos semanales sobre una planta tomada al azar por celda. En cada planta se seleccionó una hoja de tres estratos (superior, medio e inferior), contabilizando en el invernadero el número de trips y de adultos de moscas blancas y, en el laboratorio, el número de huevos y ninfas de moscas blancas, y de huevos y formas móviles del ácaro depredador en un círculo de 2,5 cm de diámetro en dichas hojas. Además, se extrajeron dos flores al azar por planta muestreada para contar en el laboratorio los individuos de *F. occidentalis* y *A. swirskii* presentes en su interior. Los muestreos se realizaron semanalmente desde el trasplante del cultivo (marzo de 2011) hasta fines de noviembre del mismo año. Para el análisis estadístico se utilizó un modelo lineal generalizado (GLM) y para la separación de medias el procedimiento LSMEANS. *Amblyseius swirskii* en las parcelas del invernadero con y sin malla ejerció un efecto muy eficaz sobre la población de *B. tabaci*, pero no impidió la abundancia de *F. occidentalis* en primavera, sobre todo en las parcelas sin malla. La utilización de malla favoreció el incremento de la población de *A. swirskii*, posiblemente por el aumento de la temperatura. La incorporación de un producto fitosanitario a base de azadiractina (Neem) fue útil para reducir la población de *F. occidentalis*, aún cuando por un corto lapso tuvo un efecto depresor sobre *A. swirskii*.

**Palabras claves:** control biológico, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, malla, azadiractina.

## USE OF *AMBLYSEIUS SWIRSKII* ATHIAS-HENRIOT, A KEY NATURAL ENEMY ON THE INTEGRATED PEST MANAGEMENT OF SWEETPEPPER GREENHOUSE CROPS

### SUMMARY

Sweetpepper (*Capsicum annuum*) greenhouse crops in the horticultural region of Salto suffer important damages by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) whitefly and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) thrips. In order to modify this situation *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari:Phytoseiidae) was introduced to the area and its efficiency against whiteflies was assessed in net-confined (treatment 1) and in open plots according to conventional design (treatment 3) compared to just net-confined plots (treatment 2). Pesticides were used when necessary within an integrated pest management approach. To monitor arthropod fauna, a grid of 30 cells was drawn in the plots and weekly counts were performed over a plant randomly picked per cell. The number of thrips and adult whiteflies was counted in one leaf/plant from three levels (superior, medium and inferior) at the greenhouse. Whitefly eggs and nymphs, predator mite eggs and mobile morphs were counted at the laboratory, in a circle of 2.5cm of diameter on the leaves. Besides, two flowers were randomly picked for each sampled plant in order to count *F. occidentalis* and *A. swirskii* individuals at the laboratory. Sampling was performed from crop transplantation (March 2011) to the end of November in the same year. The statistical analysis was conducted using Generalized Linear Models (GLMs), and the procedure LSMEANS was used for mean separation. *Amblyseius swirskii* had a very efficient effect on the population on *B. tabaci* in greenhouse plots with and without net, though it was not able to prevent *F. occidentalis* from reaching high levels, mainly in patches without net. Net use favored the increase of *A. swirskii* population, possibly due to the increase of temperature. The addition of a pesticide made from azadirachtin (Neem) was useful to reduce *F. occidentalis* population, even when it had a short depressing effect over *A. swirskii*.

**Key words:** biological control, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, net, azadirachtin.



## **1. INTRODUCCIÓN**

El pimiento (*Capsicum annum* L.) cultivado bajo invernadero es la segunda hortaliza en término de importancia, después del tomate, en el litoral norte de Uruguay, tanto si se considera en volumen como en valor bruto de producción. En dicha región en la temporada productiva 2009-2010 el pimiento fue plantado por 234 productores y abarcó 130 hectáreas de superficie, contribuyendo con el 83% de la oferta total nacional del rubro (MGAP-DIEA, 2012).

Las dificultades en el control sanitario de este cultivo en la región hortícola de Salto se explican, fundamentalmente, por la aparición en 2002 de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Rodríguez et al., 2003), que presenta elevado número de generaciones al año, amplio rango de plantas hospederas que favorecen su multiplicación y gran capacidad de desarrollar resistencia a los insecticidas (Byrne y Bellows, 1991; Horowitz et al., 2007). También otras plagas afectan al cultivo, como el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Esta situación se agrava por factores que facilitan el desarrollo de las plagas, como el incremento de las áreas de plantación con cultivo en invernadero durante todo el año lo cual asegura continuidad de temperaturas favorables para ésta y otras plagas, y presencia de cultivos nuevos y abandonados a cortas distancias (Stansly y Natwick, 2010).

El control de las plagas del pimiento en invernadero en Uruguay se basa tradicionalmente en la aplicación de insecticidas químicos acompañados, en algunos casos, del monitoreo de las plagas y sus daños para determinar los momentos de intervención. La acción resulta en un número elevado de aplicaciones químicas durante todo el ciclo del cultivo que, además del costo económico para los productores que ello ocasiona, genera riesgos para los trabajadores agrícolas, residuos para los consumidores y efectos en el ambiente. Al mismo tiempo, este modelo productivo crea dificultades para generar nuevos canales de comercialización de la producción en el exterior, alternativa imprescindible si se quiere superar las limitaciones impuestas al desarrollo del sector por el tamaño del mercado interno.

El control biológico, como herramienta central del manejo integrado de plagas, se desarrolla en forma sostenida en la horticultura de numerosos países, incentivado por las limitaciones que el comercio internacional impone en cuanto a residuos y productos a utilizar y el alto valor de su producción por unidad de superficie (van Lenteren, 2003; van Der Blom, 2010). Fruto de ello, desde hace varios años existen a nivel internacional empresas capaces de proveer enemigos naturales para el control de sus diferentes plagas. Uruguay ha permanecido fuera de esta situación debido a distintos factores, entre los cuales se incluye la limitada oferta de enemigos naturales para estos cultivos a nivel nacional o por carencias en el manejo general de los cultivos donde se los quiere introducir que dificulta la utilización de agentes de control biológico. En el cultivo de pimiento el depredador *Amblyseius* (= *Typhlodromips*) *swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) ha pasado a ser un componente clave de esta estrategia en numerosos países por su alta eficacia como agente de control y su disponibilidad comercial (Bolckmans et al., 2005; Calvo, 2011). Es de mencionar que esta especie no ha sido reportada en Uruguay previo a este estudio.

Por otra parte, dado que en el norte de nuestro país el cultivo de pimiento en invernadero se instala en verano y transcurre su ciclo hasta el fin de la primavera siguiente, existe una alta presión de plagas al inicio y posibilidades de migraciones externas hacia el cultivo durante diferentes épocas del año. El empleo de mallas como barrera física a los insectos en los invernaderos tradicionales podría favorecer el mejor desempeño del control biológico. Esta herramienta se utiliza en países de Europa con climas próximos al de Uruguay, donde el control biológico en pimiento se utiliza corrientemente (Pérez Parra et al., 2010).

Este estudio se propuso evaluar por primera vez en nuestro país el establecimiento y la eficacia de *A. swirskii* sobre algunas plagas de pimiento, su combinación con productos fitosanitarios y el efecto del uso de mallas anti-moscas blancas en los invernaderos. De este modo, en una perspectiva de manejo integrado de plagas; se aspira a contribuir a la adopción del control biológico en los invernaderos dedicados a la producción de hortalizas en Uruguay.

## 1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1.1. Los cultivos hortícolas a campo y protegidos en Uruguay

En la temporada productiva 2009-2010 las hortalizas ocuparon en Uruguay 10.600 hectáreas y nuclearon a 2.500 productores. De ese total, 10.000 hectáreas se cultivaron a campo y 600 hectáreas como cultivos protegidos, en este último caso involucrando 693 productores. La producción anual de los cultivos protegidos alcanzó más de 50 mil toneladas, lo cual representó un 28% del total de la producción de hortalizas (MGAP-DIEA, 2012).

De acuerdo a los relevamientos, en la región litoral norte de Uruguay (Salto y Bella Unión) la superficie dedicada a la producción de hortalizas se sitúa en las 2.000 hectáreas, con un 81% de la misma con cultivos a la intemperie y el 19% restante en invernadero. El área protegida mencionada (algo más de 390 hectáreas) representa el 65% de esta modalidad en el país y el 81% si no consideramos los cultivos de frutilla (fresa) (*Fragaria x ananassa* Dutchesne) y lechuga (*Lactuca sativa* L). Por su parte, en el sur de país se dedican a la horticultura 324 productores y ocupan una superficie de 8.446 hectáreas, donde los cultivos protegidos cubren 210 hectáreas (MGAP-DIEA, 2012) (Fig. 1).

#### 1.1.1.1. El cultivo de pimiento

Todas las especies de pimiento pertenecen al género *Capsicum*, el cual se incluye en la extensa familia de las solanáceas. La taxonomía dentro del género *Capsicum* es compleja debido a la gran variedad de formas existentes y la diversidad de criterios utilizados en la clasificación (Nuez et al., 1996). Una de las especies cultivadas es *annuum* destacándose por poseer flores blancas (IBPGR, citado por Nuez et al., 1996).

#### 1.1.1.2. El cultivo del pimiento a campo y protegido en Uruguay

En Uruguay se cultivan 264 hectáreas de pimiento a campo y protegido con la participación de 594 productores. En el norte del país 234 productores cultivan 130 hectáreas de pimiento en invernadero, lo cual representa el 90% del área del rubro

protegida, contribuyendo con el 83 % de la oferta total nacional alcanzando una producción anual de 12.500 toneladas. En el sur del país 360 productores cultivan 120 hectáreas de pimiento a campo y 14 hectáreas en invernadero con una producción de 2.586 toneladas, representando el 17% del total de la oferta de este rubro (MGAP-DIEA, 2012).

En el departamento de Salto el cultivo de pimiento en invernadero se siembra en los meses de enero y febrero, y se cosecha desde abril hasta diciembre. De junio a agosto es la época más dificultosa para el cultivo a raíz de factores ambientales desfavorables, como las bajas temperaturas (sobre todo las nocturnas), humedad ambiental elevada y escasa luminosidad.



Figura 1. Regiones de cultivos hortícolas protegidos en el norte y sur de Uruguay

### 1.1.1.3. Las plagas del cultivo de pimiento

Las principales plagas que afectan el cultivo de pimiento en el litoral norte del país son el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), la mosca blanca del tabaco *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) y el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae).

### 1.1.2. *Frankliniella occidentalis*

#### 1.1.2.1. Clasificación taxonómica

El orden Thysanoptera comprende cerca de 5.500 especies (Mound, 2002) agrupados en dos subórdenes que se diferencian entre sí por la disposición de sus alas en reposo, por la presencia o no de un ovipositor externo y el aspecto del último segmento abdominal. El suborden Tubulifera comprende una única familia (Phlaeothripidae) mientras que el orden Terebrantia agrupa siete familias, entre las cuales la más extensa es Thripidae que reúne el mayor número de especies de importancia económica (Lewis, 1973; Bentancourt et al., 2009).

A nivel mundial, la familia Thripidae incluye cerca de 1.700 especies agrupadas en 260 géneros. Se reconocen dos subfamilias (Panchaethripinae (= Heliothripinae) y Thripinae) que incluyen muchas especies conocidas como plagas de la agricultura (Mound y Marullo, 1996). Dentro de Thripinae, los géneros más importantes son *Thrips* y *Frankliniella* que se diferencian entre sí, entre otros caracteres, por la presencia o ausencia de hileras de cerdas en las alas posteriores, el número de pares de cerdas interocelares, la ubicación de la ctenidia y el número de segmentos de las antenas (Mound, 2001).

#### 1.1.2.2. Origen, distribución e importancia

El trips occidental de las flores (Western flower thrips) como se le conoce en el Hemisferio Norte, fue descrito por Pergande en 1885 bajo el nombre de *Euthrips occidentalis*. En 1912, Karny ubica a esta especie dentro del género *Frankliniella*. La lista de sinónimos se ha continuado revisando y ha sido actualizada por Mantel en 1989 (González, 1999).

*Frankliniella occidentalis* está citado como plaga de los cultivos en invernadero en los Estados Unidos desde 1949, aunque no fue considerada como una de las más importantes hasta los años 80. En 1983, fue señalado en Holanda y luego se dispersó rápidamente hacia los invernaderos comerciales de toda Europa (Kirk, 2002; Cloyd, 2009). Actualmente es uno de los problemas más importantes del cultivo de pimiento en España e Italia (Lacasa et al., 1994; Tommasini y Maini, 2001). Por ejemplo, en los invernaderos de la región de Murcia (España) el virus del bronceado del tomate (*Tomato Spotted Wilt Virus*, TSWV) y su vector *F. occidentalis* están señalados como el principal problema del cultivo de pimiento (Sánchez et al., 1997). En Uruguay, *F. occidentalis* fue citado por primera vez por Terra et al. (1999) atacando lechuga, siendo un reconocido vector de la enfermedad denominada “peste negra” que causa severos problemas en los cultivos de solanáceas a campo e invernadero (Lasa, 1983; Bernal, 2010).

El actual estatus de plaga de *F. occidentalis* puede ser atribuido a varios factores, entre los cuales figuran su potencial reproductivo, poder invasivo, capacidad para vivir y alimentarse en zonas ocultas de flores y frutos, la amplia gama de hospederos, la capacidad de transmitir virus y su resistencia a los insecticidas. Las ninfas y adultos se alimentan de una manera similar y pueden compartir los recursos de una misma planta (Reitz, 2009).

#### 1.1.2.3. Descripción y biología

La hembra de *F. occidentalis* mide de 1,2 a 1,6 mm de largo, la coloración es amarillenta o anaranjado amarillenta aunque la invernante es algo más oscura. Sobre la parte anterior de los segmentos abdominales se observa una banda transversal oscura, que en el centro de los segmentos se prolonga hacia atrás, hasta el margen posterior. Las antenas tienen ocho segmentos, el primero es claro, mientras que el segundo y los tres últimos son oscuros, del tercero al quinto la mitad basal es clara y la distal oscura. Las alas son transparentes y forman sobre el dorso de la hembra un banda oscura resultante de la agrupación de los pelos marginales. El macho mide de 0,8 a 0,9 mm, es de coloración clara con algunos segmentos de las antenas oscuros (Bentancourt y Scatoni, 2010).

En función de la temperatura ambiente se registran varias generaciones de esta especie en el ciclo de un cultivo. Con un rango óptimo entre 26 a 29 °C el período de huevo a adulto puede durar de 7 a 13 días. Las hembras adultas pueden vivir más de 45 días y durante el período reproductivo oviponen entre 150 a 300 huevos generalmente en el tejido de la planta (Jensen, 2000; Cloyd, 2009). Si bien la temperatura tiene poco efecto en el total de huevos producidos, la duración del período de puesta y la tasa de oviposición dependen de ella (Lewis, 1973).

En el desarrollo desde huevo a adulto *F. occidentalis* pasa por dos estadios ninfales, prepupa y pupa. Las ninfas inicialmente se alimentan de la epidermis vegetal, las etapas pupales ocurren en el suelo y el trips adulto se alimenta en las flores y brotes terminales (Jensen, 2000). En pimiento, si bien más del 75% de los huevos son puestos en las hojas, las ninfas emigran pronto al interior de las flores donde completan su desarrollo (Gutiérrez et al., 1999). *Frankliniella. occidentalis* incluye en su alimentación el polen (Trichilo y Leigh, citados por Reitz, 2009), lo cual le proporciona carbohidratos, proteínas, esteroides y vitaminas que mejoran la tasa de desarrollo y la habilidad reproductiva de las hembras (Cloyd, 2009). Esta preferencia se ha tomado como referencia en el cultivo de pimiento para la elección de los depredadores que de forma también preferencial y mayoritaria colonicen las flores, para que ejerzan un control eficaz de las poblaciones del trips (Gutiérrez et al., 1999).

#### 1.1.2.4. Daños

*Frankliniella occidentalis* presenta una gran polifagia, alimentándose de, al menos, 250 cultivos diferentes de más de 60 familias de plantas, tanto en invernadero como a campo (Reitz, 2009). Provoca daños directamente a las hojas, flores, frutos y partes más tiernas de los tallos de las plantas al alimentarse y oviponer sobre estos órganos vegetales, lo que lleva a la aparición de necrosis, deformaciones y un aspecto de color plateado en las hojas y frutos. Esto causa la reducción de la actividad fotosintética de las hojas y daños muy graves en los frutos que deprecian notablemente su valor comercial.

Además, daña indirectamente los cultivos vectorizando diferentes Tospovirus que afectan a los cultivos de campo e invernadero provocando importantes pérdidas (Lacasa et al., 1994; Cloyd, 2009). Una vez que *F. occidentalis* ha adquirido el virus permanece como portador del mismo por el resto de su vida (Wijkamp et al., 1996). Al tratarse de un virus polífago, transmitido de forma persistente por un vector también polífago y buen volador, la inmigración de adultos infectivos contribuye a establecer los focos primarios de plantas contaminadas en el cultivo (Cho et al., citado por Lacasa et al., 1994). La utilización de barreras físicas, como las mallas, puede aminorar el número de puntos a partir de los cuales la enfermedad puede ser diseminada por los trips (Lacasa et al., 1994).

En Uruguay este trips vectoriza la peste negra la cual fue mencionada por primera vez en nuestro país en 1944 por Bertelli y Koch de Bertelli (citado por Lasa, 1983). Esta enfermedad es ocasionada por virus del género Tospovirus, entre los cuales se han determinado en Uruguay a *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) y *Groundnut ringspot virus* (GRSV) (Maeso, 2005; Ana Arruabarrena, comunicación personal 6 de febrero de 2013).

El control de *F. occidentalis* con tratamientos químicos es dificultoso porque esta plaga se caracteriza por una alta tasa reproductiva, corto ciclo de vida, residencia en lugares ocultos de las plantas mostrando un comportamiento tigmotáctico y baja sensibilidad frente a los insecticidas comerciales utilizados en la producción de hortalizas. La detección de resistencia en los trips ha incrementado el interés de los productores en el mundo entero por la implementación de programas de control biológico (Tommasini y Maini, 2001; Reitz, 2009).

### 1.1.3. *Bemisia tabaci*

#### 1.1.3.1. Clasificación taxonómica

Las moscas blancas pertenecen al orden Hemiptera, super-familia Aleyrodoidea, familia Aleyrodidae. Esta familia incluye más de 160 géneros y 1.500 especies que se subdividen en 3 subfamilias (Aleurodicinae, Aleyrodinae y Udamosellinae). La identificación de los géneros y especies se basa en las características del cuarto estado ninfal (puparios). La subfamilia Aleurodicinae, con 18 géneros y 118



especies, es considerada la más primitiva y sus individuos se caracterizan por la presencia de una compleja venación de sus alas. La subfamilia Aleyrodinae, con 150 géneros y 1.438 especies, es la más evolucionada y la más ampliamente distribuida. Entre sus géneros se destacan *Bemisia* y *Trialeurodes*. Por su parte, la subfamilia Udamosellinae presenta poca importancia (Byrne y Bellows, 1991; Evans, 2007).

Inicialmente la mosca blanca del tabaco fue descrita como *Aleyrodes tabaci* en 1889 por Gennadius. En 1936, Takahashi colocó la especie *tabaci* en el género *Bemisia*, tal como permanece hasta hoy (Calvo, 2011).

#### 1.1.3.2. Origen, distribución e importancia

*Bemisia tabaci* es polífaga y tiene la habilidad de atacar múltiples malezas, plantas ornamentales y cultivos comerciales extensamente distribuido en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Se la ha encontrado en lugares tan lejanos entre sí como el sur de Europa, el sur de Estados Unidos, América del Sur y Japón sobre una amplia gama de cultivos que pertenecen a diferentes familias botánicas, catalogándose más de 350 especies de plantas hospederas (Hirano et al., 1993).

*Bemisia tabaci*, cuyo probable origen se encuentra en India (Stansly, 1994), fue primero descrita sobre tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en Grecia en 1889. En la misma década fue reportada en el Estado de Florida (EEUU), pero no fue considerado plaga hasta casi 100 años más tarde (Mckenzie, 2004). En algodón (*Gossypium hirsutum* L.) se lo detectó en India a finales de la década de 1920 e inicios de la década siguiente. En Sudán e Irán se la citó en 1950, en El Salvador en 1961, en México en 1962, en Brasil en 1968, en Israel en 1976, en Tailandia en 1978, en Arizona y California en 1981 (Horowitz, citado por Hirano et al., 1993).

En invernaderos, *B. tabaci* fue registrada por causar serios daños en hortalizas en 1974 en Turquía, en Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en EE.UU en 1986 y en Japón en 1989 (Ohto, citado por Hirano et al., 1993). Luego fue señalada como la plaga principal de hortalizas en el sur y las zonas centrales del Estado de Florida en EEUU, donde el tomate fue el cultivo más afectado en invernaderos (Hirano et al., 1993). En España, si bien esta mosca blanca está presente desde 1970, cobró una gran importancia como plaga de diversos cultivos

hortícolas desde finales de la década de 1980 cuando en zonas como Almería se detectaron elevadas poblaciones de *B. tabaci* afectando a diversos cultivos (Rodríguez- Rodríguez et al., 1994). En Uruguay se constató por primera vez su presencia en el año 1999 en cultivos de pimiento en Bella Unión (Grille y Basso, 2001) y posteriormente extendió su distribución a la región de Salto en 2002 (Rodríguez et al., 2003).

Actualmente se ha determinado que *B. tabaci* es un complejo de especies con muchos biotipos (Bellows et al., 1994; Perring, 2001). Los sistemáticos de las moscas blancas notaron una superposición sustancial en los caracteres morfológicos que fueron usados para separar varias especies. De esta manera el término biotipo designa poblaciones que carecen de distinciones morfológicas, pero poseen otras características que sirven para separarlas, como las diferencias en el rango de plantas hospederos, la capacidad de transmisión de virus y la adaptación al hospedero (Perring, 2001; Boykin et al., 2007). Así, un gran número de poblaciones de *B. tabaci* han sido evaluadas por métodos moleculares diferenciándose un complejo de 11 grupos bien definidos que contienen al menos 24 especies morfológicamente indistinguibles (De Barro et al., 2011). Entre los 32 biotipos descritos (Dinsdale et al., 2010), el B y el Q son los más comunes e invasivos. El biotipo Q es nativo de la cuenca mediterránea mientras el B es frecuente en una zona que se extiende desde el nordeste de África a la península árabe (De Barro et al., 2000). En Uruguay, se determinó que adultos de *B. tabaci* colectados en cultivos de pimiento y melón en invernaderos de producción comercial de la región de Salto y Bella Unión pertenecieron al biotipo Q (Grille et al., 2011).

#### 1.1.3.3. Descripción y biología

*Bemisia tabaci* es un insecto pequeño que mide de 2 a 3 mm cuando adulto. Tiene un aparato bucal pico-suctor y se localiza en el envés de las hojas de sus hospederos. Presenta metamorfosis incompleta denominada hemimetabolía, es decir su ciclo de vida incluye una etapa de huevo, cuatro estadios ninfales y el adulto.

El huevo es de forma oval sub-elíptico y delgado hacia el extremo distal. Mide en promedio 0,2 mm de largo y 0,096 mm en la parte más ancha. La oviposición

ocurre en el envés de las hojas y los huevos recién depositados tienen un corion suave de color amarillento brillante y están cubiertos por un polvillo blanco proveniente de las alas de la hembra. El período de incubación varía con la temperatura y la humedad: a 25 °C y 75% de HR la duración del estado de huevo es de 6 a 7 días (Lopez-Avila, 2004). Después de la eclosión, los individuos inmaduros permanecen en el envés de las hojas. Allí transcurren cuatro estadios ninfales que se diferencian principalmente por cambios en el tamaño y la acumulación de sustancias cerosas sobre su cuerpo, hasta que alcanzan la etapa adulta (Byrne y Houck, 1990; Byrne y Bellows, 1991). El primer estadio ninfal tiene forma elíptica alargada y coloración amarillenta con ojos simples rojos. Se trasladan a corta distancia antes de fijarse definitivamente y de retraer sus patas y antenas, se alimentan a través de sus estiletes insertados en el tejido vegetal. Las ninfas de segundo estadio son de mayor tamaño que las de primer estadio y muestran una coloración amarillo brillante. Las ninfas de tercer y cuarto estadio (pupario) dejan de alimentarse, su cuerpo experimenta un engrosamiento, se aprecian los ojos compuestos de color rojo y se van distinguiendo gradualmente los esbozos de las alas. Próximo a la emergencia se aprecia el cuerpo del adulto en el interior del pupario (Bentancourt y Scatoni, 2010).

Una vez finalizado el estado de ninfa, que a 25 °C dura de 15 a 17 días, emerge el adulto por una abertura dorsal en forma de “T” invertida (Lopez-Avila, 2004). Los adultos, de aproximadamente 1 mm de largo, con alas blancas cubiertas de un polvo ceroso presentan dimorfismo sexual: las alas de las hembras tienen mayor extensión que las de los machos, 2,13 mm y 1,81 mm respectivamente (Byrne y Houck, 1990; Byrne y Bellows, 1991).

El tiempo del desarrollo de *B. tabaci* de huevo a adulto es considerablemente diferente según la planta hospedera de la que se alimenta y es fundamentalmente afectado por la temperatura. Coudriet et al. (1985a) trabajando a una temperatura de  $26,7 \pm 1^\circ\text{C}$  determinaron que el tiempo requerido para completar el desarrollo del huevo al adulto fue completado en un 30 % menos de tiempo sobre lechuga, pepino (*Cucumis sativus* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.) y squash (*Cucurbita moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poir) que sobre brócoli (*Brassica oleracea* L.) o zanahoria (*Daucus carota* L.). Sobre plantas de algodón, en cámaras

de cría a temperatura constante, el tiempo promedio de desarrollo de huevo a adulto es de 65,1 días a 14,9 °C, 23,6 días a 25 °C, 17,8 días a 27,5 °C y 16,6 días a 30 °C. Los huevos no eclosionaron cuando la temperatura fue de 36,0 °C (Butler et al., 1983). Muñiz y Nombela (1997) en plantas de pimiento a una temperatura constante de  $25 \pm 1$  °C obtuvieron una duración promedio del período huevo-adulto de  $16 \pm 0,37$  días. En plantas de berenjena, trabajando a temperaturas constantes, el tiempo promedio de desarrollo fue de 104,9 días a 15 °C, 17,6 días a 25 °C y 14 días a 30 °C (Wang y Tsai, 1996). La vida del adulto es afectada por la temperatura y varía entre los sexos, los machos viven un promedio de 7,6 y 11,7 días y las hembras 8,0 y 10,4 días a 26,7 y 32,2 °C respectivamente (Butler et al., 1983). Por otra parte Hirano et al. (1993) reportaron que las hembras viven de 10 a 15 días durante el verano y de 30 a 60 días en el invierno.

Algunos estudios indican que una hembra es capaz de oviponer hasta 300 huevos durante su vida y que los huevos de hembras vírgenes producen machos, mientras que las que han copulado dan origen a los dos sexos. En condiciones tropicales, *B. tabaci* puede tener de 11 a 15 generaciones por año (Hirano et al., 1993; Lopez- Avila, 2004).

#### 1.1.3.4. Daños

Las moscas blancas causan daños directos e indirectos a los cultivos provocando importantes pérdidas económicas. El daño directo es causado por las ninfas y adultos por la succión de savia en el envés de las hojas. Si el clima lo permite, y hay disponibilidad de hospederos, tienen el potencial de incrementar exponencialmente sus poblaciones, afectando los procesos fisiológicos de las plantas, produciendo debilitamiento, amarillamiento, deformación del follaje y hasta defoliación. Como consecuencia de este daño puede producirse una seria reducción en los rendimientos de los cultivos. Los daños indirectos ocurren por el depósito de una secreción azucarada en hojas y frutos, que favorece el desarrollo de hongos saprófitos con aparición de fumagina que afecta la actividad fotosintética de las hojas y la calidad de los frutos. *Bemisia tabaci* también es un vector muy importante de enfermedades a virus que muchas veces tienen efectos devastadores sobre las plantas. Actualmente

se conocen más de 150 virus transmitidos por moscas blancas y el número continúa en crecimiento (Hilje et al., 2001; Stansly y Natwick, 2010). Entre los virus fitopatógenos, Tomato Yellow Leaf Curled Virus (TYLCV) es de los más importantes y con más impacto económico (Moriones y Navas-Castillo, 2010).

#### 1.1.4. *Polyphagotarsonemus latus*

##### 1.1.4.1. Clasificación taxonómica

Su posición taxonómica según Krantz, citado por Rodríguez (2001), es la siguiente: pertenece a la Subclase Acari Van der Hammen, 1972, Orden Acariformes Van der Hammen, 1972, Suborden Actinedida Linquist, 1976, Superfamilia Tarsonemoidea Ewing, 1939, Familia Tarsonemidae Kramer, 1877, Subfamilia, Tarsoneminae Ewing, 1939, Género *Polyphagotarsonemus* Beer y Nucifora, 1965, Especie *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) Beer y Nucifora, 1965

##### 1.1.4.2. Origen, distribución e importancia

La familia Tarsonemidae incluye más de 500 especies de ácaros extensamente distribuidos en el mundo. *Polyphagotarsonemus latus* es una importante plaga de cultivos y plantas ornamentales en diversas regiones tropicales, subtropicales e invernaderos en áreas templadas del planeta. Como su nombre lo sugiere es polífago y ataca numerosos cultivos de diversas familias que incluyen solanáceas, cucurbitáceas y malváceas (Fasulo, 2010; Montasser et al., 2011; Rodríguez et al., 2011).

Entre los hospederos, Stansly y Castillo (2009) y van Maanen et al. (2010) mencionan que este ácaro es una seria plaga de varios cultivos en invernadero, incluyendo pimiento, pepino y berenjena.

##### 1.1.4.3. Descripción y biología

Se trata de un ácaro pequeño, la hembra mide 0,2 mm de longitud, y presenta cuerpo robusto, oval y claramente ensanchado. Su color es blanco amarillento o verdoso. Los dos primeros pares de patas son robustos, el cuarto par, que no lo utiliza para caminar, es delgado y portador de dos pelos largos terminales. El macho difiere

claramente de la hembra por ser de menor tamaño (0,1 mm) y poseer el extremo posterior del cuerpo estrecho o aguzado. Los cuatro pares de patas están desarrolladas, el cuarto par tiene el tramo final modificado a modo de gancho y presenta dos pelos largos (Bentancourt y Scatoni, 2010).

El ciclo de desarrollo de *P. latus* es extremadamente simple, presenta los estadios de huevo, larva y adulto (Vieira, 1995). Sus huevos son ovales, tienen una base plana que los adosa a la hoja y son muy traslúcidos, excepto en la parte superior donde se observan filas longitudinales de tubérculos blancos (Fasulo, 2010). La larva es blanca, ovoide recién eclosionada y a las pocas horas deviene fusiforme. Posee tres pares de patas y es de movimientos lentos. Le sucede un estadio inactivo y en el interior de su tegumento se transforma en adulto (Almaguel, citado por Rodríguez, 2001).

La longitud de su ciclo de vida varía de acuerdo a las diferentes plantas hospederas y decrece con el incremento de la temperatura (Silva et al., 1998). En condiciones óptimas de temperatura (25 °C) y alta humedad relativa el ácaro puede completar una generación en menos de una semana (Lee et al., citado por Zhang, 2003). Con esto coincide Gerson (1992) quien señala además que el ácaro puede oviponer 40 huevos por hembra. Estudios de la biología de *P. latus* en pimiento en laboratorio determinaron que a 20 °C la duración del período huevo-adulto fue de 5,7 y 6,2 días para machos y hembras respectivamente, mientras que a 25 °C fue de 3,4 días tanto para machos como para hembras (Silva et al., 1998).

Humedades relativas menores a 30 % y mayores a 90 %, como temperaturas por debajo de 12-14 °C (umbral teórico inferior) o encima de 33-35 °C (umbral teórico superior) tienen un efecto perjudicial sobre el aumento de sus poblaciones (Jones y Brown, citados por Gerson, 1992).

La dispersión de este ácaro se realiza a cortas distancias por sí mismo, y a mayores distancias por los vientos, los insectos (sobre todo en los tarsos y tibias de las moscas blancas) y el ser humano (Zhang, 2003). Por otra parte, Peña y Campbell (citados por Fasulo, 2010) mencionan que las ninfas hembras a menudo son transportadas por los machos hacia las hojas nuevas. Los machos son muy activos y en climas cálidos viven aproximadamente una semana, mientras las hembras pueden

sobrevivir algunos días más (Kabir, citado por Gerson, 1992). Tienen una distribución espacial agregada (Gerson, 1992).

#### 1.1.4.4. Daños

Los ácaros por lo general se encuentran sobre las partes superiores de las plantas, alimentándose en los brotes apicales y en el envés de las jóvenes hojas. Estas, que son fuertemente dañadas, quedan deformadas, más rígidas y se enrollan hacia abajo. El crecimiento de la planta es inhibido, los frutos quedan pequeños, retorcidos y con áreas irregulares, y cáscara áspera y oscura (Gerson, 1992; Grinberg et al., 2005).

En el cultivo de pimiento la incidencia desfavorable *P. latus* ha sido indicada en prácticamente todo el mundo. Es considerado una de sus plagas principales al causar la disminución del tiempo útil del cultivo y menores rendimientos. Las pérdidas ocasionadas en la producción de pimiento por este fitófago pueden ser elevadas, desde un 30 hasta el 100 % de la cosecha, registrándose en Cuba mermas de hasta un 80 % (Miranda et al., 2009). Resultados de la investigación sugieren que dicho cultivo es más vulnerable al ataque de ácaro blanco en sus fases iniciales, por lo que en estas etapas debe ser protegido con mayor énfasis (Rodríguez et al., 2011). Las opciones de control comprenden la resistencia de las plantas, el uso de pesticidas y el control biológico (Gerson, 1992).

#### 1.1.5. Control químico de las plagas del pimiento

A mediados del siglo pasado con el surgimiento de nuevos pesticidas químicos sintéticos hubo un entusiasmo muy grande porque se suponía que se eliminaría el problema de los insectos. Su uso se expandió inicialmente por Estados Unidos y luego por el mundo. Sin embargo, pronto se desarrollaron inconvenientes relacionados a la efectividad de aquellos primeros insecticidas, así como se comprobó un descenso en el número de poblaciones de aves y peces (Pimentel et al., citado por Pimentel, 2009).

En los sistemas convencionales de manejo de cultivos, el desarrollo de resistencia es consecuencia del repetido uso de insecticidas con una excesiva

confianza sobre los productos químicos, multiplicando el costo de producción y causando preocupaciones en la comunidad científica (Naranjo y Ellsworth, 2009). Con el tiempo, el fenómeno de la resistencia ha requerido el incremento de las dosis de insecticidas para el control de las plagas, a la vez que se ha tenido que recurrir a distintos tipos de materias activas para el control de las mismas. En adición a esto, distintas especies de enemigos naturales han sido afectados provocando desequilibrios ambientales que transformaron otras especies de insectos en plagas (Pimentel, 2009).

Históricamente, *B. tabaci* ha sido difícil de controlar con los insecticidas convencionales en los sistemas de producción hortícola. En la última década se han generado nuevos productos químicos con una diversidad de novedosos modos de acción y diferentes rutas de actividad para controlar en forma eficaz a las moscas blancas. Los que han tenido el mayor impacto sobre el control de *B. tabaci* son los nicotinoides y los reguladores de crecimiento de los insectos (IGRs). Sin embargo, el empleo intensivo de estos productos en algunos sistemas de producción ha causado una reducción de la sensibilidad de *B. tabaci* a estas materias (Palumbo et al., 2001). La citada especie de mosca blanca tiene un potencial enorme para desarrollar resistencia a diferentes insecticidas (Denholm et al. y Horowitz et al., citados por Vassiliou et al., 2011), tanto cuando se los emplea solos o en combinación con otros, lo cual ha sido documentado en el Mundo (Horowitz y Ishaaya, 1996). El empleo estructurado y restringido de nuevos modos acción en asociación con tácticas de manejo cultural y biológico de la plaga proporcionan un modelo adecuado para combatir la resistencia a los insecticidas (Palumbo et al., 2001).

Por su parte, el trips *F. occidentalis* también es una plaga difícil de controlar con insecticidas pues, como se mencionó anteriormente, insertan los huevos en el tejido de la planta, las ninfas se ubican en áreas protegidas del vegetal, la etapa pupal ocurre en el suelo y el adulto se alimenta dentro de flores y brotes terminales. Por otra parte, las ninfas y adultos muestran un comportamiento tigmotáctico, ocupando grietas estrechas dentro o entre partes de las planta. Este comportamiento los protege de muchos productos químicos que lejos de afectarlos los llevan a desarrollar resistencia en muchas de sus poblaciones a numerosos insecticidas pertenecientes a



organofosforados, carbamatos, piretroides, organoclorados y spinosinas (Jensen, 2000; Contreras et al., 2008). Por otra parte, dado que este trips cumple sus generaciones en un corto tiempo y presenta una alta fecundidad, se favorece el rápido desarrollo de resistencia a los insecticidas (Jensen, 2000).

El manejo para impedir o retrasar el desarrollo de la resistencia es clave para aumentar las posibilidades de un control químico eficaz. Denholm et al., citados por Jensen (2000) listan tres aspectos para manejar la resistencia en las plagas de los cultivos hortícolas protegidos. Primero, el paso más simple es reservar períodos "sin cultivo", aunque esto sea complejo en muchos programas de producción. Segundo, diversificar las tácticas de control, con un empleo mínimo de insecticidas, estableciendo que los productos químicos sólo deben ser usados como la última forma de control. Finalmente, cuando los insecticidas deben ser aplicados, ello debería realizarse de una forma óptima y racional.

En la región de Murcia (España) también el control químico fue de las primeras estrategias utilizadas para el control del trips. Sin embargo, en condiciones óptimas para el desarrollo, multiplicación y movimiento de *F. occidentalis* esta estrategia resultó insuficiente para mantener el nivel de incidencia del virus bajo un umbral económico. Además, los frecuentes tratamientos se mostraban incompatibles con un programa de manejo integrado de plagas (Sánchez et al., 1997).

#### 1.1.6. Manejo integrado de plagas

A fines 1950 y como consecuencia del uso indiscriminado de insecticidas surgió una fuerte preocupación, principalmente en los centros tradicionales de excelencia en el control biológico como California (EEUU), por la desaparición de enemigos naturales y el resurgimiento de plagas. Donde primero se detectaron los resultados catastróficos fue en el cultivo de algodón en América del Norte y Sudamérica, y en frutales de hoja caduca en Canadá, Estados Unidos y Europa (Kogan, 1998). A partir de esa constatación, en Estados Unidos se desarrolla el concepto de 'Control Integrado de Plagas' que consistió principalmente en el uso de insecticidas compatibles con el control biológico (Norris et al., citado por Peshin et al., 2009). Posteriormente, desde la Universidad de California se inició el desarrollo de una

nueva estrategia de manejo de plagas que integró a ecologistas y expertos en control biológico y dio lugar al ‘Manejo Integrado de Plagas’ (MIP) (Smith y Allen, Perkins y Norris et al., citados por Peshin et al., 2009; Naranjo y Ellsworth, 2009). Se coincidió en que el control químico tendría el menor impacto en los enemigos naturales si era aplicado en el momento correcto y bajo las mejores condiciones. Asimismo, se instaló en ese momento el uso del término ‘nivel de daño económico’ (Stern et al., 1959) en lo que fue el primer intento por racionalizar el control de plagas basado en un nivel de daño esperado, considerando además el costo del control. Estos conceptos se manejaron hasta los años 1970 donde el término MIP fue definido por la FAO en Roma como ‘un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del ambiente, utiliza todos los métodos y las técnicas disponibles de la mejor manera para mantener las poblaciones de plagas a un nivel por debajo del que causa daño económico’. En la década de 1980 el foco del MIP se trasladó a utilizar tácticas que promovieran el menor uso posible de pesticidas tales como el control cultural, la introducción de variedades resistentes y el control biológico (Peshin et al., 2009).

Kogan (1998) buscando un acuerdo general de la definición del MIP para ayudar a seleccionar los criterios de su implementación en programas regionales y nacionales, y a partir de un análisis de las definiciones realizadas en los 35 años anteriores, lo resume como un sistema de soporte para la decisión de la selección y empleo de las tácticas de control de plagas, solas o armoniosamente coordinadas dentro de una estrategia de manejo, basado en el análisis de la relación costo/beneficio que tiene en cuenta los intereses e impactos sobre los productores, la sociedad y el ambiente. Por otra parte Naranjo y Ellsworth (2009) afirman que hay cuatro conceptos básicos a tener en cuenta en el MIP: el establecimiento de umbrales para determinar la necesidad del control, el muestreo para determinar la densidad de la población, el entendimiento y la conservación de la capacidad de control biológico del sistema, y el empleo de insecticidas selectivos y el conocimiento de sus impactos.

En Europa los programas de MIP fueron originalmente desarrollados en cultivos perennes pero luego se avanzó sobre los cultivos anuales. En 1956 se fundó la Organización Internacional de Control Biológico (IOBC) quien fue la responsable de

desarrollar los sistemas de MIP de la mayoría de los cultivos de Europa. Actualmente, la Unión Europea provee de incentivos a los productores para incorporar tácticas de MIP que reduzcan el uso de pesticidas (Peshin et al., 2009).

#### 1.1.6.1. El extracto de neem, un producto incorporado al manejo integrado de plagas

El árbol del neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), oriundo de la India, es conocido desde hace 5.000 años y ha sido mencionado desde hace mucho tiempo por sus propiedades contra los insectos (Martínez, citado por Mourao et al., 2004). Es una planta perenne que puede crecer 30 m de alto con una extensión de sus ramas que cubren aproximadamente 10 m. Su corteza y sus hojas contienen moléculas biológicamente activas, pero fundamentalmente en las semillas se encuentran los mayores niveles de azadiractina, un complejo limonoide tetranortriterpenoide, principal componente responsable por el efecto tóxico, antialimentario y repelente sobre los insectos. Dependiendo del ecotipo y las condiciones ambientales locales los árboles maduros pueden producir aproximadamente 2 kg de semillas por año. Actualmente, este árbol es cultivado en la mayoría de las áreas tropicales y subtropicales del mundo para sombra, programas de repoblación forestal y en plantaciones para la producción de azadiractina. También en sus hojas, flores, corteza y raíces se encuentran otros limonoides y compuestos azufrados. Los efectos antialimentarios del neem fueron los primeros en ser descritos científicamente; la primera conferencia internacional se realizó en Alemania en 1980, y actualmente hay una vasta literatura científica que revela tanto los efectos antialimentarios como los fisiológicos más importantes sobre las plagas (Mordue y Nisbet, 2000). Por otra parte, también se reportan diversos efectos biológicos sobre los insectos como reducción de la oviposición y de la tasa de crecimiento, desarrollo anormal y fagodeterrencia (Meisner et al., Warthen et al., Saxena et al., Ascher y Gsell y Ladd et al., citados por Coudriet et al., 1985b). A esto se agrega la mortalidad provocada a los estados de huevo, larva y adulto (Martínez, citado por Mourao et al., 2004).

Actualmente se conoce que la azadiractina actúa principalmente como antialimentario y retardador del crecimiento de más de 200 plagas (Ascher, 1993; Mordue et al., 1998; Isman, 2006). Además, tiene muy baja toxicidad para el

hombre, los animales domésticos, cierto grado de selectividad para los enemigos naturales y no agrede el ambiente (Warthen, citado por Flint y Parks, 1989; Mourao et al., 2004). El aceite de neem es comercializado bajo diversos nombres comerciales como un popular pesticida que puede incluirse en programas de MIP en todas partes del mundo (Li et al., citados por Kiani et al., 2012).

#### 1.1.6.2. Efectos del extracto de neem sobre las moscas blancas

Coudriet et al. (1985b) realizaron estudios para comprobar la eficacia del extracto de neem sobre *B. tabaci* en laboratorio e invernadero. Se evaluó la aplicación de soluciones con 0,2 y 2% sobre la oviposición y mortalidad de huevos y ninfas de este insecto sobre hojas de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Los resultados indicaron una reducción de la viabilidad de los huevos y la oviposición, un mayor período larval e incremento de la mortalidad de larvas, así como una mayor repelencia de adultos. Similares efectos fueron reportados por Flint y Parks (1989). Uno de los productos comerciales más usados, el NeemAzal-T/S (1% de azadiractina) está registrado en Alemania desde octubre de 1998 para el control de varios insectos con aparato bucal masticador y picosuctor en diferentes cultivos hortícolas (Thoeming et al., citado por Kiani et al., 2012). Sus efectos sobre diferentes estados de desarrollo de la mosca blanca *T. vaporariorum* fueron evaluados en laboratorio y en invernadero, verificándose que el tratamiento de los huevos no afectó el número de ninfas emergidas ni el período que va desde la oviposición hasta la emergencia de las ninfas. Sin embargo, la proporción de formación de puparios (basado en el número de ninfas emergidas) fue significativamente reducida después del tratamiento de huevos a los 3, 5 y 7 días de la oviposición. La proporción de adultos emergidos (basados en el número de puparios formados) fue significativamente reducida cuando los huevos fueron tratados a los 5 y 7 días después de la oviposición. En todos los casos el período hasta la emergencia del adulto fue dilatado por el extracto de neem y la aplicación sobre ninfas jóvenes redujo significativamente el número de puparios formados. La aplicación sobre puparios redujo significativamente la proporción de adultos emergidos. Finalmente, cuando las hembras fueron expuestas a residuos de

NeemAzal-T/S no hubo efectos en la mortalidad de los insectos, pero el número de huevos puestos fue significativamente menor cuando había residuos frescos del producto (von Elling et al., 2002). Otros autores, trabajando sobre la aplicación de aceite de neem aplicado sobre *B. tabaci* biotipo B criadas en poroto (*Phaseolus vulgaris* L.), en un invernadero con malla, determinaron que los tres primeros estadios fueron más susceptibles al producto (Pinheiro et al., 2009).

#### 1.1.6.3. Efectos del extracto de neem sobre los trips

En experimentos realizados sobre cebolla (*Allium cepa* L.) para evaluar el control del extracto de neem sobre el *Thrips tabaci* Lindemann (Thysanoptera, Thripidae) se aplicó Nimbecidine (0,03 % de azadiractina, T. Stanes Company Limited, India). El porcentaje de reducción en el número de trips llegó hasta un máximo de 85,5 % a los 10 días después de la primera aplicación realizada 2 meses después del trasplante, usando una dosis 10 ml/l (Ahmed y El-Mogy, 2011). Por otra parte, en Israel se evaluaron dos fuentes de extracto de neem para el control de *F. occidentalis*: un extracto de granos secos (NSKE) y Azatin (Agrydyne Co., Salt Lake City, UT) conteniendo 3 % de azadiractina. Los resultados mostraron que ninguno de ellos causó mortalidad en las hembras adultas, redujo la fecundidad o afectó la eclosión de huevos. Sin embargo, mientras que NSKE aún al 1% era ineficaz contra ninfas en ambos sistemas, Azatin en concentraciones bajas evitó el pasaje del primero al segundo estadio ninfal de la plaga (Ascher et al., 1992).

#### 1.1.6.4. Efectos del extracto de neem sobre los ácaros

Diversos autores han evaluado el efecto de los tetranortriterpenoides extraídos de las Meliaceae sobre ácaros (Mansour y Ascher, Mansour et al., Dimetry et al., Sundaram y Sloane, Momen et al., Castagnoli et al. y Hiiesaar et al., citados por Brito et al., 2006a). El efecto acaricida de la azadiractina ha sido demostrado para diversas especies de tetraníquidos y también sobre *P. latus*. En un experimento realizado con plantas de pimiento picante en macetas tratadas con NeemAzal T/S (1% de azadiractina) a concentraciones de 0,05; 0,10; 0,15 y 0,20 g de i.a./l la tasa instantánea de incremento decreció linealmente con el aumento de las

concentraciones de extracto de neem y se hizo negativa cuando las mismas superaron 0,13 g/l (Venzon et al., 2008).

La toxicidad o selectividad para ácaros puede variar de acuerdo al tipo de solvente utilizado para la extracción de la materia activa, a la parte de la planta procesada (aceite de torta, hojas o semillas) y a la concentración usada de extracto de neem (Mansour y Ascher; Mansour et al., Castiglioni et al. y Mourao et al., citados por Brito et al., 2006a).

Sin embargo, la toxicidad de las formulaciones a base de azadiractina frecuentemente ha mostrado ser mayor para ácaros fitófagos que para depredadores (Mansour et al., Momen et al. y Castagnoli et al., citados por Brito et al., 2006a). Tal es el caso de los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae sobre los que el extracto de neem se ha comportado como poco tóxico para adultos y formas inmaduras (Cuadros 1 y 2), y con bajo impacto en la fecundidad (Mansour et al., Momen et al., Spollen y Isman, citados por Brito et al., 2006b). Los extractos de neem son ampliamente usados en la India, en cultivos orgánicos de EEUU, Australia y países de África y América central (Singh y Saxena, Akhtar, Mojumder et al., citados por Mourao et al., 2004). Otro autores mencionan como método de control la combinación de la liberación de ácaros depredadores y la aplicación de Neem (Hoffmann *et al.*, 2013). En estos ácaros, la resistencia a los insecticidas puede estar relacionado al aumento de la actividad metabólica de enzimas y a otros mecanismos de tolerancia (Fournier et al., Vidal y Kreiter, Jacobson et al., Anber y Oppenoorth, Croft, citados por Mourao et al., 2004). No obstante, Momen et al., citados por Amer y Momen (2002) mencionan que Neem Azal-F fue altamente tóxico para *A. swirskii* a concentraciones de 0,2 y 0,05 %.

Cuadro 1. Efectos secundarios de azadiractina sobre ácaros depredadores.

Extraído de manual de Koopert (Fuente: <http://efectos-secundarios.koppert.nl/>).

Enemigo natural	Población	Ninfa	Adulto	Persistencia
<i>Amblyseius degenerans</i>	s/d	1	1	0
<i>Amblyseius limonicus</i>	1	s/d	s/d	0
<i>Amblyseius swirskii</i>	s/d	s/d	1	0

Efectos secundarios sobre *A. swirskii*: 1-Inofensivo, 2-ligeramente tóxico, 3-moderadamente tóxico, 4-tóxico  
s/d: sin datos

Cuadro 2. Efectos secundarios de azadiractina sobre ácaros depredadores.

Extraído de manual de Biobest (Fuente: <http://www.biobest.be/neveneffecten/3/3/>).

Enemigo natural	Población	Ninfa	Adulto	Persistencia
<i>Amblyseius californicus</i>	s/d	1	1	s/d
<i>Amblyseius cucumeris</i>	s/d	1	1	s/d
<i>Amblyseius degenerans</i>	s/d	1	1	s/d
<i>Amblyseius swirskii</i>	s/d	2	2	s/d

Efectos secundarios sobre *A. swirskii*: 1-Inofensivo, 2-ligeramente tóxico, 3-moderadamente tóxico, 4-tóxico  
s/d: sin datos

Otro aspecto importante a mencionar es la baja persistencia de los productos a base de extractos de neem. Si bien se indica la necesidad de pulverizaciones a intervalos máximos de siete días, si fuera necesario, se informa que la rápida degradación del producto es un factor ventajoso reduciendo los riesgos de contaminación y garantizando una mayor seguridad para el consumidor. De esta manera el extracto de neem es una buena alternativa de control asociada con el control biológico (Hoffmann et al., 2013).

#### 1.1.7. Control biológico

El término control biológico fue utilizado por primera vez por Smith (1919) para describir la introducción de enemigos naturales exóticos para la supresión permanente de insectos plaga. Se basa en la acción de parasitoides, depredadores o patógenos para mantener la densidad de población de otro organismo a un promedio más bajo que el que existiría en su ausencia (Debach, 1964). De ese modo, es posible suprimir una población plaga, haciéndola menos abundante y en consecuencia menos dañina de lo que hubiera sido (Van Driesche y Bellows, 1996). Según Hoddle

(2002), este tipo de control es un aliado de la agricultura en sus intentos de reducir el empleo de pesticidas, como un instrumento de gestión del hábitat, siendo la única tecnología sostenible y rentable para el manejo de plagas.

La introducción desde Australia a California de *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) en 1888, que controló con total éxito a la cochinilla acanalada *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera: Margarodidae) que ocasionaba graves pérdidas a la citricultura, es considerado el primer éxito de la entomología moderna (Van Driesche y Bellows, 1996). A partir de allí el control biológico ha tenido diferentes etapas, sosteniéndose que su potencial es enorme ya que el 25% de los insectos (hay más de un millón de especies) son depredadores o parasitoides en algún momento de sus ciclos de su vida. En los más de 100 años que han pasado desde ese momento, solo se han evaluado unas 5.500 especies de enemigos naturales, de las que 420 han provocado una reducción considerable de sus plaga objetivo (Davies, van Lenteren, citados por Viñuela, 2005).

Hay dos tipos de entomófagos dentro de los artrópodos: los depredadores y los parasitoides. Se considera que las especies depredadoras son especies cazadoras que necesitan consumir varias presas a lo largo de su vida. Los parasitoides se alimentan exclusivamente del cuerpo de otro artrópodo, su hospedero, requieren solo uno para complete su ciclo y, a menudo, más de un parasitoide se desarrolla de forma gregaria sobre un mismo hospedero (Godfray, 1994). Esta actividad se realiza solo durante la etapa juvenil porque los adultos son de vida libre y el hospedero finalmente muere (Viñuela, 2005).

#### 1.1.7.1. Principales métodos de control biológico

Siguiendo a Van Driesche y Bellows (1996) tres métodos de control biológico pueden ser señalados: conservación, introducción y aumento. Por conservación se entiende una modificación del ambiente o la realización de prácticas para proteger y realzar a los enemigos naturales específicos u otros organismos con el fin de reducir el efecto de las plagas. Se busca una combinación que proteja a los agentes de control biológico y les proporcione recursos de modo que ellos puedan ser más eficaces (Eilenberg et al., 2001). Por lo tanto, las prácticas de conservación incluyen



el empleo limitado y selectivo de pesticidas, pero también procesos activos que proveen refugios adyacentes o dentro de los cultivos, facilitan la transferencia de enemigos naturales entre cultivos o, aun directamente, aprovisionan alimento o refugio para ellos (Van Driesche y Bellows, 1996). Naranjo (2001) afirma que el control biológico por conservación puede ser ampliamente subdividido en tres componentes que se superponen: el estudio del potencial de los enemigos naturales existentes, la determinación y manipulación de los factores que contraen o realzan su abundancia y, finalmente, la evaluación de la eficacia del control biológico que ellos realizan.

Como otro de los métodos de control biológico se puede acudir a la introducción de un enemigo natural exótico, por lo general co-evolucionado con la plaga inmigrante, para el establecimiento permanente del control biológico de la plaga objetivo. También se denomina control biológico clásico. Este control depende, entonces, de la búsqueda de un agente de control biológico apropiado que no es nativo al área donde la plaga tiene que ser controlada, de su introducción y su establecimiento en forma exitosa (Eilenberg et al., 2001).

Finalmente, cuando los enemigos naturales no están o llegan tarde para el control de las plagas resulta conveniente aumentar el número de enemigos naturales. Esto ocurre normalmente en cultivos anuales donde es muy difícil establecer la continuidad de un sistema biológico o en situaciones donde ocurre un drástico descenso de las poblaciones por razones imprevistas (Van Driesche y Bellows, 1996). Dentro de esta modalidad, cuando se trata de ambientes cerrados (como invernaderos) se realizan liberaciones inoculativas donde se introduce un número reducido de enemigos naturales al inicio del ciclo del cultivo para que ellos se reproduzcan, logren multiplicarse y controlar la plaga durante todo el período del mismo (Van Driesche y Bellows, 1996; Eilenberg et al., 2001). Al final de la estación, el invernadero es vaciado y ningún establecimiento permanente de los organismos de control biológico es alcanzado (Eilenberg et al., 2001).

Actualmente, en los invernaderos de Europa se realiza una temprana liberación de parasitoides y depredadores, a menudo con fuentes alternativas de alimentos. Como ejemplo de estas liberaciones está el caso del ácaro *A. swirskii* y de otros

enemigos naturales. Entre los países donde se aplica esta técnica está España, donde se ha producido el reemplazo de los insecticidas por depredadores para el control de trips utilizando este tipo de control biológico (Merino-Pachero, citado por van Lenteren, 2011).

Como otro ejemplo es posible mencionar que en invernaderos del norte de China se han utilizado técnicas inoculativas de liberación para el control de plagas en el marco de programas de control biológico por aumento. Los enemigos naturales mostraron que pueden suprimir las poblaciones de insectos plaga objetivo por debajo del umbral económico. Cuando estas técnicas son combinadas con otras de bajo impacto se puede reducir la utilización de plaguicidas químicos en estos sistemas (Zheng et al., 2005).

Otros autores, considerando que no en todos los casos se alcanzó el éxito con el control biológico por aumento, mencionan que el momento de la aplicación y el método de uso son factores más significativos que la dosis de liberación, y que afectan la eficacia del control biológico. También afirman que hay factores adicionales que pueden limitar el impacto relativo de las dosis de liberación, tales como la fecundidad del enemigo natural, su tasa de establecimiento, la disponibilidad de la presa, la dispersión y el canibalismo (Collier y van Steenwyk, 2004; Crowder, 2007).

#### 1.1.7.2. Control biológico y la utilización de productos químicos

Como se dijo anteriormente el control biológico es una alternativa para la estrategia del manejo de plagas. Sin embargo, los enemigos naturales por si solos no siempre proveen un adecuado control de las plagas de los cultivos, por lo que se ha implementado el uso de productos químicos compatibles y selectivos a estos

controladores biológicos. Existen varios factores que influyen la posibilidad de usar ambos tipos de control en conjunto, entre los cuales se debe considerar si se recurrirá a parasitoides o depredadores, las especies a utilizar y la dosis de liberación, los momentos de aplicación y el modo de acción de los insecticidas. Aun así, éstos pueden impactar en los enemigos naturales afectando su sobrevivencia, aceptación del hospedero, proporción de sexos, fecundidad, porcentaje de emergencia y tiempo

de desarrollo (Cloyd, 2005), lo cual exige evaluaciones de selectividad de los productos.

#### 1.1.7.3. Control biológico de las principales plagas de pimiento en invernadero

Hasta mediados de la década pasada las principales regiones productivas de pimiento en invernadero del viejo continente basaban el manejo biológico de la mosca blanca *B. tabaci* en el parasitoide *Eretmocers mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) siguiendo una estrategia de tipo aumentativa, realizando introducciones periódicas una vez detectada la plaga en el cultivo (Stansly et al., 2005; Calvo y Belda, 2006; Calvo, 2011). Sin embargo, en ciertas épocas del año o en determinadas regiones del sur de España como Almería, donde el ciclo del cultivo comienza en verano y la presión de *B. tabaci* es muy alta, la actividad del parasitoide no siempre resultó suficiente para controlar la plaga efectivamente, por lo que esta técnica se mostró ineficaz en muchos casos. Esta situación derivó en la necesidad de buscar nuevas alternativas que fortalecieran los programas de control integrado/biológico y los posicionaran como una opción totalmente fiable frente al control químico exclusivo (Belda y Calvo, 2006; Calvo, 2011).

La necesidad de solucionar esta situación llevó a la búsqueda de nuevos agentes de control biológico en toda Europa y otros países del mundo. En España, en los últimos años se han realizado diversos proyectos de investigación en los que se han evaluado nuevos agentes de control biológico. Entre ellos encontramos a depredadores como *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) o *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) enemigos naturales que, por una u otras causas, no han ofrecido óptimos resultados y que por tanto no han podido ser utilizados con éxito en los invernaderos comerciales de pimiento (Calvo, 2011). *Nesidiocoris tenuis* es un depredador bien adaptado al área mediterránea, ampliamente distribuido en España y capaz de establecerse en pimiento (Calvo y Urbaneja, 2004; Urbaneja et al., 2005). Sin embargo, su relativamente largo ciclo de desarrollo ha limitado su utilización, dado que no puede alcanzar un nivel poblacional con la celeridad suficiente como para impedir los daños causados por la plaga (Sánchez et al., 2009). También se han estudiado las posibilidades de la mosca tigre *Coenosia attenuata*

Stein (Diptera: Muscidae), depredador muy abundante en la zona almeriense (Tapia y Téllez, 2005). Sin embargo, su uso práctico en cultivos comerciales es complicado debido sobre todo a su elevada polifagia y difícil manejo para ser criado en masa (Calvo, 2011).

#### 1.1.8. Un enemigo clave: *Amblyseius swirskii*

Lo ácaros fitoseidos son pequeños arácnidos terrestres con el cuerpo dividido en dos regiones: gnathosoma e idiosoma (Woolley, citado por Allen, 2009). Presentan cinco estadios: huevo, larva (con 3 pares de patas), protoninfa, deutoninfa (ambas con 4 pares de patas) y el adulto (Sabelis, citado por Morewood, 1993). Estos ácaros han recibido la atención global desde la década de 1950 cuando comenzaron a adquirir importancia económica como depredadores naturales de ácaros fitófagos y pequeños insectos, y por lo tanto como agentes útiles en el control biológico e integrado de las plagas de los cultivos (Swirski y Amitai, 1997).

Varios autores con mucha anterioridad habían señalado a los fitoseidos como efectivos depredadores de etapas inmaduras de la mosca blanca y trips en varios agroecosistemas (Swirski et al., 1967). Entre ellos, Nomikou, citado por Gerling et al. (2001) menciona la habilidad que tienen los fitoseidos para suprimir las poblaciones de *B. tabaci* en plantas en invernadero.

Pese a que existen muchos enemigos naturales citados para *B. tabaci* (Gerling et al. 2001) y que los fitoseidos no son a priori un grupo de depredadores muy voraz en comparación con otros (Nomikou et al., 2001; Gotoh et al., citado por Calvo, 2011), estos ácaros tienen varias características que los hacen organismos especialmente interesantes para el control biológico. En ellas se destaca su rápido desarrollo, relativamente alta fecundidad y capacidad de supervivencia (Nomikou et al., 2001).

Los ácaros depredadores habían sido encontrados en asociación con las moscas blancas principalmente en el Medio Oriente y la India, alimentándose, desarrollándose y oviponiendo sobre las presas. Sin embargo, nunca habían sido evaluados o usados en programas de control biológico (Nomikou et al., 2001).

Nomikou et al. (2001, 2002, 2003, 2004) realizaron una serie de estudios de relevamiento y selección de especies de fitoseidos depredadoras de *B. tabaci* en los

que concluyeron que el ácaro depredador *Amblyseius* (= *Typhlodromips*) *swirskii* Athias-Henriot 1962 podría resultar un enemigo natural con grandes posibilidades de ser empleado como agente de control biológico de esta plaga. *A. swirskii*, que comenzó a utilizarse para el control de plagas en 2005 (van Lenteren, 2011), proviene de la región mediterránea del Este (Israel, Italia, Chipre y Egipto) y tiene una distribución que incluye países de Europa (Alemania, Austria, Bélgica, Bielorrusia, España, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Guernesey, Holanda, Hungría, Italia, Jersey, Noruega, Polonia, Reino Unido), Marruecos y Turquía (EPPO,2014), Estados Unidos (Arthurs et al., 2009), Senegal (Kade et al., 2011), Japón (Sato y Mochizuki, 2011), China (Xia et al., 2011) y Argentina (Cédola y Polack, 2011). Es dominante en los cítricos de Israel y también ha sido encontrado en árboles nativos, frutales, arbustos, uvas, hortalizas, algodón y otras plantas anuales y perennes (Ragusa y Swirski, 1975).

*Amblyseius swirskii* es un depredador generalista conocido por consumir otros ácaros, así como moscas blancas, trips, huevos de lepidópteros y polen (Swirski et al., 1967; Ragusa y Swirski, 1975; Momen y El-Saway, 1993; Stansly y Natwick, 2010). Aunque *A. swirskii* puede aprovechar una relativamente amplia variedad de fuentes de alimentos, se encontró que cuando es alimentado con ácaros eriófidos y tetraníquidos su desarrollo es más rápido y la reproducción más alta que sobre una dieta solo de polen (Momen y El-Saway, 1993). *A. swirskii* también se alimenta fácilmente de miel, aunque el desarrollo sobre esa dieta es lento y detiene la oviposición (Ragusa y Swirski, 1977). La miel, por lo tanto, puede servir como un suplemento beneficioso cuando otra presa está disponible o como una dieta de supervivencia cuando el alimento más adecuado es limitado.

Hipotéticamente se ha supuesto que el hábito alimenticio generalista en los fitoseidos es un estado hereditario. Allen (2009) menciona que la familia puede ser próxima a Ascidae a partir de un antepasado común que consumía pequeños artrópodos o microorganismos en hábitats protegidos como grietas de las cortezas, debajo de musgos y hojarasca. Posteriormente, ellos evolucionaron a hábitats de follaje no ocupados por otros ácaros predadores (McMurtry y Croft, 1997).

Los hábitos generalistas de los especies depredadoras que comen sobre múltiples presas y sobre otros depredadores puede afectar negativamente el control biológico (Symondson et al., 2002). Esa situación ha sido señalada en el caso de *A. swirskii*, lo cual necesita ser considerado cuando se busca optimizar la aplicación de este tipo de estrategias (Messelink et al., 2011).

#### 1.1.8.1. Ciclo biológico

Su ciclo de vida tiene cinco etapas de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Allen, 2009; Zhang, 2003). Se ha comprobado que *A. swirskii* cuando es alimentado con ninfas de *B. tabaci* completa su desarrollo de huevo a adulto en 7-8 días a 27°C (Nomikou et al., 2001). A la misma temperatura, cuando se lo alimentó con *Tetranychus urticae* Koch, *Eriophyes dioscoridis* (Soliman y Abou-Awad) (Acari: Eriophyidae) o polen de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) fue capaz de completar su ciclo biológico en 6,36, 5,71 y 7,73 días respectivamente (Momen y El-Saway, 1993). Por su parte, El-Laithy y Fouly (1992) utilizando como presa a *T. urticae* y a una temperatura de 26 °C observaron que *A. swirskii* completaba su ciclo de vida en 5,5 días. Elsawi y Abou-Awad (1992) estudiando el efecto de la escasez de presa sobre el desarrollo de *A. swirskii*, comprobaron que a una temperatura de 25-27 °C y *T. urticae* como presa, el ácaro completó su ciclo biológico en 9 días y su longevidad varió entre 27 y 46 días en función de si la disponibilidad de presa fuera mayor o menor.

En estudios realizados por Lee y Gillespie (2011) sobre el efecto de la temperatura en el desarrollo de *A. swirskii* se determinó que el umbral de desarrollo inferior y superior era 11,3 y 37,4 °C respectivamente, mientras que la temperatura óptima se ubicaba en 31,5 °C. A 13 °C no hubo eclosión de los huevos, el incremento de la temperatura resultó en una mayor velocidad de desarrollo de todos los estadios hasta los 30 °C, en tanto que la fecundidad aumentó desde los 15 °C con un máximo a 25 °C. Sin embargo, la longevidad disminuyó con aumentos de la temperatura, así para machos y hembras a 15 °C fue 62,7 y 107,8 días mientras que a 25 °C fue de 29,6 y 25,8 días respectivamente.

Por su parte Allen (2009) indica que el tiempo necesario para completar el desarrollo decrece con la temperatura, así a 15 °C y 27 °C el período de huevo a adulto transcurrió en 24,1 y 6,1 días respectivamente. Menciona que el umbral de desarrollo para *A. swirskii* es 11,9 °C y la temperatura óptima 27 °C, en tanto que entre los 12 °C y 27 °C existió aproximadamente una regresión lineal entre la tasa de desarrollo y la temperatura. Afirma, además, que *A. swirskii* tiene una constante térmica (K) de 101 grados días para completar el desarrollo de huevo a adulto.

Como indica Marco (2001), los grados-día (°D) representan la acumulación de unidades de calor por encima y por debajo de ciertos umbrales de temperatura durante un período de un día. De ese modo, para un organismo determinado, el umbral de desarrollo inferior y superior es la temperatura por debajo y por encima de la cual el desarrollo del mismo se detiene. La cantidad total de calor requerido, entre ambos umbrales, para desarrollarse de un punto al otro en su ciclo de vida es calculada en unidades llamados grados día (<http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddconcepts.html>).

En zonas donde *A. swirskii* ocurre en forma natural, los distintos estados del ácaro pueden encontrarse a lo largo de todo el año. La tasa de oviposición suele disminuir en la época más fría del año, pero aumenta de nuevo cuando se incrementa la temperatura (Wysocky y Swirski, citados por Swirski y Amitai, 1997). En áreas mediterráneas y subtropicales se ha encontrado variación en la forma como los fitoseidos pasan el invierno aún dentro de la misma región. En Israel, por ejemplo, se han encontrado especies, entre las que se encuentra *A. swirskii*, en las que todas las etapas postembrionarias son activas a lo largo del invierno sobre la superficie de las plantas (Veerman, 1992).

#### 1.1.8.2. Diapausa reproductiva

La sincronización del desarrollo y la reproducción con las condiciones ambientales apropiadas tiene una vital importancia para todos los animales terrestres y las plantas. Cada especie parece poseer un juego único de respuestas ecofisiológicas interrelacionadas que regulan su ciclo estacional y lo mantienen en

relación con la disponibilidad de los recursos bióticos y abióticos de su hábitat (Veerman, 1992).

Los insectos y ácaros necesitan un modo de enfrentar las condiciones fluctuantes en su entorno y la diapausa aparece como una opción en este sentido. La diapausa ocurre en respuesta a un número de estímulos ambientales que preceden las condiciones desfavorables. Este fenómeno se caracteriza por una reducida morfogénesis, aumento de la resistencia a condiciones ambientales extremas y cambios en el comportamiento. La fase de inducción ocurre en una etapa genéticamente predeterminada de vida y comienza antes del estrés ambiental (Veerman, 1992; Allen, 2009).

El conocimiento de la sincronización de las fenologías del depredador y la presa tiene fundamental importancia si los enemigos naturales, como los ácaros fitoseidos, deben ser usados con eficacia en programas de control biológico contra ácaros e insectos plaga (Hoy y Flaherty, 1970; James, 1988). En muchos casos estas especies tienen una diapausa reproductiva facultativa cuya característica principal, en hembras fertilizadas, es la ausencia de puesta de huevos o un período prolongado de preoviposición en comparación con otras que no entran en la misma (Hoy y Flaherty, 1970; Veerman, 1992; Morewood, 1993). Esta diapausa es inducida fundamentalmente por el acortamiento del largo del día y las bajas temperaturas (Zhang, 2003). Para los ácaros fitoseidos la señal primaria para la diapausa es el fotoperíodo, ya que días cortos inducirán la misma. La temperatura puede actuar por separado como un estímulo propio o puede modificar la longitud del fotoperíodo crítico necesario para entrar en diapausa (Morewood, 1993).

La disponibilidad de presas también podría influir en la inducción de la diapausa si nos guiamos por lo que sucede con las hembras de *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt (Acarina: Phytoseiidae) que cuando son criadas bajo un fotoperíodo cercano del valor crítico entran en diapausa en porcentajes mayores cuando las presas son menos abundantes (Veerman, 1992).

La finalización de la diapausa requiere que ciertas etapas específicas del desarrollo ocurran y, por lo general, en un orden muy específico. Ésta no



necesariamente se termina cuando ocurren las condiciones favorables sino que a menudo deben ser acumulados cierto número de grados día (Veerman, 1992).

En estudios de laboratorio se evaluó la habilidad de *A. swirskii* para entrar en diapausa en condiciones capaces de inducirla en otros ácaros fitoseidos (18 °C y fotoperíodo LN 8:16) y se comprobó que la oviposición continuó en el 100 % de los individuos de la muestra. Si bien la tasa de oviposición se redujo en ácaros que fueron sometidos a esta situación, luego aumentó cuando la temperatura de cría fue de 25 °C y el fotoperíodo 18:6 LN. También se determinó que no hubo ningún cambio aparente en las hembras sometidas a este régimen de diapausa-inducción (Allen, 2009). Hay que tener en cuenta que estas condiciones provocaron la inducción de diapausa en *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) y son comúnmente usadas para inducir el régimen de diapausa (Jolly y Hart et al., citados por Allen, 2009).

Sabido es que pueden existir diferencias entre poblaciones de ácaros respecto a la proporción de las mismas que entran en diapausa ante determinados estímulos, lo que le permitió a Dicke et al. (1989) inducir alrededor de un 25 % (incidencia) de diapausa en una línea de *A. swirskii* proveniente de Israel bajo condiciones de 17 °C y fotoperíodo LN 8:16. Sin embargo, esta especie no muestra diapausa a nivel de campo en Israel (Wysoki y Swirski, citados por Veerman, 1992).

#### 1.1.8.3. Efecto de la humedad relativa

La humedad en el ambiente tiene también un efecto restrictivo sobre el desarrollo de *A. swirskii*. Aunque el límite crítico está alrededor de 70 % de humedad relativa, un descenso significativo por debajo de este límite no implica necesariamente su muerte gracias al microclima generado en las hojas de las plantas. No obstante, si el período de baja humedad se prolonga demasiado en el tiempo los huevos depositados se desecarán y no serán viables (Robledo Camacho et al., 2009).

#### 1.1.8.4. Plantas hospederas

Algunos autores afirman que en la actualidad *A. swirskii* vive en todos los cultivos hortícolas, excepto en tomate donde no se desarrolla (Robledo Camacho et

al., 2009). Así, en contraste con los míridos, este ácaro se adapta muy bien a diversas hortalizas, incluyendo pimiento, pepino y berenjena (Stansly y Natwick, 2010). Evaluando diferentes hortalizas como plantas hospederas se comprobó que hubo una mortalidad del 100 % de los ácaros depredadores sobre tomate y frijol verde a dos semanas de su liberación. Si bien en los test de laboratorio hubo una reducida puesta de huevos sobre discos de hojas de tomate (0,62 huevos/hoja), ningún estadio inmaduro se desarrolló (Xiao, 2012).

#### 1.1.8.5. Hábitos alimenticios

*Amblyseius swirskii* puede recurrir al polen como una fuente alternativa de alimento lo cual le facilita su sobrevivencia durante períodos críticos donde no dispone o escasean otros alimentos, posibilitando su introducción preventiva en los cultivos antes de que se presenten sus presas para, de ese modo, aumentar significativamente su población antes de que la plaga comience su rápido crecimiento (Swirski et al., 1967; Ragusa y Swirski, 1975; Momen y El-Saway, 1993; Stansly y Natwick, 2010). Momen y El-Saway (1993) reportan que este ácaro puede desarrollarse, multiplicarse y sobrevivir consumiendo granos de polen.

Entre las varias presas conocidas de *A. swirskii*, se indica que es capaz de alimentarse de estados inmaduros de mosca blanca, fundamentalmente huevos y ninfas de primer estadio, mostrando un elevado potencial biótico con altas tasas intrínsecas de aumento. De ahí que se le considere un agente de control biológico acertado debido a su buena respuesta numérica ante la presencia de la especie presa objetivo (Nomikou et al., 2001).

#### 1.1.8.6. *Amblyseius swirskii* y el control de *Bemisia tabaci*

Existen muchos ejemplos donde *A. swirskii* ha demostrado su eficacia como agente de control biológico en invernaderos, tal es el caso de Holanda y del sur de España, en la supresión de las poblaciones de *B. tabaci* en cultivos de pimiento y pepino (Nomikou et al., 2003, 2004; Hoogerbrugge et al., 2004; Bolckmans et al., 2005; Calvo y Belda, 2006, Robledo Camacho et al., 2009; Martín et al., 2010). La

efectividad en pepino aumentó significativamente cuando se lo liberó acompañado del suministro de polen de *Typha latifolia* L. (Nomikou et al., 2002).

Calvo et al. (2008) realizaron dos experimentos sobre pimiento en invernadero para el control de *B. tabaci*. En el primero utilizaron dos dosis bien contrastantes de 25 y 100 ácaros/m<sup>2</sup>. El otro experimento comparó la eficacia de esta especie sola y combinaciones de varios agentes de control biológicos: a) *Eretmocerus mundus* Mercet solo, b) *E. mundus* + *Nesidicoris tenuis* (Heteroptera: Miridae), c) *E. mundus* + *A. swirskii* y d) *E. mundus* + *N. tenuis* + *A. swirskii*. En el primer experimento ambas dosis de *A. swirskii* prácticamente eliminaron las ninfas de *B. tabaci* de las plantas. El segundo experimento demostró que la combinación de *A. swirskii* y *E. mundus* fue la más eficaz.

Por otra parte, en el cultivo de pepino los mismos autores evaluaron la liberación de *A. swirskii* en el control de *B. tabaci* por un lado y por otro contra dicha mosca blanca y *F. occidentalis*. En el primer experimento se comparó la suelta 25, 50 y 75 ácaros por m<sup>2</sup>, observándose un significativo control de *B. tabaci* en todos los casos, aunque una supresión mayor a las dosis más altas. Cuando en el estudio se incluyó también el control del trips, obtuvieron un control eficiente simultáneo de ambas plagas utilizando 75 ácaros por m<sup>2</sup>.

#### 1.1.8.7. *Amblyseius swirskii* y el control de *Frankliniella occidentalis*

Varios autores indican la capacidad de *A. swirskii* para el control del trips *F. occidentalis* en pimiento (Bolckmans et al., 2005; van Houten et al., 2005; Messelink et al., 2006; Kutuk et al., 2011). Incluso, la presencia de *F. occidentalis* mejoró la supresión de *T. vaporariorum* sobre pepino utilizando *A. swirskii*. Presumiblemente esto ocurrió porque la fuente adicional de alimento permitió mantener poblaciones más altas del ácaro (Messelink et al., 2006, 2008). Esta constatación es compartida por Bolckman et al. (2005), quienes demostraron que *A. swirskii* alcanza una alta eficacia contra *B. tabaci* y *F. occidentalis* en jaulas e invernaderos comerciales de pimiento.

Van Houten et al. (2005) compararon la eficacia depredadora de *Amblyseius cucumeris* (Oudemans), *Iphiseius degenerans* Berlese, *A. andersoni* (Chant) y *A.*

*swirskii* sobre *F. occidentalis* en el cultivo de pimiento en invernadero. *Iphiseius degenerans* y *A. swirskii* se establecieron mejor en el cultivo luego de su liberación, mientras que *A. swirskii* fue el mejor controlador de trips seguido de *A. cucumeris*. Basados en estos resultados, concluyen que *A. swirskii* puede ser considerado como un prometedor candidato para el control de trips en dicho cultivo. En coincidencia con estos resultados, Nomikou et al. (2003) mencionan que si bien desde finales de los años 80' *A. cucumeris* ha sido utilizado satisfactoriamente para el control de *F. occidentalis* en pepino, pimiento, berenjena y en una gama grande de ornamentales en invernaderos del sur de Europa en cultivos de invierno, este depredador no ha sido muy eficaz en cultivos de verano. Esto podría ser causado por las altas temperaturas y la baja humedad relativa durante esa época. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en zonas como Almería e Islas Canarias, donde también *A. cucumeris* fue incapaz de controlar por sí sólo a *F. occidentalis*. Por otro lado, los mismos autores afirman que *I. degenerans* está más adaptado a las condiciones del Mediterráneo y ha resultado ser un depredador eficaz de trips en invernaderos del norte de Europa, pero es difícil de criar en grandes cantidades.

#### 1.1.8.8. *Amblyseius swirskii* y el control de *Polyphagotarsonemus latus*

Si bien no se conocen enemigos naturales específicos del ácaro *P. latus* (Waterhouse y Norris, citados por Gerson, 1992) los ácaros de la familia Phytoseiidae han sido reportados, entre otros, como sus enemigos naturales (Gerson, 1992). La capacidad de *A. swirskii* para consumir a dicho ácaro en laboratorio fue muy auspiciosa y en invernaderos de pimiento el efecto de 100 *A. swirskii* por m<sup>2</sup> fue comparable al tratamiento con acaricidas (Tal et al., 2007). Por su parte, van Maanen et al. (2010) si bien reportan un buen potencial de *A. swirskii* para controlar ácaros sobre plantas de pimiento en invernaderos experimentales, mencionan que otros trabajos serán necesarios para confirmar su eficacia en reducir a *P. latus* en invernaderos comerciales. Además, sostienen la necesidad de estudiar el control de ácaros en presencia de moscas blancas y otras fuentes de alimento para los depredadores.

En Florida (Estados Unidos) en cultivos de pimiento y berenjena a campo *A. swirskii* proporcionó significativos niveles de control de *P. latus* (Stansly y Castillo, 2009); al tiempo que Onzo et al. (2012), también en berenjena, determinaron que *A. swirskii* es un buen depredador del mencionado ácaro.

#### 1.1.9. Mallas

Una variedad de métodos alternativos para el control de plagas agrícolas han sido probados en las décadas recientes, aunque pocos han sido introducidos al uso comercial. Algunos están basados en la energía electromagnética o la manipulación del fotoperíodo; otros son puramente mecánicos (mallas para exclusión de insectos). Unos métodos están basados en las reacciones activas de los insectos (por ejemplo, su atracción o repelencia a mulch coloreados), mientras que otros funcionan independientemente de su comportamiento (por ejemplo, dispositivos de succión de insectos). De todos estos métodos el uso de las mallas para la exclusión de los insectos ha sido el que más se ha expandido debido a varias ventajas (Berlinger, 1998). Entre otras, las mallas han permitido una reducción muy significativa en el uso de insecticidas obteniéndose productos biológicamente más 'limpios', han contribuido al empleo de los polinizadores y al uso de agentes del control biológico para el control de las plagas (Díaz Pérez et al., 2003; Pérez Parra et al., 2010). Las mallas evitan considerablemente el ingreso de mosca blanca y otros insectos, entre ellos los trips con sus daños directos y su potencial transmisión de virus (Bell y Baker, 2000; Díaz Pérez et al., 2003). No obstante, en ningún caso esa enfermedad pudo erradicarse en su totalidad. La presencia de plantas enfermas pone en evidencia la falta de hermeticidad de las estructuras debido a puertas mal cerradas, orificios en las cortinas y el ingreso de *B. tabaci* y *F. occidentalis* por las propias mallas considerando que muchas veces no se usan las más adecuadas para la exclusión más efectiva de la plaga (Díaz Pérez et al., 2003; Hanafi, 2007).

A mediados de los años 1980 comenzó la utilización de las mallas en las aberturas de ventilación de los invernaderos del sureste español, sin embargo las estructuras eran precarias, con escasa altura y un sistema de ventilación que consistía en la abertura y cierre manual de las cortinas laterales. Al principio, aunque reducían

los daños al cultivo por viento y el ataque de algunas plagas, la introducción de las mallas fue lenta. En la actualidad su uso se ha uniformizado en esta región considerándose un elemento muy importante (Díaz Pérez et al., 2003; Pérez Parra et al., 2010).

En la correcta elección de una malla se deben detallar varios aspectos como la dimensión media del espacio entre hilos (hueco) y el porcentaje de exclusión de insectos, considerando el tamaño y la morfología de las plagas objetivo, el diámetro del hilo, el número de hilos por determinada área ( $\text{cm}^2$  o pulgada<sup>2</sup>), la resistencia al flujo de aire o porosidad (relación entre el área de hueco y el área total) y su uniformidad (Bell y Baker, 2000). A modo de ejemplo, las mallas para excluir a *B. tabaci* deben tener un tamaño del orificio menor que 0,24 mm; sin embargo para *F. occidentalis* éste debería ser menor a 0,19 mm, lo cual significa que muchas veces no se logre un correcto control de todo el complejo de plagas (Gázquez et al., 2011). Así, puede ocurrir la inmigración de poblaciones a través de la malla llevando a que esta barrera solo produzca un retraso en la implantación de la plaga en el cultivo; luego, las condiciones ambientales más favorables, provocarán un mayor aumento de las poblaciones. Si se admite que las temperaturas mínimas para el desarrollo de trips se sitúan en torno a los 10-12° C, en los sectores con malla éstos podrían multiplicarse de forma ininterrumpida (Lacasa et al., 1994).

En España se ha implantado el uso de mallas en las bandas y cubreras de los invernaderos, con una densidad mínima de 20 x 10 hilos por  $\text{cm}^2$  ya que la investigación ha comprobado que reducen significativamente los niveles de *B. tabaci* y de virus transmitidos por esta especie (Díaz Pérez et al., 2003). Sin embargo en Israel es más general el uso de mallas 50 mesh (número de hilos por pulgada en cada dirección) (Berlinger et al., 2002; Hanafi, 2007).

Si bien como se dijo el empleo de mallas colocadas sobre todos los sitios de ventilación es un medio eficaz para restringir la entrada de insectos a los invernaderos, su uso puede reducir considerablemente la ventilación, aumentar la temperatura y la humedad, disminuir la transmisión de luz afectando la tasa de crecimiento de las plantas así como dificultar el ingreso de fauna autóctona. Generalmente las barreras más eficaces a la penetración de los insectos reducen

proporcionalmente más el flujo de aire, por lo que un descenso en la ventilación causado por la colocación de mallas debería de ser compensado por un incremento en las áreas de ventilación o en su eficiencia (Gázquez et al., 2011).

## 1.2. HIPÓTESIS

La liberación del depredador *Amblyseius swirskii* (solo o en combinación con plaguicidas fitosanitarios) y el cerramiento con malla pueden permitir alcanzar un control eficaz de las principales plagas del cultivo de pimiento en invernadero en la región de Salto (Uruguay), tal como sucede en otros países.

## 1.3. OBJETIVOS

Los objetivos de esta tesis son:

1. Evaluar por primera vez en Uruguay la capacidad de *Amblyseius swirskii* para regular las poblaciones de *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis* en un cultivo de pimiento bajo invernadero en la región de Salto, asociado o no al uso de mallas anti-moscas blancas.
2. Evaluar el uso de un producto fitosanitario a base de extractos de neem como complemento a la actividad del ácaro depredador.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. INSTALACIONES UTILIZADAS PARA DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en un invernadero construido especialmente para esta actividad en un predio comercial de la Colonia 18 de Julio en Salto (Uruguay) (31° 20'S, 57° 51'W). El predio es propiedad de Ferreira Da Cruz Hnos. y ocupa una superficie de 80 hectáreas, de las cuales 11 corresponden a cultivos protegidos. En forma simultánea y en la proximidad del invernadero utilizado en el estudio estaban instalados cultivos comerciales de tomate y pimiento.

La superficie del invernadero fue de 1.728 m<sup>2</sup> (72 x 24 m), con una distancia entre postes de 4 m en todas las direcciones, 4,5 m de altura central, 2 m de altura en su borde perimetral y una ventilación cenital de 0,5 m orientada hacia el norte. La dirección del eje principal del invernadero era Este-Oeste, mientras que los canteros se dirigían de Norte a Sur (Figura 2).

El invernadero dispuso de parcelas abiertas en sus laterales y otras completamente cerradas en el contorno por medio de una malla anti-moscas blancas: Ultravent – TIP 250 (orificios de 250 por 730 um) (Texinov, Francia). Las parcelas en el interior del invernadero estaban separadas por un malla OptiNet 50 mesh (Polysack Plastic Industry, Israel). Se accedía a las parcelas por medio de una puerta trampa.



Figura 2. Invernadero utilizado para el estudio



## 2.2. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO

El estudio se realizó con plantas de pimiento cv. Bilano multiplicadas en el propio predio. El trasplante al invernadero se realizó el 14 de marzo de 2011. Las plantas se instalaron en canteros separados 1,6 m entre ellos, con una fila de plantas cada uno y plantas a una distancia de 0,25 m entre sí, lo cual determinó una densidad de 2,5 plantas por m<sup>2</sup>. Las prácticas culturales realizadas fueron las típicas para un cultivo de pimiento en invernadero de la región, sin poda, y conducción de las plantas con tramas de madera, alambre y piola de material sintético. El riego del cultivo fue de tipo localizado, empleando una cinta con goteros al centro de cada cantero. Se realizó fertirrigación del cultivo a través del mismo sistema.

Cuadro 3. Tratamientos químicos realizados durante el período del estudio.

Fecha	Objetivo	Producto comercial	Principio activo	Dosis/100 l	Tratamiento
23/03/2011	Trips	Tracer <sup>1</sup>	Spinosad	20 cc	1,2,3
08/04/2011	Mosca blanca Acaro blanco	Neem super <sup>2</sup> + Facily <sup>3</sup>	Azadirachtin + Avamectina	300 cc + 100 cc	1,2,3
06/05/2011	Oidio	Quadris <sup>4</sup>	Azoxistrobina	60 g	1,2,3
26/05/2011	Oidio	Amistar top <sup>5</sup>	Azoxistrobina + Difenconazol	70 cc	1,2,3
09/06/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	70 cc	1,2,3
24/06/2011	Trips	Neemazal <sup>6</sup>	Azadirachtin	250cc	1,2,3
10/08/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	70 cc	1,2,3
09/09/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	70 cc	1,2,3
27/09/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	80 cc	1,2,3
30/09/2011	Trips	Neemazal	Azadirachtin	250 cc	2
06/10/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	60 cc	1,2,3
07/10/2011	Trips	Neemazal	Azadirachtin	250 cc	2
07/10/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	70 cc	1,2,3
21/10/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	70 cc	1,2,3
04/11/2011	Oidio	Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	70 cc	1,2,3

Mosca Blanca: *Bemisia tabaci*

Trips: *Frankliniella occidentalis*

Acaro Blanco: *Poliphagotarsonemus* sp.

Oidio: *Leveillula taurica*

1- Rutilan, 2-Tomai, 3-Cibeles, 4-Syngenta, 5-Syngenta, 6-Wayne/Agri Star

Un mes antes de la liberación de *A. swirskii* se realizó una aplicación de Tracer (Rutilan) (spinosad 480g/l) para el control de *F. occidentalis*. El 8 de abril, 20 días antes de la liberación, se aplicó Neem Super (Tomai) (azadiractina 0,3 g/l + aceite de neem 90,6 g/l) + Fácily 1,8 CE (Cibeles) (abamectina 18 g/l) para el control de *B.*

*tabaci* y *P. latus*. Con posterioridad a la liberación de *A. swirskii* se realizaron 3 aplicaciones de Neemazal (Agry Star) (azadiractina, 1,2 g/l) en las parcelas del tratamiento 2 y solo una aplicación en las restantes parcelas. Estas aplicaciones fueron realizadas para complementar la acción del ácaro depredador en el control de trips. Cuando fue necesario se aplicaron productos fungicidas para enfermedades (Cuadro 3). Los mismos fueron seleccionados teniendo en cuenta su selectividad con relación a los enemigos naturales (Cuadro 4)

Cuadro 4. Efectos secundarios de los productos químicos utilizados sobre *Amblyseius swirskii* (Fuente: <http://www.biobest.be/neveneffecten/3/3/>).

Producto comercial	Principio activo	Tipo de producto	<i>Amblyseius swirskii</i> *
Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	Fungicida	1 (N/A) + s/d
Facily	Abamectina	Insecticida	4 (N/A)
Quadris	Azoxistrobina	Fungicida	1 (N/A)
Neem super	Azadirachtin + Aceite de Neem	Insecticida orgánico	2 (N/A)
Neemazal	Azadirachtin	Insecticida orgánico	2(N/A)
Tracer	Spinosad	Insecticida	4 (N/A)

\*Efectos secundarios sobre *A. swirskii*: 1-Inofensivo, 2-ligeramente tóxico, 3-moderadamente tóxico, 4-tóxico

N/A: efecto sobre Ninfa y adulto

s/d: sin datos

### 2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se implementó un diseño experimental completamente aleatorizado, con un arreglo de los tratamientos en parcelas al azar con dos repeticiones. En el invernadero se delimitaron seis parcelas donde se distribuyeron al azar tres tratamientos. Cada parcela cubrió una superficie de 288 m<sup>2</sup> (24 x 12 m) con seis canteros de plantas. Se dejó uno o dos canteros de borde en cada parcela (Fig. 5).

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1: Uso de malla anti-moscas blancas e introducción de *A. swirskii*; 2: Uso de malla anti-moscas blancas sin introducción del enemigo natural y 3: Introducción de *A. swirskii* sin malla anti-moscas blancas. La dosis de introducción del ácaro fue de 62,5 individuos/m<sup>2</sup>. Esta dosis es intermedia a las utilizadas por Calvo et al. (2008) quienes trabajando en el control biológico de *B. tabaci* en pimiento en invernadero observaron un significativo control utilizando 50 y 75 ácaros por m<sup>2</sup>.

## 2.4. PROCEDENCIA DEL ENEMIGO NATURAL Y SU LIBERACIÓN EN EL INVERNADERO

Los ácaros depredadores procedieron de la empresa BIOBEST de Bélgica (nombre comercial Swirskii System) y fueron suministrados por BROMETAN SRL de Argentina e ingresados al país por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) cumpliendo con toda la normativa nacional al respecto.

Los enemigos naturales ingresaron al país acondicionados en recipientes conteniendo 25.000 individuos, mezclados con salvado y vermiculita (50% de cada uno) como substrato inerte y *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoqlyphidae) como alimento para el ácaro depredador durante el transporte (Figura 3).

La liberación de *A. swirskii* tuvo lugar el 27 de abril de 2011. Un puñado del producto acondicionado (aproximadamente 15 gr.) se distribuyó manualmente sobre una hoja superior de 6 plantas de pimiento seleccionadas en forma equidistante a lo largo de cada uno de los canteros de las parcelas correspondientes a los tratamientos 1 y 3 (excepto los bordes) (Figura 4).



Figura 3. Recipientes expedidos por la empresa Biobest conteniendo 25.000 individuos de *A. swirskii*



Figura 4. Liberación de *A. swirskii* en las hojas del cultivo de pimiento

## 2.5. EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

A fin de evaluar el resultado de los tratamientos se procedió a cuadrricular cada parcela en 30 celdas de 4,80 m de largo en el sentido del cantero y 1,60 m de ancho. Cada celda contenía 19 plantas y fue señalizada pintando el mulch de plástico de color negro que cubría el cantero (Fig. 5).

Para contabilizar el número de insectos depositados sobre las plantas se procedió a subdividir las en tres estratos determinados en altura: el tercio superior (estrato superior) contenía las hojas más jóvenes y de textura más tierna mientras que en el tercio inferior (estrato inferior) estaban las hojas más maduras. El centro de la planta se denominó estrato medio y contenía el resto de las hojas.

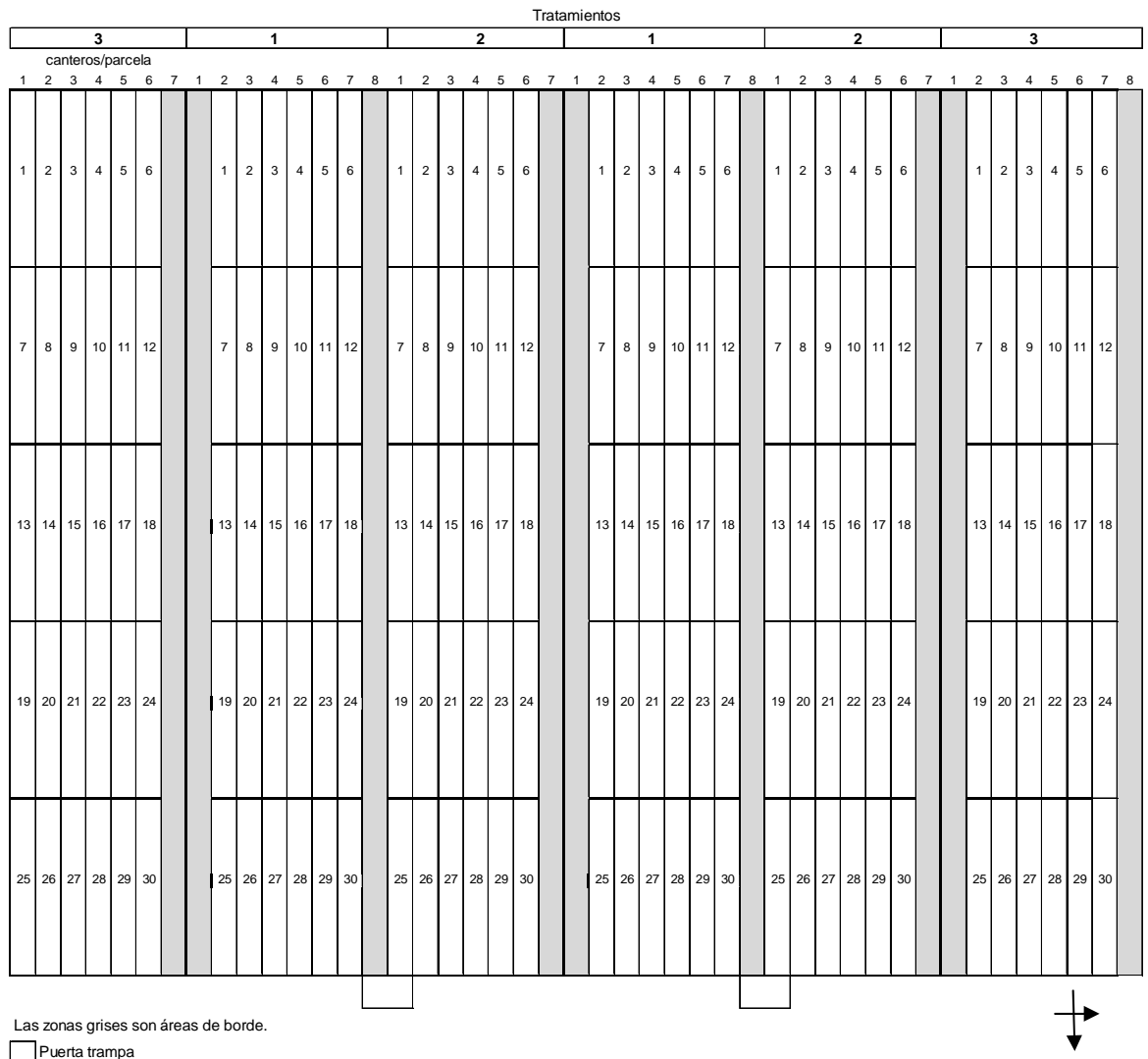


Figura 5. Plano del invernadero con ubicación de los tratamientos y detalle de las celdas

Desde el momento del trasplante del cultivo y hasta el final del estudio (30 de noviembre de 2011) se realizaron tres tipos de monitoreos para el seguimiento de las poblaciones de las plagas y los enemigos naturales:

### 2.5.1. Conteo sobre hojas en el campo

Semanalmente se seleccionó una planta al azar en cada una de las 30 celdas y se contabilizó *in situ* el número de trips y adultos de mosca blanca sobre una hoja de cada uno de los tres estratos de la planta.

### 2.5.2. Conteo sobre hojas en el laboratorio

Las mismas hojas seleccionadas en el invernadero fueron llevadas al laboratorio del INIA Salto Grande donde, por medio de un sacabocado, se delimitó un círculo de 2,5 cm de diámetro ubicado en la mitad de la hoja próxima al pedúnculo, teniendo como eje la nervadura principal siguiendo la metodología empleada por Naranjo y Flint (1994). En esta área se contabilizó bajo microscopio estereoscópico (Olympus SZ60), con un aumento de 25x, el número de huevos y estadios inmaduros de *B. tabaci* (ninfas de primer, segundo y tercer estadio, y puparios). También se contó el número de huevos y formas móviles de *A. swirskii* en dichos círculos (incluye estadios inmaduros y adultos).

### 2.5.3. Conteo en las flores

En una planta de cada celda del invernadero se cortaron 2 flores al azar, las cuales de inmediato se introdujeron en un recipiente con alcohol al 70% para de esa forma ser trasladadas al laboratorio. Bajo microscopio estereoscópico (Olympus SZ60), con un aumento de 25x, se contabilizó el número de trips (discriminando ninfas y adultos) y de *A. swirskii* (formas móviles, sin discriminar entre larvas, ninfas y adultos). El muestreo fue suspendido desde el 6 de julio al 31 de agosto de 2011 por el reducido número de flores disponibles en el cultivo.

Con el objetivo de prevenir el traslado mecánico de ácaros desde las parcelas liberadas a las no liberadas, se comenzaron los muestreos siempre por las parcelas no liberadas para luego pasar a las restantes. Además, se estableció una firme restricción al ingreso de personas al experimento.

## 2.6. REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

Se registró la temperatura y la humedad relativa en el interior de dos salas (una con y otra sin malla) del invernadero durante todo el período de estudio por medio de sensores HOBO (H8 RH/Temp Loggers, Onset Computer Company, Bourne, MA, EEUU). Los sensores se ubicaron en los postes a una altura de 1,50 m del suelo.

## 2.7. CÁLCULO DE LOS GRADOS DÍA DE *A. SWIRSKII*

Se calcularon los grados días acumulados por los artrópodos utilizando el software provisto por la Universidad de California (<http://www.ipm.ucdavis.edu/calludt.cgi>) que utiliza el método del seno simple. Esta técnica usa las temperaturas mínimas y máximas de un día para elaborar una curva senoide durante un período de 24 horas y luego estima los grados día para cada día calculando el área debajo de la curva por encima de la temperatura del umbral inferior y por debajo de la temperatura del umbral superior. Este método asume que la curva de temperaturas es simétrica alrededor de la temperatura máxima. Como umbral inferior y superior se utilizaron los valores de 11,3 y 37,4°C respectivamente, reportados por Lee (2011) para *A. swirskii*.

## 2.8. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA MALLA DE 50 MESH PARA EXCLUIR A *A. SWIRSKII*

Para evaluar si individuos inmaduros y adultos de *A. swirskii* eran capaces de atravesar una malla de 50 mesh similar a la utilizada en el invernadero para separar las parcelas, en condiciones de laboratorio (25 °C y 70 % HR) se colocaron 10 ácaros en cada uno de 3 tubos de ensayo (150 mm de largo, 29 mm de diámetro) con su extremo abierto cubierto con dicha malla. Cada hora por un período de 8 horas, a intervalos de 15 minutos, se observó si los ácaros lograban atravesarla y salir de los tubos.

## 2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables individuales fueron analizadas utilizando los procedimientos estándares de estadística descriptiva del procedimiento Univariate y procedimiento Means (SAS 9.2). Para el análisis de los factores (tratamiento y estrato de la planta) se utilizó un modelo lineal generalizado, procedimiento Genmod (SAS 9.2). Como las variables registradas tienen la característica de ser conteos y muchos de estos conteos tuvieron valor igual a 0, a los efectos de seleccionar el mejor ajuste se comparó el modelo utilizando Poisson y Binomial Negativa como funciones de distribución y Log como función de enlace. Se incluyó la evaluación de las fechas de

muestreo como medidas repetidas en el tiempo. Para seleccionar la mejor función de distribución se utilizó el valor absoluto de la Deviance, obtenida del análisis del modelo con las dos distribuciones evaluadas y el test de Chi cuadrado de bondad de ajuste, asumiendo que la Deviance sigue una distribución chi-cuadrado con grados de libertad igual al modelo residual (Johnson, 1999). Este análisis demostró que los datos de conteo en las variables utilizadas se ajustaban mejor con la distribución Binomial Negativa, evidenciado por la existencia de valores mayores de la Deviance en los ajustes con la distribución Poisson. La separación de medias de los tratamientos fue realizada con el procedimiento Lsmeans del SAS (SAS 9.2).

De los conteos en las hojas se definieron las siguientes variables: huevos de *A. swirskii* (HAS), estados móviles de *A. swirskii* (MAS), huevos de *B. tabaci* (HBT), ninfas de *B. tabaci* (NBT), adultos de *B. tabaci* (ABT). Por su parte en las flores las variables definidas fueron el número de ninfas + adultos de *F. occidentalis* (T) y estados móviles de *A. swirskii* (MAS).

El análisis de las variables se realizó en dos modalidades: a) globalmente, tomando todo el período de evaluación (32 semanas) y b) por períodos, dividiendo el estudio en dos períodos de acuerdo a la fenología de los insectos y las plantas (presencia de flores). Estos períodos fueron: para HAS: a) semana 1 a 9 (se excluyeron los muestreos donde no se encontraron huevos) y b) semana 21 a 32; para MAS, HBT, NBT y ABT: a) semana 1 a 20 y b) semana 21 a 32; para T y MAS: a) semana 1 a 10 (se excluyeron las fechas sin flores) y b) semana 16 a 25.



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. MUESTREO EN HOJAS

##### 3.1.1. *Amblyseius swirskii*

La oviposición de *A. swirskii* comenzó en la semana siguiente a su liberación, que tuvo lugar el 27 de abril. En las parcelas del tratamiento 1 la oviposición aumentó hasta el 30 de mayo cuando alcanzó un valor máximo de 0,11 huevos/cm<sup>2</sup> de hoja, para luego descender a valores muy reducidos a partir del 20 de junio. En las parcelas del tratamiento 3 el máximo se alcanzó el 23 de mayo con 0,07 huevos/cm<sup>2</sup> de hoja, reduciéndose la oviposición en la misma fecha que el tratamiento 1. A partir de fines de mayo se comprobó la existencia de huevos de *A. swirskii* en las parcelas del tratamiento 2 (que no incluyeron liberación del ácaro). La abundancia de huevos en estas parcelas en ese período fue baja (0,01 huevos/cm<sup>2</sup> de hoja) y se redujo en el mismo momento que en las otras parcelas (Figura 6).

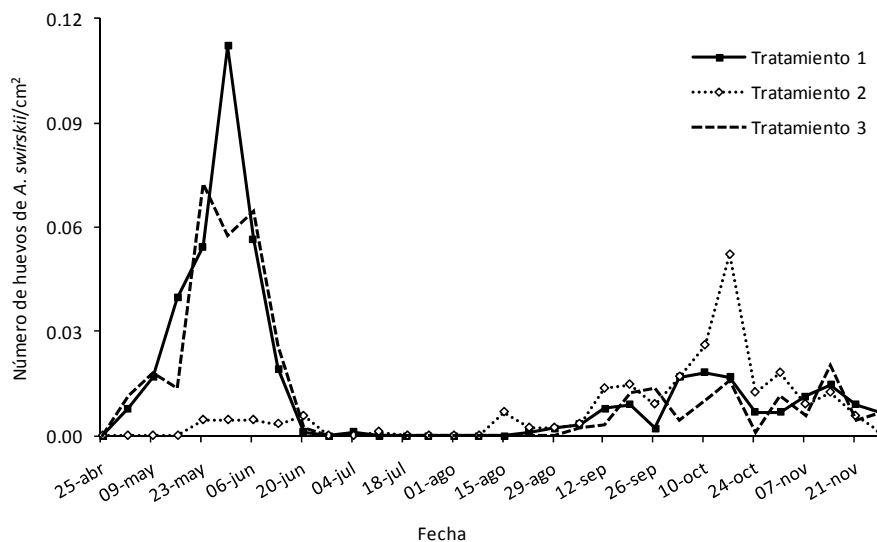


Figura 6. Variación del número de huevos de *Amblyseius swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja por tratamiento

La reducción de la oviposición coincidió con el descenso brusco de la temperatura según los registros en el invernadero, dado que en mayo la temperatura

media mensual en la parcela con y sin malla se ubicó en 17,7 y 16,3 °C respectivamente, para luego alcanzar valores de temperatura mínima por debajo de 10 °C a partir del 23 de junio y aumentar recién a partir de septiembre (Cuadro 5, Figuras 7 y 8). Si bien no se llevaron registros discriminados, en el período invernal se encontraron formas inmaduras del ácaro en los muestreos, lo cual indicaría la no ocurrencia de diapausa, coincidiendo con lo señalado por Allen (2009). El análisis de los valores térmicos indicó que solo en el mes de noviembre la temperatura media mensual en la parcela con malla alcanzó el óptimo de esta especie (25°C según Robledo Camacho et al., 2009). No obstante, la temperatura máxima media se ubicó por encima de ese valor durante casi todo el período de estudio.

Cuadro 5. Valores de temperaturas medias (°C) en la parcela con malla y sin malla en el período mayo a noviembre de 2011.

	Temperatura (°C)*					
	Con malla			Sin malla		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
May.	11,1	17,7	28,2	10,5	16,3	24,7
Jun.	8,3	14,1	23,6	7,9	13,5	22,1
Jul.	7,4	14,5	27,3	6,9	13,5	24,6
Ago.	8,5	15,7	27,7	8,2	14,5	24,4
Set.	10,2	19,1	32,3	9,5	17,5	27,9
Oct.	13,6	21,5	32,8	12,9	19,1	26,6
Nov.	16,2	25,4	35,9	15,5	23,6	31,6

\*Representa el promedio de 48 registros por día.

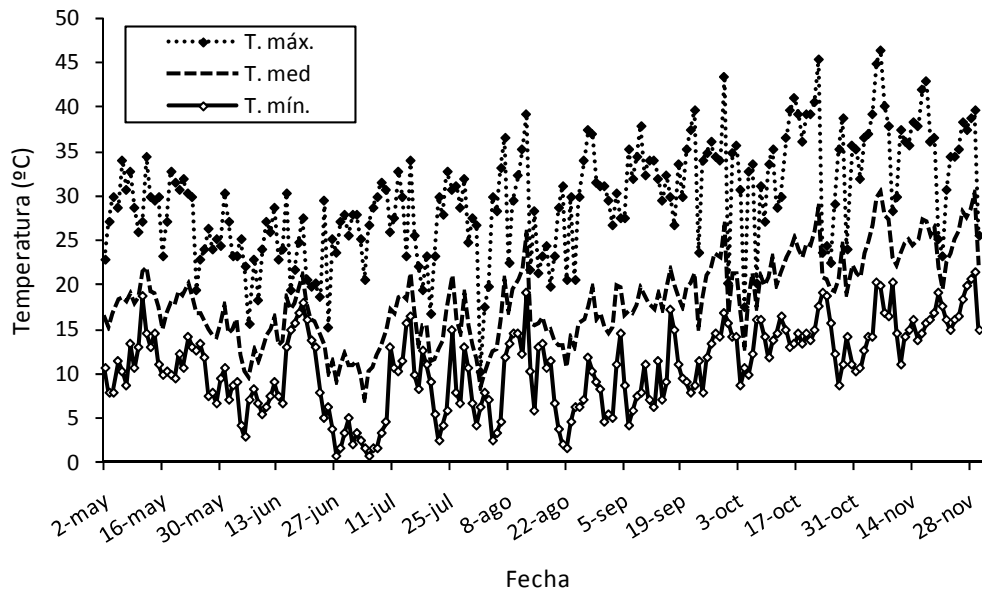


Figura 7. Variación de la temperatura media (°C) en la parcela con malla en el período mayo a noviembre de 2011

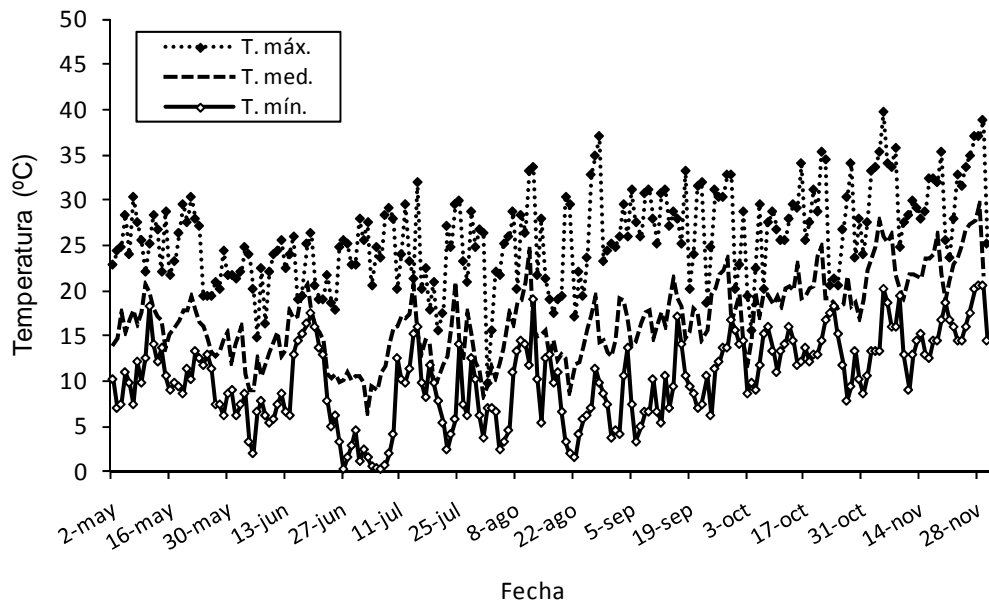


Figura 8. Variación de la temperatura media (°C) en la parcela sin malla en el período mayo a noviembre de 2011

La aparición de ácaros en las parcelas que no fueron liberadas pudo deberse al traslado pasivo de estos individuos por parte de los operarios que realizaban el manejo del cultivo. El pasaje de los ácaros a través de las mallas que separaban las parcelas fue descartado porque se comprobó en el laboratorio que ácaros colocados en tubos de ensayo cerrados con dicha malla no podían atravesarla.

En todas las parcelas la oviposición del ácaro se incrementó a mediados de agosto y continuó ocurriendo hasta la culminación del estudio a fines de la primavera, sin alcanzar en ninguna de las parcelas los valores máximos constatados en el momento próximo posterior a la liberación. En este período el conteo más alto de huevos se registró en el tratamiento 2 con 0,05 huevos/cm<sup>2</sup> de hoja a mediados de octubre.

La observación de las hojas bajo microscopio estereoscópico en el laboratorio permitió comprobar que el ácaro ovipone generalmente sobre la punta de los tricomas, mientras que las formas móviles suelen encontrarse en la intersección de las nervaduras secundarias con la principal, en ambos casos en el envés de las hojas. Estas observaciones están de acuerdo con lo mencionado por Robledo Camacho et al. (2009) quienes indican al envés de las hojas como el lugar preferido para las posturas.

Si bien, como se verá más adelante, la población de huevos y ninfas de mosca blanca y de trips registrada al comienzo del ensayo fue baja, ello no fue un obstáculo para la instalación y desarrollo del ácaro. La alimentación zoo-fitófaga de este ácaro, que se alimenta de presas pero también del polen de las flores de las plantas, podría explicar este fenómeno (Ragusa y Swirski, 1975; Momen y El-Saway, 1993).

Cuando se analizó estadísticamente el total de las fechas de muestreo se comprobó que el número de huevos de *A. swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja (sin tener en cuenta los estratos de las plantas) en las parcelas del tratamiento 1 (liberación de ácaros en ambiente con malla) fue similar al relevado en las parcelas del tratamiento 2 (solo malla sin liberación) ( $p = 0,1063$ ) y del tratamiento 3 (liberación de ácaros en ambiente sin malla) ( $p = 0,5363$ ), al tiempo que tampoco existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,1657$ ) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos y el estrato de la planta en el número de huevos y formas móviles de *Amblyseius swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja.

	n	nº de huevos*	DE**	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	190 <sup>1</sup>	0,41 a	0,90	190	2,61 a	2,16
Tr. 2	190	0,21 a	0,41	190	0,75 b	1,21
Tr. 3	190	0,38 a	0,84	190	2,30 a	1,91
Est. 1	192 <sup>2</sup>	0,30 b	0,47	192	1,51 b	1,69
Est. 2	186	0,45 a	1,11	186	2,13 a	2,08
Est. 3	192	0,26 b	0,53	192	2,03 a	2,09

n<sup>1</sup>: 3 estratos x2 repeticiones x32 fechas.

n<sup>2</sup>: 3 tratamientos x2 repeticiones x32 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

Est.1: tercio superior; Est.2: tercio medio; Est.3: tercio inferior de la planta.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas (p<0,05).

\*\* Desvío estándar.

Cuando se analizó la oviposición del ácaro en los diferentes estratos de la planta (sin tener en cuenta los tratamientos) se comprobó que fue más alta en el estrato medio que en el inferior (p = 0,0450) y el superior (p < 0,0001), al tiempo que no hubo diferencias entre el estrato inferior y superior (p = 0,3330) (Cuadro 6).

Con relación a las formas móviles de *A. swirskii*, en las parcelas donde se liberó el ácaro se constató un incremento pronunciado de ellas en las semanas subsiguientes, alcanzando un primer pico de 0,19 ácaros por cm<sup>2</sup> de hoja en el tratamiento 1 y de 0,13 ácaros/cm<sup>2</sup> de hoja en el tratamiento 3 a mediados de junio. En ese momento, debido a un fuerte aumento en el número de trips en las flores del cultivo se aplicó Neemazal en todos los tratamientos, lo cual llevó a una reducción en el número de formas móviles, en coincidencia con lo mencionado por Momen et al. citados por Amer y Momen (2002). No obstante este efecto, la población se recuperó rápidamente mostrando fluctuaciones con tendencia ascendente con un máximo de 0,22 ácaros por cm<sup>2</sup> en el tratamiento 1 y de 0,21 ácaros por cm<sup>2</sup> en el tratamiento 3 en julio. Iniciado el invierno la población de ácaros móviles descendió paulatinamente hasta la primavera, luego de lo cual se incrementó nuevamente (Fig. 9).

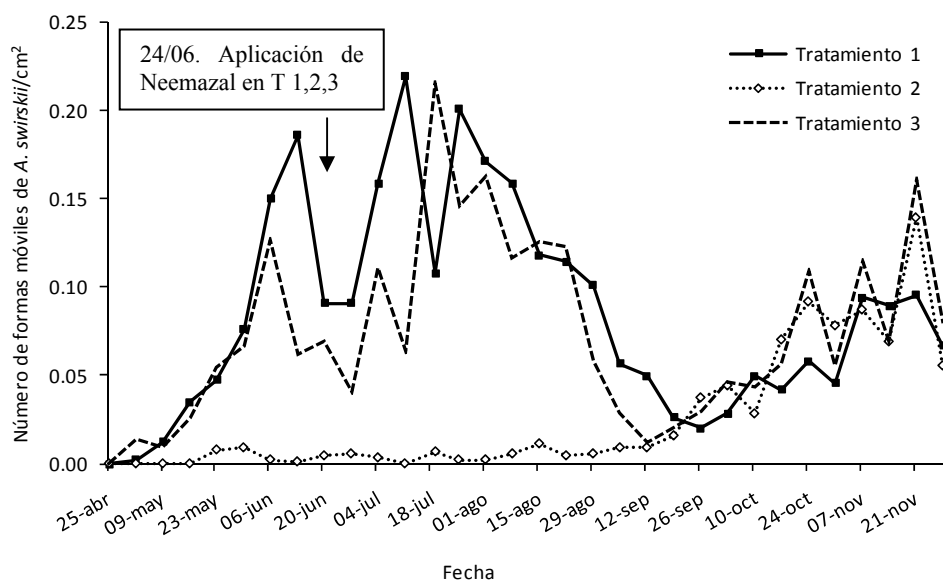


Figura 9. Variación del número de estadios móviles de *Amblyseius swirskii* por tratamiento durante el estudio.

En las parcelas del tratamiento 2 (sin liberación de ácaros) se comenzó a observar un número reducido de formas móviles del ácaro un mes después de su introducción en las otras parcelas. Esta situación se mantuvo hasta que en primavera se incrementó la población a valores similares a las restantes parcelas.

El análisis estadístico indicó que el número de formas móviles de *A. swirskii* contabilizado en los círculos realizados en las hojas de las plantas a lo largo de todo el período de estudio no se diferenció entre las parcelas de los tratamientos 1 y 3 ( $p = 0,2107$ ), al tiempo que fueron superiores al que se registró en las parcelas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 6).

En el total del período la población de *A. swirskii* acumuló 1.988 grados días en la parcela con malla y 1.578 en aquella sin malla. Teniendo en cuenta el valor de la constante térmica de la especie (101 grados días) señalado por Allen (2009), ello habría dado lugar a que se cumplieran 19,7 y 15,6 generaciones de esta especie en dicho período, respectivamente. Sin embargo, la observación de las curvas de población no permitió determinar con claridad la ocurrencia de tales generaciones.

La colocación de malla en las parcelas, además de ejercer un obstáculo físico al ingreso y salida de insectos y ácaros, afectó las condiciones ambientales con un incremento de la temperatura y la humedad relativa. Así, la temperatura máxima media en el interior de la parcela con malla donde se ubicó el sensor HOBO alcanzó en promedio en el total del período de estudio un valor de 29,7°C y en la parcela sin malla 26,0°C. Por su parte, el valor medio de la temperatura media fue 18,3°C y 16,8°C, respectivamente. La media en el período de la temperatura mínima media presentó valores muy próximos entre sí en la parcela con y sin malla (10,7°C y 10,2°C respectivamente). Siempre en valores promedio, comparando la parcela con y sin malla se constató un incremento en la humedad relativa media mayor a los 20 puntos porcentuales y en la humedad relativa mínima de casi de 30 puntos a favor de la parcela con malla (Cuadro 7). Este efecto está de acuerdo a lo expresado por Gázquez et al. (2011), quienes afirman que el uso de mallas anti-insectos colocadas sobre las ventanas y cortinas de los invernaderos aumenta la temperatura y la humedad, y puede reducir de manera importante la ventilación. Al analizar estos valores hay que tener en cuenta que las condiciones óptimas para el desarrollo de *A. swirskii* son de 25°C y una humedad relativa mayor al 60% (Robledo Camacho et al., 2009), con lo cual la colocación de malla habría significado una ventaja para el desarrollo del ácaro en las condiciones donde se realizó el estudio.

Cuadro 7. Temperatura (en °C) y Humedad Relativa (en %) promedio del total del período de estudio. Los valores representan 48 registros diarios.

	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
Total CM	10,7	18,3	29,7	47,4	76,5	94,4
Total SM	10,2	16,8	26,0	20,3	55,7	86,5

Total CM: promedio para todo el experimento. Con malla.

Total SM: promedio para todo el experimento. Sin malla.

Como se verá más adelante, durante el invierno la población de huevos y ninfas de *B. tabaci* alcanzó valores muy reducidos, por lo cual probablemente el polen de las flores de pimiento fue un alimento esencial para la población de trips y ácaros. A

partir de la mitad de julio y durante el mes de agosto el número de flores se redujo considerablemente, con lo cual dicho alimento fue muy escaso (Fig. 10).

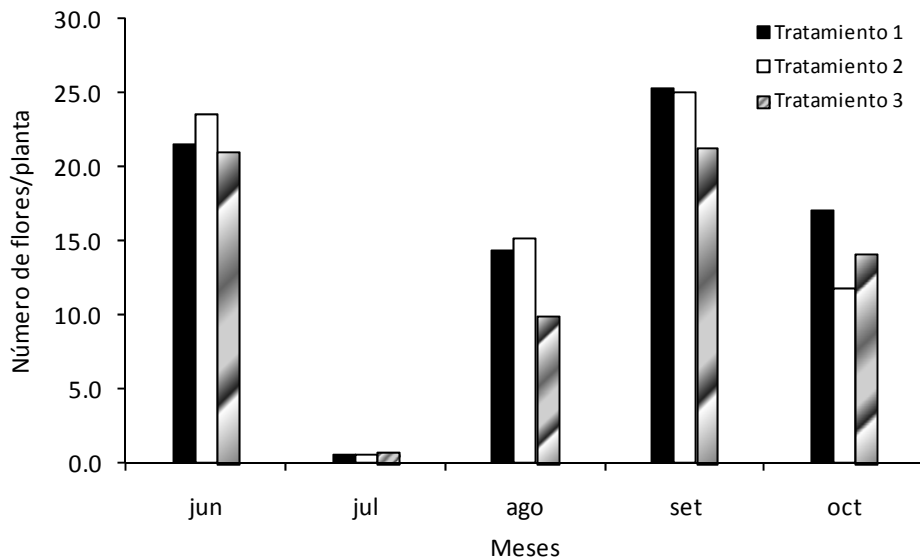


Figura 10. Número de flores por planta de pimiento por tratamiento

Si no se tienen en cuenta los tratamientos, el número de formas móviles del ácaro en el estrato medio de la planta fue mayor que en el estrato superior ( $p = 0,0006$ ) al tiempo que no se diferenció del inferior ( $p = 0,5591$ ). Por su parte, en el estrato inferior los ácaros fueron más abundantes que en el superior ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 6). Esto podría deberse a que, como se verá posteriormente, en el estrato inferior es donde se localizó la mayor abundancia de moscas blancas.

#### 3.1.1.1. Análisis por períodos

Como se mencionó anteriormente luego de la liberación se produjo un incremento pronunciado de la oviposición de *A. swirskii* seguido por un descenso en el invierno y la posterior reaparición próximo a la primavera. Ello justificó dividir en dos el período del estudio para analizar mejor el efecto de los tratamientos.



Período 1a: muestreos 1 al 9 (25 de abril al 20 de junio). Oviposición de *A. swirskii*.

Si no se tienen en cuenta los estratos de la planta, el número de huevos del ácaro en las parcelas del tratamiento 1 no se diferenció del contabilizado en las parcelas del tratamiento 3 ( $p = 0,7218$ ), al tiempo que en ambos tratamientos los huevos fueron más numerosos que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre el número de huevos de *Amblyseius swirskii* por  $\text{cm}^2$  de hoja. Muestreos 1 al 9.

	n	nº de huevos*	DE**
Tr. 1	52	1,04 a	1,49
Tr. 2	52	0,05 b	0,14
Tr. 3	52	1,00 a	1,37

n: 3 estratos x2 repeticiones x9 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

Período 1b: muestreos 1 al 20 (25 de abril al 5 de setiembre). Formas móviles de *A. swirskii*.

Las formas móviles de *A. swirskii*, sin tener en cuenta los estratos de la planta, fueron más numerosas en las parcelas del tratamiento 1 que en aquellas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) y del tratamiento 3 ( $p = 0,0480$ ), al tiempo que el ácaro fue más abundante en las parcelas del tratamiento 3 que del 2 ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 9). Esto esta de acuerdo a lo mencionado anteriormente, la colocación de malla en el invernadero genera condiciones ambientales mas favorables para el desarrollo del ácaro.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos sobre el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja. Muestreos 1 al 20.

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	118	3,18 a	2,45
Tr. 2	118	0,10 c	0,17
Tr. 3	118	2,49 b	2,06

n: 3 estratos x2 repeticiones x20 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

Período 2: muestreos 21 al 32 (12 de septiembre al 28 de noviembre).

El período que incluyó la primavera y el inicio del verano marcó un incremento de la oviposición y posterior aumento de la población móvil del ácaro. Esto coincidió con el incremento de la temperatura propia de esa época del año, que se ubicó en promedio en este período en 22,3 y 20,2°C como temperatura media en las parcelas con y sin malla respectivamente (Cuadro 10). En este período también se produjo un incremento de las presas, fundamentalmente trips (Fig. 15) y la ocurrencia de una mayor cantidad de flores.

Cuadro 10. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el período comprendido entre el 12 de septiembre y el 28 de noviembre. Los valores representan el promedio de 48 registros diarios.

	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)		
	Mínima	Media	Maxima	Mínima	Media	Maxima
Período 2 CM	13,6	22,3	33,0	41,3	70,8	93,7
Período 2 SM	12,9	20,2	28,8	13,2	43,3	81,9

Período 2 CM. Muestreo 21 (12 de septiembre) a 32 (28 de noviembre). Con malla.

Período 2 SM. Muestreo 21 (12 de septiembre) a 32 (28 de noviembre). Sin malla.

La oviposición de *A. swirskii*, no considerando los estratos de la planta, alcanzó los valores más altos en las parcelas del tratamiento 2 cuando se compararon con aquellos de las parcelas del tratamiento 1 ( $p = 0,0242$ ) y del tratamiento 3 ( $p = 0,0059$ ), pero no se constató diferencias entre las parcelas del tratamiento 1 y 3 ( $p = 0,5572$ ). Esto podría deberse, como ya se mencionó, a que en el tratamiento 2 se observó un mayor número de presas al comienzo de la primavera (Fig. 15). El número de formas móviles del ácaro no difirió entre las parcelas del ensayo ( $p > 0,05$ ) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de los tratamientos sobre el número de huevos y formas móviles de *Amblyseius swirskii* por  $\text{cm}^2$  de hoja. Muestreos 21 al 32 (12 de septiembre al 28 de noviembre).

	n	nº de huevos*	DE**	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	72	0,31 b	0,35	72	1,68 a	1,05
Tr. 2	72	0,47 a	0,56	72	1,82 a	1,41
Tr. 3	72	0,28 b	0,34	72	1,97 a	1,61

n: 3 estratos x 2 repeticiones x 12 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

### 3.1.2. *Bemisia tabaci* (huevos y ninfas)

En el período comprendido entre la liberación del ácaro en las parcelas de los tratamientos 1 y 3 y el inicio del invierno los huevos de *B. tabaci* presentes en los círculos de las hojas de pimiento fluctuaron con una tendencia descendente en todas las parcelas. Una vez comenzado el invierno, mientras que en las parcelas donde hubo liberación el número de huevos se mantuvo bajo hasta el final del estudio, en aquellas ‘solo con malla’ (tratamiento 2) se produjeron pequeños incrementos, para luego mantenerse en valores reducidos a partir de la primavera (Fig. 11).

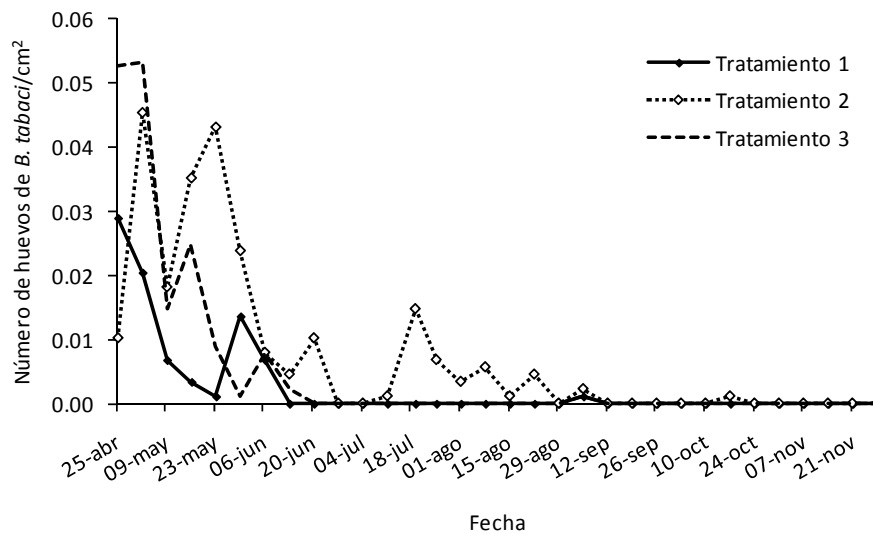


Figura 11. Variación del número de huevos de *Bemisia tabaci* en las parcelas de los diferentes tratamientos.

Cuando se analizó estadísticamente el total de las fechas de muestreo, y sin tener en cuenta los estratos de la planta, el número de huevos de *B. tabaci* por cm<sup>2</sup> en las parcelas del tratamiento 1 fue menor que en aquellas del tratamiento 2 ( $p = 0,0003$ ) y del tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,6274$ ). Si no se tienen en cuenta los tratamientos, los huevos fueron más abundantes en la parte basal de la planta que se diferenció del medio ( $p < 0,0001$ ) y del ápice ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no hubo diferencias entre los estratos apical y medio ( $p = 0,1099$ ) (Cuadro 12).

Por su parte, el número de ninfas de *B. tabaci* por cm<sup>2</sup> de hoja en las parcelas donde se liberó el ácaro (tratamientos 1 y 3) disminuyó drásticamente hacia el inicio del invierno y permaneció reducido el resto del período de estudio. Las ninfas de *B. tabaci* en las parcelas ‘solo con malla’ (tratamiento 2) fluctuaron durante todo el invierno para disminuir en primavera cuando se produjo un aumento de ácaros por contaminación a partir de las restantes (Fig. 12).

El análisis estadístico de los conteos mostró que, sin tener en cuenta los estratos de las plantas, el número de ninfas de la mosca blanca en las parcelas del tratamiento 1 no se diferenció del tratamiento 3 ( $p = 0,0670$ ), pero si fue más bajo que el número de la mosca blanca en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0003$ ). Por su parte,

también fue menor el número de ninfas en las parcelas del tratamiento 3 comparado con el tratamiento 2 ( $p = 0,0138$ ). En relación a la ubicación en la planta, las ninfas fueron más abundantes en la porción basal que en la media ( $p < 0,0001$ ) y que en el ápice ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que fueron más abundantes en el medio que en el ápice de la planta ( $p = 0,0072$ ) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos y los estratos de la planta sobre el número de huevos y ninfas de *Bemisia tabaci* por  $\text{cm}^2$  de hoja.

	n	nº de huevos*	DE**	n	nº de ninfas*	DE**
Tr. 1	190 <sup>1</sup>	0,09 b	0,33	190	0,15 b	0,48
Tr. 2	190	0,25 a	0,66	190	0,56 a	0,94
Tr. 3	190	0,78 a	0,65	190	0,50 b	1,84
Est. 1	192 <sup>2</sup>	0,14 b	0,37	192	0,07 c	0,21
Est. 2	186	0,14 b	0,57	186	0,24 b	0,51
Est. 3	192	0,25 a	0,33	192	0,90 a	1,97

n<sup>1</sup>: 3 estratos x 2 repeticiones x 32 fechas.

n<sup>2</sup>: 3 tratamientos x 2 repeticiones x 32 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

Est. 1: tercio superior; Est. 2: tercio medio; Est. 3: tercio inferior de la planta.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

La acción de los ácaros confirma lo expresado por Swirski et al. (1967) y Nomikou et al. (2001) quienes señalaron a los fitoseidos como efectivos depredadores de etapas inmaduras de la mosca blanca, con habilidad para suprimir sus poblaciones en invernaderos. También Nomikou et al. (2002) comprobaron una reducción significativa de las poblaciones de *B. tabaci* a nueve semanas de la liberación de *A. swirskii*, al tiempo que Calvo y Belda (2006) y Robledo Camacho et al. (2009) señalaron ese efecto en cultivos de pimiento y pepino en condiciones de invernadero en el sur de España. En el análisis del total del período de estudio no se comprobó un efecto diferencial de la malla en la efectividad de la liberación de los ácaros, probablemente por la baja población de la presa que se alcanzó en todas las parcelas a partir del inicio del invierno.

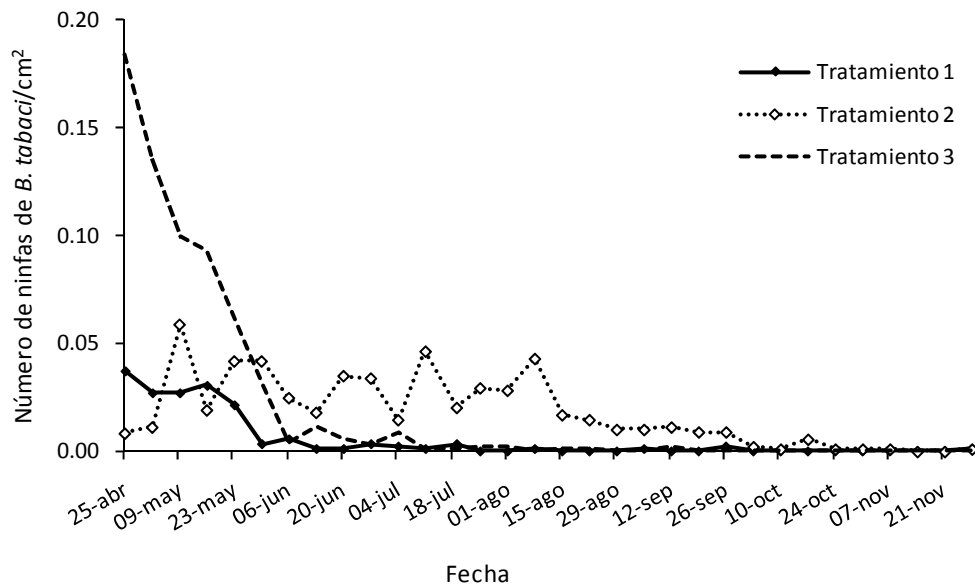


Figura 12. Variación del número de ninfas de *Bemisia tabaci* en las hojas de pimiento en las parcelas de los diferentes tratamientos

### 3.1.2.1. Análisis por períodos

a) Período 1: muestreos 1 al 20 (25 de abril al 5 de septiembre).

En el período inicial del estudio, cuando fue mayor la abundancia de mosca blanca en todas las parcelas, el análisis de los conteos en los círculos en las hojas, sin tener en cuenta los estratos de la planta, indicó que el número de huevos en las parcelas del tratamiento 1 fue menor que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0003$ ) y del tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,6362$ ). Por su parte, el número de ninfas de mosca blanca en las parcelas del tratamiento 1 fue inferior que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0007$ ) y del tratamiento 3 ( $p = 0,0377$ ), al tiempo que fue inferior en las parcelas de tratamiento 3 comparado con las del 2 ( $p = 0,0207$ ). Esto indica la efectividad de los ácaros en la reducción de las moscas blancas, sobre todo en espacios cerrados con malla (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos sobre el total acumulado de huevos y ninfas de *Bemisia tabaci* por cm<sup>2</sup> de hoja. Muestreo del 1 al 20 (25 de abril al 5 de septiembre).

	n	nº de huevos*	DE**	n	nº de ninfas*	DE**
Tr. 1	118	0,14 b	0,42	118	0,23 c	0,59
Tr. 2	118	0,41 a	0,8	118	0,85 a	1,09
Tr. 3	118	0,32 a	0,81	118	0,80 b	2,28

n: 3 estratos x 2 repeticiones x 20 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

b) Período 2: muestreos 21 al 32 (22 de agosto al 28 de noviembre).

La baja población de la plaga, que se reflejó en un alto número de ausencias (ceros registrados en los conteos de este período del estudio), no permitió analizar estadísticamente la variación del número de huevos y ninfas de *B. tabaci* entre tratamientos.

### 3.1.3. *Bemisia tabaci* (adultos)

Tal como sucedió con los estados inmaduros, el número de adultos de *B. tabaci* fluctuó inicialmente de manera descendente en todas las parcelas pero, mientras que donde se liberó el ácaro los valores se redujeron rápidamente al inicio del invierno, en las parcelas sin liberación lo hicieron solo a partir de la primavera (Fig. 13). Así fue que en el total del período de estudio el número de adultos de *B. tabaci* en las parcelas del tratamiento 1 fue menor que en las parcelas de tratamiento 2 ( $p = 0,007$ ) pero no que en las parcelas del tratamiento 3 ( $p = 0,1956$ ), al tiempo que no hubo diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,4386$ ). Si no se tiene en cuenta el tratamiento, el número de adultos fue más abundante en el estrato basal de la planta con relación al medio ( $p < 0,0001$ ) y al apical ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no hubo diferencias en la cantidad de adultos entre los estratos medio y apical de la planta ( $p = 0,3501$ ) (Cuadro 14).

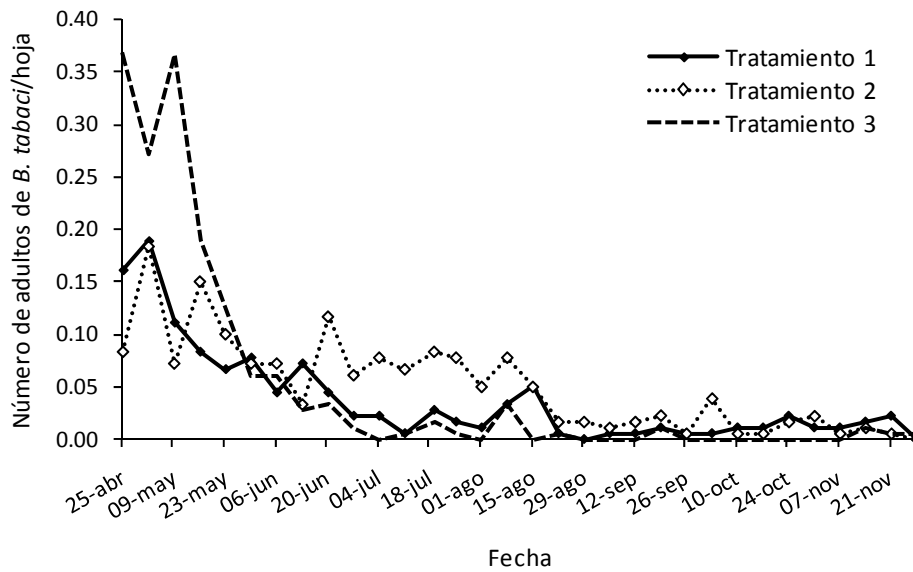


Fig. 13. Variación de los adultos de *Bemisia tabaci* en las parcelas de los diferentes tratamientos

Cuadro 14. Efecto de los tratamientos y el estrato de la planta sobre el número de adultos de *Bemisia tabaci* por hoja.

	n	nº de adultos*	DE**
Tr. 1	190 <sup>1</sup>	1,03 b	2,30
Tr. 2	190	1,55 a	2,25
Tr. 3	190	1,49 ab	4,94
Est. 1	192 <sup>2</sup>	0,76 b	1,32
Est. 2	186	0,89 b	1,60
Est. 3	192	2,41 a	5,32

n<sup>1</sup>: 3 estratos x 2 repeticiones x 32 fechas.

n<sup>2</sup>: 3 tratamientos x 2 repeticiones x 32 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

Est. 1: tercio superior; Est. 2: tercio medio; Est. 3: tercio inferior de la planta.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.



### 3.1.3.1. Análisis por períodos

#### a) Período 1: muestreos 1 al 20 (25 de abril al 5 de septiembre)

En el período próximo a la liberación, el número de adultos de *B. tabaci* en las parcelas del tratamiento 1 fue menor que en las parcelas de tratamiento 2 ( $p = 0,0009$ ) pero no se diferenció del alcanzado en el tratamiento 3 ( $p = 0,0984$ ), al tiempo que no hubo diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,6204$ ) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto de los tratamientos sobre el número de adultos de *Bemisia tabaci* acumulados por hoja. Muestreos del 1 al 20 (25 de abril al 5 de septiembre).

	n	nº de adultos*	DE**
Tr. 1	118	1,53 a	2,78
Tr. 2	118	2,28 b	2,54
Tr. 3	118	2,37 ab	6,11

n: 3 estratos x 2 repeticiones x 20 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

#### b) Período 2: muestreos 21 al 32 (22 de agosto al 28 de noviembre).

En el período comprendido desde mediados del invierno hasta el final del estudio, el número de adultos de *B. tabaci* fue muy reducido en todas las parcelas. El menor número se contabilizó en las parcelas del tratamiento 3 que se diferenció de aquellos del tratamiento 1 ( $p = 0,0166$ ) y del tratamiento 2 ( $p = 0,0019$ ), al tiempo que no hubo diferencias entre las parcelas de los tratamientos 1 y 2 ( $p = 0,1980$ ) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto de los tratamientos sobre el promedio de adultos de *Bemisia tabaci* acumulados por hoja. Muestreos 21 al 32 (22 de agosto al 28 de noviembre).

	n	nº de adultos*	DE**
Tr. 1	72	0,21 a	0,44
Tr. 2	72	0,36 a	0,74
Tr. 3	72	0,06 b	0,23

n: 3 estratos x 2 repeticiones x 12 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

#### 3.1.4. *Polyphagotarsonemus latus*

Durante todo el período de estudio no se encontraron individuos del ácaro blanco *P. latus*. Ello no permitió realizar una evaluación de la eficacia de control de *A. swirskii* como ha sido citada por algunos autores (ver Stansly y Castillo, 2009; Onzo et al., 2012).

### 3.2. MUESTREO DE FLORES

#### 3.2.1. *Amblyseius swirskii*

Luego de su liberación se produjo un fuerte incremento de *A. swirskii* en las flores de las plantas de pimiento, que a las cuatro semanas alcanzó 2,2 y 0,4 ácaros por flor en las parcelas de los tratamiento 1 y 3 respectivamente. Luego, la mencionada aplicación de extractos de neem en el cultivo dirigida a los trips afectó negativamente a la población del ácaro, que sin embargo rápidamente se restableció y alcanzó a las 8 semanas un pronunciado pico de 7,5 y 2,4 ácaros por flor en las parcelas de dichos tratamientos respectivamente. Por su parte, en las parcelas del tratamiento 2 se constató la presencia de ácaros en las flores 5 semanas después de su liberación en las parcelas vecinas, y un pico de 0,4 ácaros por flor tres semanas más tarde. Luego, el relevamiento de ácaros se vio interrumpido por la casi inexistencia de flores en las plantas por 45 días. Una vez reiniciada la floración, el número de

ácaros en las flores del tratamiento 2 se destacó por encima de los valores en las restantes parcelas (Fig. 14).

El análisis estadístico indicó que el número de formas móviles de *A. swirskii* en las flores en el total de las fechas del estudio fue más alto en las parcelas del tratamiento 1 comparado con el tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ) y similar entre las parcelas de los tratamientos 1 y 2 ( $p = 0,2279$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,6605$ ) (Cuadro 17).

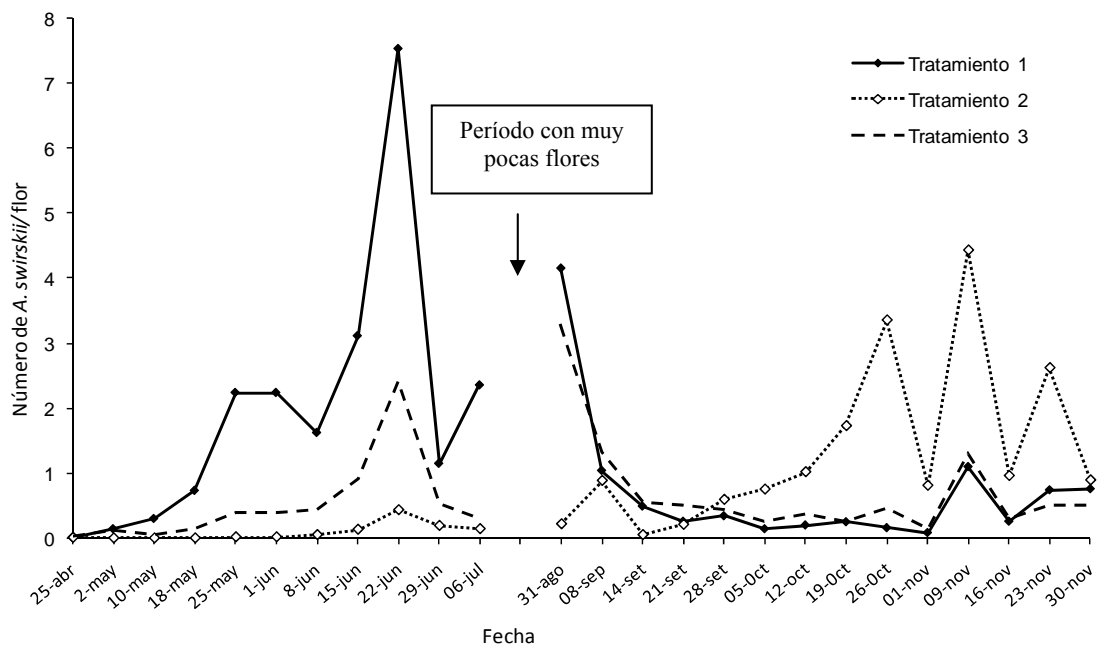


Figura 14. Variación del número de *Amblyseius swirskii* por flor en las parcelas de los distintos tratamientos

Cuadro 17. Efecto de los tratamientos sobre el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por flor en el total del período de estudio.

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	50	76,84 a	103,72
Tr. 2	50	46,10 ab	71,60
Tr. 3	50	39,50 b	48,06

n: 2 repeticiones x 25 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

### 3.2.1.1. Análisis por períodos

#### a) Período 1: muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio)

Cuando se analizó el período comprendido entre la liberación de *A. swirskii* y el fin de la floración, se comprobó que el número de ácaros en las parcelas del tratamiento 1 fue superior al existente en las parcelas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) y del 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que dicho número fue más alto en las parcelas del tratamiento 3 que en las del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ), indicando un claro efecto inicial de la liberación y la malla (Cuadro 18).

Cuadro 18. Efecto de los tratamientos en el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por flor. Muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio)

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	20	118,10 a	132,30
Tr. 2	20	5,25 c	9,39
Tr. 3	20	34,80 b	45,49

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

b) Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre)

En el período comprendido entre el reinicio de la floración y el fin del estudio se comprobó que el mayor número de ácaros se encontró en las parcelas de tratamiento 2 que se diferenció de las parcelas del tratamiento 1 ( $p < 0,0001$ ) y del 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no se diferenciaron las parcelas de los tratamientos 1 y 3 ( $p = 0,3569$ ) (Cuadro 19). Esto puede ser explicado por un mayor número de presas en el tratamiento 2, más ninfas de mosca blanca en las hojas y más trips en las flores a fines del invierno (figs. 12 y 15). Esto está de acuerdo a lo mencionado por Messelink et al.(2006, 2008) quienes afirman que la fuente adicional de alimento permite mantener poblaciones más altas del ácaro.

Cuadro 19. Efecto de los tratamientos en el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por flor. Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre)

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	20	24,15 b	24,65
Tr. 2	20	101,00 a	86,65
Tr. 3	20	27,25 b	25,72

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

### 3.2.2. *Frankliniella occidentalis*

En las primeras semanas del estudio los trips en las flores se incrementaron lentamente en todas las parcelas, para experimentar, a partir de junio, un pronunciado aumento que difirió según los tratamientos. Este incremento se vio temporariamente interrumpido por la aplicación de Neemazal en todas las parcelas, para luego decaer la población de trips por falta de flores. Luego del reinicio de la floración, los picos máximos de población alcanzaron 5 trips por flor a inicios de noviembre en las

parcelas del tratamiento 1; 13,3 trips por flor en la última quincena de octubre en las parcelas del tratamiento 3 y 17,5 trips por flor a inicios de octubre en las parcelas del tratamiento 2. El 30 de septiembre y el 7 de octubre se realizaron dos aplicaciones de Neemazal en las parcelas del tratamiento 2 (Fig. 15).

Cuando se analizó estadísticamente el número de individuos de *F. occidentalis* (ninfas más adultos) en el total de las fechas de muestreo se comprobó que en las parcelas del tratamiento 1 dicho número fue menor que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0001$ ) y del tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 (con la inclusión de Neemazal) y 3 ( $p = 0,7361$ ) (Cuadro 20).

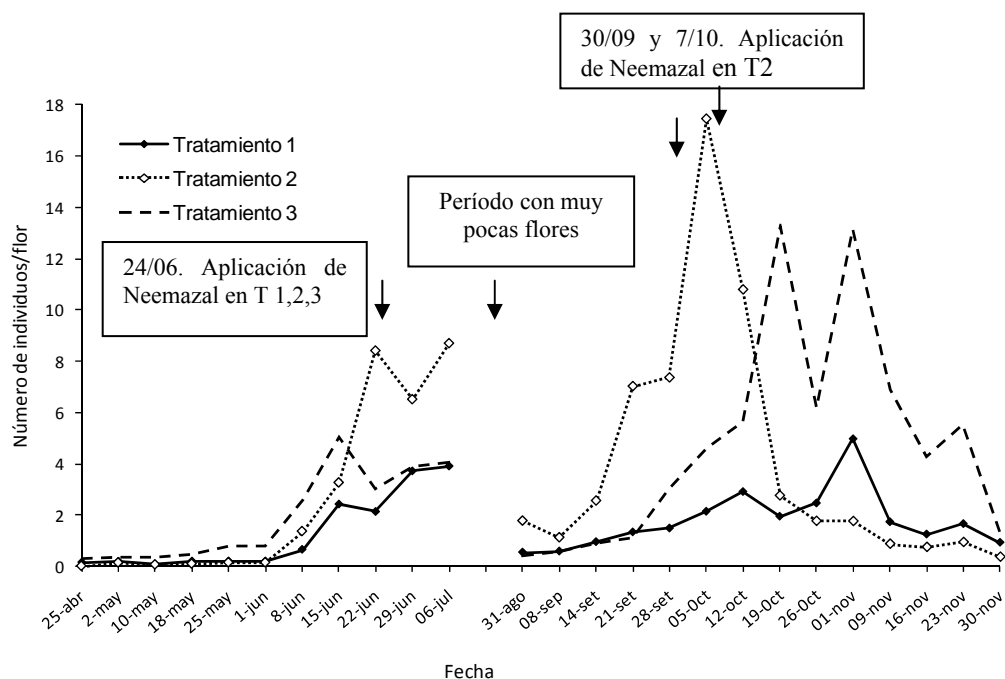


Figura 15. Variación del número de *Frankliniella occidentalis* (ninfas +adultos) por flor según los tratamientos

Cuadro 20. Efecto de los tratamientos sobre el número de *Frankliniella occidentalis* presentes en las flores en el total del período del estudio.

	n	nº de trips*	DE**
Tr. 1	50	93,92 b	88,95
Tr. 2	50	190,30 a	262,80
Tr. 3	50	206,40 a	205,94

n: 2 repeticiones x 25 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

### 3.2.2.1. Análisis por períodos

a) Período 1: muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio).

Cuando se analizó el período inmediato posterior a la liberación de ácaros y hasta la interrupción de la floración se comprobó que el número de trips en las flores de las parcelas del tratamiento 1 fue menos abundante que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0009$ ) y del 3 ( $p = 0,0021$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,7423$ ) (Cuadro 21). Se destaca nuevamente un efecto inicial de la malla y la liberación de *A. swirskii*. Por otro lado la ocurrencia de trips observada en el tratamiento 2 esta de acuerdo con lo reportado con Gázquez et al. (2011) quienes mencionaron que la sola utilización de malla no significa una exclusión total de las plagas. Lacasa et al. (1994) afirman que esta barrera solo podría producir un retraso en la implantación de *F. occidentalis* en el cultivo; luego las condiciones ambientales más favorables provocarán un mayor aumento de las poblaciones.

Cuadro 21. Efecto de los tratamientos sobre el total acumulado de ninfas y adultos de *Frankliniella occidentalis* . Período 1: muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio).

	n	nº de trips*	DE**
Tr. 1	20	59,80 b	87,09
Tr. 2	20	123,90 a	234,91
Tr. 3	20	111,90 a	145,47

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

b) Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre)

El análisis del período comprendido entre el reinicio de la floración y el fin del estudio indicó que los valores más bajos de trips (ninfas más adultos) se dieron en las flores de las parcelas de los tratamientos 1 y 2 que no se diferenciaron entre sí ( $p = 0,1040$ ), pero sí fue inferior en las parcelas del tratamiento 1 con relación al tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ), no comprobándose diferencias entre los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,2006$ ) (Cuadro 22). Hay que recordar que las parcelas del tratamiento 2 recibieron dos aplicaciones de extractos de neem en este período. El incremento de las poblaciones de *A. swirskii* alimentándose de *F. occidentalis* ocurrido en las parcelas de este tratamiento (Figs. 14 y 15) está de acuerdo con lo indicado por Bolckmans et al. y van Houten et al. (2005) quienes mencionan la capacidad de *A. swirskii* para el control del trips *F. occidentalis* en pimiento. En el tratamiento 3, sin malla, la presencia del ácaro depredador no fue suficiente para controlar las poblaciones de trips que ingresaron al invernadero en ésta época del año.



Cuadro 22. Efecto de los tratamientos sobre el total acumulado de ninfas y adultos de *Frankliniella occidentalis* . Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre)

	n	nº de trips*	DE**
Tr. 1	20	129,30 b	77,59
Tr. 2	20	224,90 ab	273,13
Tr. 3	20	358,35 a	207,54

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

En resumen, en el conjunto del período productivo del cultivo de pimiento la población de trips fue más baja en las parcelas con malla que recibieron la liberación de ácaros (tratamiento 1) que en las restantes, las cuales no se diferenciaron entre sí. Cuando se analiza por períodos se observa que esa diferencia se dio de ese modo en los primeros meses del estudio y que luego la diferencia en la población de trips entre las parcelas cerradas con malla desapareció (tratamientos 1 y 2). Ello pudo deberse a la contaminación de ácaros hacia las parcelas no liberadas (tratamiento 2) y la aplicación de extractos de neem. En todos los casos las poblaciones de trips alcanzaron valores superiores a los aceptados en la región como de riesgo para la transmisión de virus. No obstante, los períodos de riesgo fueron muy reducidos en el caso de las parcelas del tratamiento 1.

#### **4. CONCLUSIONES**

1. La liberación de *Amblyseius swirskii* en parcelas del invernadero con y sin malla anti-moscas blancas ejerce un efecto muy eficaz sobre la población de *Bemisia tabaci*, pero no es capaz de impedir que se alcance una alta abundancia de *Frankliniella occidentales* en primavera, sobre todo en las parcelas sin malla.
2. Las dificultades de *A. swirskii* para controlar los trips pueden ser consecuencia de la muy escasa oviposición del ácaro durante el invierno que retrasa el aumento de su población en la primavera.
3. La utilización de malla favorece el aumento de la población de *A. swirskii*, posiblemente por la mayor temperatura con relación a las parcelas sin malla.
4. La sola colocación de malla evita que se alcancen valores críticos en la población de *B. tabaci*. Como era previsible, no se da la misma situación con los trips dado que pueden traspasarla.
5. La incorporación de un producto fitosanitario a base de extractos de neem es útil para reducir la población de *F. occidentalis*, aun cuando tiene un efecto depresor de corta duración sobre *A. swirskii*.
6. Será necesario realizar nuevos estudios para mejorar la estrategia de utilización de *A. swirskii* si se quiere reducir el riesgo de transmisión de virus vectorizados por trips en el cultivo de pimiento. La introducción del ácaro en el cultivo más temprano en el año, la adición de otros agentes de control biológico y el ajuste en la utilización de fitosanitarios surgen como sendas a investigar en el futuro.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Ahmed SS, El-Mogy MM. 2011. Field evaluation of some biological formulations against *Thrips tabaci* (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) in onion. World Applied Sciences Journal, 14: 51-58.
- Allen CM. 2009. Thermal biology and behaviour of two predatory Phytoseiid mites: *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Phytoseiulus longipies* (Evans) (Acari: Phytoseiidae). Thesis Doctor of Philosophy. Birmingham, UK. School of Biosciences, University of Birmingham. 206 p.
- Amer SSA, Momen FM. 2002. Effect of Some Essential Oils on the Predacious Mite *Amblyseius swirskii* A. H. (Acari: Phytoseiidae). Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 37: 281-286.
- Arthurs S, McKenzie CL, Chen J, Dođramaci M, Brennan M, Houben K, Osborne L. 2009. Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. Biological Control 49: 91-96.
- Ascher KRS. 1993. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 22: 433-449.
- Ascher KRS, Klein M, Meisner J. 1992. Azatin, a neem formulation, acts on nymphs of the Western flower thrips. Phytoparasitica, 20: 305-306.
- Athias-Henriot C. 1962. *Amblyseius swirskii*, un nouveau phytoseiidae voisin d' *A. andersoni* (Acariens anactinotriches). Annuel de l'École National de l'Agriculture d'Alger 3, 1-7.
- Belda JE, Calvo J. 2006. 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. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas, 32: 283-296.

- Bell ML, Baker JR. 2000. Comparison of greenhouse screening materials for excluding whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 93: 800–804.
- Bellows Jr TS, Perring TM, Gill RJ, Headrick DH. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 87, 195–206.
- Bentancourt CM, Scatoni IB. 2010. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Tercera edición. Montevideo: Facultad de Agronomía. 582 p.
- Bentancourt CM, Scatoni IB, Morelli E. 2009. Insectos del Uruguay. Montevideo: Facultad de Agronomía- Facultad de Ciencias. 658 p.
- Berlinger MJ, Jarvis WR, Jewett TJ, Lebiush-Mordechi S. 2002. Managing the greenhouse, crop and crop environment. In: Albajes, R. et al. (Eds.) *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. New York: Kluwer Academic Publishers. p. 110-129.
- Berlinger MJ. 1998. Physical pest control methods. *Phytoparasitica*, 26: 269-272.
- Bernal R. 2010. Enfermedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero en las zonas de Salto y Bella Unión. Montevideo: INIA. 71 p. (Serie Técnica 181).
- Bolckmans K, van Houten YM, Hoogerbrugge H. 2005. Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: phytoseiidae). In: *Second International Symposium on Biological Control of Arthropods*. Davos, Switzerland, p. 555-565.
- Boykin LM, Shatters RG, Rosell RC, McKenzie CL, Bagnal RA, De Barro P, Frohlich DR. 2007. Global relationships of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) revealed using Bayesian analysis of mitochondrial COI DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 44: 1306–1319.
- Brito HM, Gondim Jr MGC, Oliveira JV, Camara CAG. 2006a. Toxicidade de formulações de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro-rajado e a *Euseius*

- alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*, 35: 500-505.
- Brito HM, Gondim Jr MGC, Oliveira JV, Camara CAG. 2006b. Toxicity of the natuneeem over the *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and mites predators from the family Phytoseiidae. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30: 685-691.
- Butler Jr GD, Henneberry TJ, Clayton TE. 1983. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition and longevity in relation to temperature. *Annals of the Entomological Society of America*, 76: 310-313.
- Byrne DN, Bellows TS. 1991. Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36: 431-457.
- Byrne DN, Houck MA. 1990. Morphometric identification of wing polymorphism in *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 83: 487-493.
- Calvo J. 2011. Implicaciones de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en la mejora del control biológico de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento en invernadero. Tesis doctoral. Caratagena, España. Universidad Politécnica de Cartagena. 158 p.
- Calvo J, Bolckmans K, Belda JE. 2008. Controlling the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) in horticultural crops with the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) [En línea]. In: Stansly PA, McKenzie CL. (Eds.). 4th International Bemisia Workshop International Whitefly Genomics Workshop, p. 53. *Journal of Insect Science*, 8: 4. Consultado el 10 de octubre de 2011. [www.insectscience.org/8.04](http://www.insectscience.org/8.04)
- Calvo J, Belda JE. 2006. Comparación de estrategias de control biológico de *Bemisia tabaci* Genn. (Homóptera: Aleyrodidae) en pimiento en condiciones de semicampo. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 32: 297-311.
- Calvo J, Urbaneja A. 2004. *Nesidiocoris tenuis*, un aliado para el control biológico de la mosca blanca. *Horticultura Internacional*, 44: 20-25.

- Cédola C, Polack A. 2011. Primer registro de *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) en Argentina. [En línea] Revista de la Sociedad Entomológica Argentina. 70: 375-378. Consultado el 29 abril de 2014  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v70n3-4/v70n3-4a24.pdf>
- Cloyd RA. 2009. Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) Management on ornamental crops grown in greenhouses: Have we reached an impasse? Pest Technology, 3: 1-9.
- Cloyd R. 2005. Compatibility conflict: is the use of biological control agents with pesticides a viable management strategy? In: Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. Davos, Switzerland. pp. 546-554.
- Collier T, van Steenwyk R. 2004. A critical evaluation of augmentative biological control. Biological Control, 31: 245-256.
- Contreras J, Espinosa J, Quinto V, Grávalos C, Fernández E, Bielza P. 2008. Stability of insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis* to acrinathrin, formetanate and methiocarb. Agricultural and Forest Entomology, 10: 273–278.
- Coudriet DL, Prabhaker N, Kishaba AN, Meyerdirk DE. 1985a. Variation in developmental rate on different host and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environmental Entomology, 14: 516-519.
- Coudriet DL, Prabhaker N and Meyerdirk DE. 1985b. Sweetpotato Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Effects of Neem-seed Extract on Oviposition and Immature Stages. Environmental Entomology, 14: 776-779.
- Crowder DW. 2007. Impact of release rates on the effectiveness of augmentative biological control agents [En línea]. Journal of Insect Science.,7: 1-11. Consultado el 12 de febrero de 2012. <http://insectscience.org/7.15>
- Debach P. 1964. Biological Control of Insects, Pests and Weeds. London: Chapman & Hall. 844 p.
- De Barro PJ, Liu SS, Boykin LM, Dinsdale AB. 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. Annual Review of Entomology, 56: 1-19.

- De Barro PJ, Driver F, Trueman JW, Curran J. 2000. Phylogenetic relationships of world populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) using ribosomal ITS1. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 16: 29-36.
- Díaz Pérez M, Camacho Ferre F, Gallardo Villanueva D, Arie K. 2003. Utilización de mallas anti-insectos en invernadero. *Vida Rural, España*, 167: 42-44.
- Dicke M, de Jong M, Alers, MPT, Stelder FCT, Wunderink R, Post J. 1989. Quality control of mass-reared arthropods: nutritional effects on performance of predatory mites. *Journal of Applied Entomology*, 408: 462-475.
- Dinsdale A, Cook L, Riginos C, Buckley YM, De Barro P. 2010. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial Cytochrome oxidase I to identify species level genetic boundaries. *Annals of the Entomological Society of America*, 103: 196-208.
- Eilenberg J, Hajek A, Lomer C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46: 387-400.
- El-Laithy AYM, Fouly AH. 1992. Life table parameters of two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* Athias – Henriot. *Journal of Applied Entomology*, 113: 8-12.
- Elsawi SA, Abou-Awad BA. 1992. Starvation and fertilisation affecting reproduction in *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot and *A. gossipi* El-Badry (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Applied Entomology*, 113: 239-243.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2014. Commercially used biological control agents-Arachnida, Acarina . Consultado en abril de 2014.  
[http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol\\_web/bio\\_list.htm](http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol_web/bio_list.htm)
- Evans GA. 2007. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. USDA-APHIS. 703 p.
- Fasulo TR. 2010. Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tarsonemidae). EDIS Publication EENY183 (IN340). Entomology and Nematology Dept., IFAS, University of Florida. pp. 1-6.  
<http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>.

- Flint HM, Parks NJ. 1989. Effect of azadirachtin from the neem tree on immature sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) and other selected pest species on cotton. *Journal of Agricultural Entomology*, 6: 211-215.
- Gázquez JC, López JC, Baeza EJ, Pérez-Parra JJ, Pérez C, Meca De Acosta JA. 2011. Screenhouses on the mediterranean basin: pest incidence and productivity of a tomato crop. *Acta Horticulturae*, 893: 227-234.
- Gerling D, Alomar O, Arnó J. 2001. Biological Control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. *Crop Protection*, 20: 779-799.
- Gerson U. 1992. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology*, 13: 163-178
- Godfray HC. 1994. Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology. Princeton, NJ: Princeton University Press. 473 p.
- González R. 1999. El trips de California y otros tisanopteros de importancia hortifrutícola en Chile (Thysanoptera: Thripidae). Chile: Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronomicas. 143 p.
- Grille G, Gauthier N, Buenahora J, Basso C, Bonato O. 2011. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Argentina and Uruguay. *Phytoparasitica*, 39: 235-238.
- Grille G, Basso C. 2001. Relevamiento de especies de “moscas blancas” y sus parasitoides en cultivos de interés hortícola en Uruguay. In: Congreso de Horticultura, 8°, SUH, INIA, Salto, Uruguay, p. 53.
- Grinberg M, Perl-Treves R, Palevsky E, Shomer I, Soroker V. 2005. Interaction between cucumber plants and the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*: from damage to defense gene expression. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 115: 135-144.
- Gutiérrez L, Lacaza A, Sanchez JA, Contreras J. 1999. Distribución de la puesta de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.:Thripidae) en plantas de pimiento. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 25: 31-39.



- Hanafi A, Bouharroud R, Amouat S, Miftah S. 2007. Efficiency of insect nets in excluding whiteflies and their impact on some natural biological control agents. *Acta Horticulturae*, 747: 383-388.
- Hilje L, Costa HS, Stansly PA. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protection*, 20: 801-812.
- Hirano K, Budiyo E, Winarni S. 1993. Biological characteristics and forecasting outbreaks of the whitefly, *Bemisia tabaci*: a vector of virus diseases in soybean fields. [En línea]. Taipei: ASPAC, Food and Fertilizer Technology Center. 14 p. (Technical Bulletin, 135). Consultado el 24 de abril de 2012.  
[http://www.agnet.org/htmlarea\\_file/library/20110712185134/tb135.pdf](http://www.agnet.org/htmlarea_file/library/20110712185134/tb135.pdf)
- Hoddle MS. 2002. Classical biological control of arthropods in the 21st century, In: Hoddle, M.S. ed. First International Symposium on the Biological Control of Arthropods, Davos, Switzerland, pp. 3-16.
- Hoffmann DC, Fonseca Duarte A, Cabezas Guerrero MF, Silva Da Cunha U, Edson Nava D. 2013. Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Bank) e *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35: 59-66.
- Hoogerbrugge H, Calvo J, van Houten Y, Bolckmans K. 2004. Biological control of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* with the predatory mite *Amblyseius swirskii* in sweet pepper crops. *IOBC/WPRS Bulletin*, 28: 119-122.
- Horowitz R, Denholm I, Morin S. 2007. Resistance to insecticides in the TYLCV vector, *Bemisia tabaci*. In: Czosnek H. (Ed.) Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease. Netherlands: Springer. pp. 305-325.
- Horowitz AR, Ishaaya I. 1996. Chemical control of *Bemisia* management and application. In: Gerling D, Mayer RT. (Eds.), *Bemisia: 1995 Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*. Andover: Intercept Ltd., pp. 537-556.
- Hoy MA, Flaherty DL. 1970. Photoperiodic induction of diapause in a predaceous mite, *Metaseiulus occidentalis*. *Annals of the Entomological Society of America*, 63: 960-963.

- Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.
- James DG. 1988. Reproductive diapause in *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt (Acarina: phytoseiidae) from southern New South Wales. *Journal of the Australian Entomological Society*, 27: 55-59.
- Jensen SE. 2000. Insecticide resistance in the Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis*. pHD Tesis. Roskilde, Dinamarca. Department of Crop Protection, Danish Institute of Agricultural Sciences. Department of life Science and Chemistry: Roskilde University. 106 p.
- Johnson DH. 1999. The insignificance of statistical significance testing. *Journal of Wildlife Management*, 63: 763-772.
- Kade N, Gueye-Ndiaye A, Duverney, C, Moraes G. J. 2011. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from Senegal. *Acarologia*, 51: 133-138.
- Kiani L, Yazdanian M, Tafaghodinia B, Sarayloo MH. 2012. Control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANOPTERA: THRIPIDAE), by plant extracts on strawberry in greenhouse conditions. *Munis Entomology & Zoology*, 7: 857-866.
- Kirk WDJ. 2002. The pest and the vector from the west: *Frankliniella occidentalis*. In: Marullo R, Mound LA. (Eds.), *Trips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. CSIRO Entomology, Canberra, Australia, pp. 33-42.  
<http://www.ento.csiro.au/thysanoptera/Symposium/Section1/3-Kirk.pdf>
- Kogan M. 1998. Integrated pest management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. *Annual Review of Entomology*, 43: 243-270.
- Kutuk H, Yigit A, Canhilal R, Karacaoglu M. 2011. Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) with *Amblyseius swirskii* on greenhouse pepper in heated and unheated plastic tunnels in the Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 5428-5433.
- Lacasa A, Contreras J, Torres J, González A, Martínez MAC, García F, Hernández A. 1994. Utilización de mallas en el control de *Frankliniella occidentalis*

- (Pergande) y el virus del bronceado del tomate (TSWV) en el pimiento en invernadero. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 20: 561-580.
- Lasa C. 1983. Respuesta de diez cultivares de tomate al virus de la peste negra (TSWV). *Investigaciones Agronómicas (CIAAB)*, 4: 6-10.
- Lee H, Gillespie DR. 2011 Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 53: 17–27.
- Lewis T. 1973. *Thrips Their Biology, Ecology and Economic Importance*. London: Academic Press. 349 p.
- Lopez - Avila A. 2004. *Biología y control biológico de las moscas blancas*. [En línea] In: Seminario Tecnológico sobre Mosca Blanca. Colombia. Centro de Investigación Nataima, Corpoica, Espinal-Tolima. pp. 9-26. Consultado el 28 de marzo de 2012.  
<http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/ByCBdeMoscasblancas3.pdf>
- Maeso D. 2005. Estudios epidemiológicos en virosis que afectan tomate en invernadero. Resultados experimentales en tomate 2005, Rincón del Colorado. INIA. Serie Actividades de Difusión, 437: 18-44.
- Marco V. 2001. Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo Integrado de Plagas mediante el método de grados-día. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28: 147-150.
- Martín E, Lara L, Téllez MM. 2010. Control biológico de *Bemisia tabaci* (Gennadius) mediante la utilización conjunta del depredador *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot y el parasitoide *Eretmocerus mundus* Mercet en cultivo de pimiento en invernadero. In: CVPI-IFAPA. Congreso virtual Iberoamericano de Producción Integrada en Horticultura.
- Mckenzie CL, Anderson PK, Villarreal N. 2004. An extensive survey of *Bemisia tabaci* (homoptera: aleyrodidae) in agricultural ecosystems in Florida. *Florida Entomologist*, 87: 403-407.
- McMurtry JA, Croft BA. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42: 291-321.

- Messelink GJ, Bloemhard ChMJ, Cortes JA, Sabelis MW, Janssen A. 2011. Hyperpredation by generalist predatory mites disrupts biological control of aphids by the aphidophagous gall midge *Aphidoletesaphidimyza*. *Biological Control* 57, 246-252.
- Messelink GJ, van Maanen R, van Steenpaal SEF, Janssen A. 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biological Control*, 44: 372-379.
- Messelink GJ, van Maanen R, Ramakers PMJ. 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl*, 51: 753-768.
- MGAP-DIEA 2012 (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca- Dirección de Estadísticas Agropecuarias). Anuario Estadístico Agropecuario 2012. [On line]. 244 p. Montevideo: MGAP. Consultado en abril de 2013.  
<http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,659,O,S,0,MNU;E;27;8;MNU>
- Miranda I, Montoya A, Rodríguez Y, Depestre T, Ramos M, Rodríguez H. 2009. Densidad límite para el control de *Polyphagotarsonemus latus* (banks) (Acari: tarsonemidae) sobre pimiento (*Capsicum annuum* l.) En cultivo protegido. [En línea] *Revista de Protección Vegetal*, 24: 146-151. Consultado el 4 de abril de 2012  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-7522009000300002&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-7522009000300002&script=sci_arttext)
- Momen FM, El-Saway SA. 1993. Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia*, 34: 199-204.
- Montasser AA, Taha AM, Hanafy ARI, Hassan GM. 2011. Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae). *International Journal of Environmental Science and Engineering*, 1: 26 -34.
- Mordue J, Nisbet AJ. 2000. Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insects. *Annals of the Society of Entomology of Brasil*, 29: 615-632.

- Mordue AJ, Simmonds MSJ, Ley SV, Blaney WM, Mordue W, Nasiruddin M, Nisbet AJ. 1998. Actions of azadirachtin, a plant allelochemical against insects. *Pestic Science*, 54: 277–284.
- Morewood WD. 1993. Diapause and cold hardiness of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). *European Journal of Entomology*, 90: 3-10.
- Moriones E, Navas-Castillo J. 2010. Tomato Yellow Leaf Curl Disease Epidemics. In: Stansly PA, Naranjo SE. (Eds.), *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. New York: Springer. pp. 259-282.
- Mound LA. 2002. Thysanoptera biodiversity in the Neotropics. *Revista Biologia Tropical*, 50: 477-484.
- Mound LA. 2001. The Thrips an *Frankliniella* genus-groups: the phylogenetic significance of ctenidia. [En línea] In: *Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Thysanoptera*. Reggio, Calabria, Italy. Consultado el 6 de julio de 2013.  
<http://www.ento.csiro.au/Thysanoptera/symposium.html>
- Mound L.A, Marullo R. 1996. *The thrips of Central and South America: an introduction (Insecta: Thysanoptera)*. Gainesville, Florida, USA: Associated Publishers. 487 p.
- Mourao SA, Silva JCT, Guedes RNC, Venzon M, JHAM GN, Oliveira CL, Zanuncio JC. 2004. Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*, 33: 613-617.
- Muñiz M, Nombela G. 1997. Development, oviposition and female longevity of two biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three varieties of *Capsicum annuum* L. *SROP-WPRS Bulletin*, 20: 143-146.
- Naranjo SE, Ellsworth PC. 2009. Fifty years of the integrated control concept: moving the model and: implementation forward in Arizona. *Pest Management Science*, 65: 1267-1286.
- Naranjo SE. 2001. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20: 835-852.

- Naranjo S, Flint H. 1994. Spatial distribution of preimaginal *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development of fixed-precision sequential sampling plans. *Environmental Entomology*, 23: 254-266.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW. 2004. Vulnerability of *Bemisia tabaci* immatures to phytoseiid predators: Consequences for oviposition and influence of alternative food. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 110: 95–102.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW. 2003. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Experimental and Applied Acarology*, 31: 15-26.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW. 2002. Phytoseiid predators suppress population of *Bemisia tabaci* in the presence of alternative food. *Experimental and Applied Acarology*, 27: 57-68.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW. 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology*, 25: 271–291.
- Nuez F, Gil R, Costa J. 1996. *El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajies*. Madrid: Mundi-Prensa. 607 p.
- Onzo A, Houedokoho AF, Hanna R. 2012. Potential of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* to suppress the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* on the gboma eggplant, *Solanum macrocarpon*. *Journal of Insect Science*, 1: 1-11.
- Palumbo JC, Horowitz AR, Prabhaker N. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20: 739-765.
- Pérez Parra J, Gázquez JC, López JC, Baeza E, Meca D, Pérez C. 2010. Tecnología de invernaderos y control biológico. Técnicas de cultivo que afectan a la viabilidad del control biológico en los invernaderos de Almería. (Fundación Cajamar) Cuadernos de estudios agroalimentarios, Nº 1, (Ejemplar dedicado a: Perspectivas del control biológico en agricultura bajo plástico). pp. 7-26
- Perring TM. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection*, 20: 725–737.

- Peshin R, Bandral RS, Zghan W, Wilson L, Dhawan AK. 2009. Integrated Pest Management: a global overview of history, programs and adoption. In: Peshin R, Dhawan AK. (Eds.). Integrated pest management: Innovation-Development Process. Springer. pp. 1-49.
- Pimentel D. 2009. Pesticides and Pest Control. In: Peshin R, Dhawan AK. (Eds.). Integrated pest management: Innovation-Development Process. Springer. pp. 83-87.
- Pinheiro PV, Quintela ED, Oliveira JP, Seraphin JC. 2009. Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44: 354-360.
- Ragusa, S. and Swirski, E.1977. Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of the predacious mite *Amblyseius swirskii* (Acarina:Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs. Entomophaga 22: 383-392.
- Ragusa S, Swirski E. 1975. Feeding habits, development and oviposition of the predacious mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae) on pollen of various weeds. Israel Journal of Entomology, 10: 93-103.
- Reitz SR. 2009. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): The making of a pest. Florida Entomologist, 92: 7-13.
- Robledo Camacho A, van Der Blom J, Sánchez Martínez JA, Torres Jiménez S. 2009. Control biológico en invernaderos hortícolas. Almería: Coexphal-Faeca. 176 p.
- Rodríguez H, Montoya A, Miranda I, Rodríguez Y, Ramos M. 2011. Influence of the phenological phase of two pepper cultivars on the behaviour of *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS). Revista de Protección Vegetal, 26: 73-79.
- Rodríguez H. 2001. Potencialidad de *Amblyseius largoensis* (Muma) como agente de control biológico de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. Universidad Agraria de la Habana. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. 139 p.
- Rodríguez MD, Paullier J, Buenahora J, Maeso D. 2003. Mosca blanca: importante plaga de los cultivos hortícolas en Uruguay. Montevideo: INIA. 19 p.

- Rodríguez-Rodríguez MD, Moreno R, Téllez MM, Rodríguez-Rodríguez MP, Fernández-Fernandez R. 1994: *Eretmocerus mundus* Mercet, *Encarsia lutea* (Masi) y *Encarsia transvena* (Timberlake) (Hym.: Aphelinidae) parasitoides de *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) en los cultivos hortícolas protegidos almerienses. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas, 20: 695-702.
- Sánchez JA, Lacasa A, Arnó J, Castañé C, Alomar O. 2009. Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Het., Miridae) under different temperatures regimes. Journal of Applied Entomology, 133: 125-132.
- Sánchez JA, Garcia F, Lacasa A, Gutiérrez M, Oncina M, Conteras J, Gómez J. 1997. Response of the anthocorids *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* and the phytoseiid *Amblyseius cucumeris* for the control of *Frankliniella occidentalis* in commercial crops of sweet pepper in plastic houses in Murcia (Spain). Bulletin OILB/Srop, 20:177-185.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT 9.2 Users Guide. Cary, North Caroline: SAS Institute Inc. USA.
- Sato Y, Mochizuki A. 2011. Risk assessment of non-target effects caused by releasing two exotic phytoseiid mites in Japan: can an indigenous psytoseiid mite become IG prey? Experimental and Applied Acarology 54: 319-329.
- Silva EA, Oliveira JV, Gondim JR, Mantel GC, Menezes D. 1998. Biologia de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em pimentão. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 27: 223-228.
- Smith HS. 1919. On some phases of insect control by the biological method. Journal of Economic Entomology, 12: 288-292.
- Stansly PA, Natwick ET. 2010. Integrated Systems for Managing *Bemisia tabaci* in Protected and Open Field Agriculture. In: Stansly PA, Naranjo SE. (Eds.), *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. Springer. pp. 467-497.
- Stansly PA, Castillo J. 2009. Control of broad mite *Polyphagotarsomeus latus* and the whitefly *Bemisia tabaci* in open field pepper and eggplant with predaceous mites. In: Castañé C, Perdakis D. (Eds.), Proceedings of the Working Group “Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate”, IOBC WPRS Bulletin, 49: 145-152.



- Stansly PA, Calvo FJ, Urbaneja A. 2005. Augmentative Biological Control of *Bemisia tabaci* Biotype “Q” in Spanish Greenhouse Pepper Production Using *Eretmocerus* spp. *Crop Protection*, 24: 829-835.
- Stansly PA. 1994. Withefly and Geminivirus in Florida, the Dominican Republic and Ecuador. Inmokalae: University of Florida/IFAS. 7p.
- Stern VM, Smith RF, van den BOSCH R, Hagen KS. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29: 2
- Swirski E, Amitai S. 1997. Annotated list of phytoseiid mites (Mesogtigmata: Phytoseiidae) in Israel. *Israel Journal of Entomology*, 31: 21-46.
- Swirski E, Amitai S, Dorzia N. 1967. Laboratory studies on the feeding, development and oviposition of the predaceous mites *Amblyseius rubini* Swirski and Amitai and *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. *Israel Journal of Agricultural Research*, 17: 101–119.
- Symondson WOC, Sunderland KD, Greenstone MH, 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology* 47, 561–594.
- Tal C, Coll M, Weintraub PG. 2007. Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* by the predaceous mite *Amblyseius swirskii*. *IOBC/wprs Bulletin*, 30: 111-115.
- Tapia G, Téllez MM. 2005. Lucha integrada: la mosca tigre, un depredador en los invernaderos de Almería. *Horticultura*, 183: 42-45.
- Terra A, Frioni I, Morey C.1999. Presencia de *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 (Thys., Thripidae) en Uruguay. In: VII Congreso Nacional de Horticultura, I Seminario de Liderazgo Profesional. Montevideo, Uruguay
- Tommasini MG, Maini S. 2001. Thrips control on protected sweet pepper crops: enhancement by means of *Orius laevigatus* releases. Thrips and Tospoviruses. In: Marullo R, Mound L. (Eds.). *Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. pp. 249-256.
- Urbaneja A, Tapia G, Stansly PA. 2005. Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Het.: Miridae). *Biocontrol Science and Technology*, 15: 513-518.
- van der Blom J. 2010. Applied entomology in Spanish greenhouse horticulture. *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting*, 21: 9-17.

- van Driesche R, Bellows Jr. TS. 1996. Biological control. New York: Chapman & Hall. 539 p.
- van Houten YM, Ostlie ML, Hoogerbrugge 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 Bulletin, 28: 283-286.
- van Houten YM, Ostlie ML, Hoogerbrugge 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 Bulletin, 28: 283-286.
- van Lenteren JC. 2011. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl, 57: 1-20.
- van Lenteren JC. 2003. Commercial availability of biological control agents. In: van Lenteren JC. (Ed.). Quality control and production of biological control agents. Theory and pesting procedures. Wallingford: CABI Publishing. 327 p.
- van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen A. 2010. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. Experimental and Applied Acarology, 52: 29-34.
- Vassiliou V, Emmanouilidou M, Perrakis A, Morou E, Vontas J, Tsagkarakou A, Roditakis E. 2011. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* from Cyprus. Insect Science, 18: 30–39.
- Veerman A. 1992. Diapause in Phytoseiid mites - a review. Experimental and Applied Acarology, 14: 1-60.
- Venzon M, Rosado MC, Molina-Rugama AJ, Duarte VS, Dias R, Pallini A. 2008. Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Crop Protection, 27: 869–872.
- Vieira MR. 1995. Estudos biológicos de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) em algodoneiro (*Gossypium hirsutum* L.) e limão Siciliano (*Citrus limon* Burm). Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 107 pp.

- Viñuela E. 2005. La lucha biológica, pieza clave de la agricultura sostenible. In: Jacas J, Caballero P, Avilla J. (Eds.), El control biológico de plagas y enfermedades. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I. p.15-30.
- von Elling K, Borgemeister C, Sétamou M, Poehling HM. 2002. The effect of NeemAzal-T/S<sup>®</sup>, a commercial neem product, on different developmental stages of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hom., Aleyrodidae). Journal of Applied Entomology, 126: 40–45.
- Wang K, Tsai JH. 1996. Temperature effect on development and reproduction of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America, 89: 375-384.
- Wijkamp I, Goldbach R, Peters D. 1996. Propagation of tomato spotted wilt virus in *Frankliniella occidentalis* does neither results in pathological effects nor in transovarial passage of the virus. Entomologia Experimentalis et Applicata, 81: 285–92.
- Xia C, Zhang Y, Ji J, Lin J. 2011. Experimental life table for population of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) fed on *Tetranychus truncatus*(Ehara). Fujian Journal of Agricultural Sciences 3: 415-419.
- Xiao Y, Avery P, Chen J, Mckenzie C, Osborne L. 2012. Ornamental pepper as banker plants for establishment of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of multiple pests in greenhouse vegetable production. Biological Control, 63: 279–286.
- Zhang Z. 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control. Wallingford, United Kingdom: CABI International. 244 p.
- Zheng L, Zhou Y, Song K. 2005. Augmentative biological control in greenhouses: experiences from China. In: Second International Symposium on Biological Control of Arthropods, Davos, Switzerland: USDA, pp. 538-545

## 6 . ANEXO, Utilización de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, un enemigo natural clave para el manejo integrado de plagas en el cultivo de pimiento en invernadero<sup>1</sup>

J. H. Buenahora<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Salto Grande. Uruguay.

[jbuenahora@inia.org.uy](mailto:jbuenahora@inia.org.uy)

### Resumen

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo invernadero en la región hortícola de Salto es muy afectado por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) y el trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Con el objetivo de modificar esta situación se evaluó la eficacia de la liberación de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en parcelas cerradas con malla anti-moscas blancas y otras abiertas, y el solo efecto del cerramiento con malla. En una perspectiva de manejo integrado de plagas, se utilizaron productos fitosanitarios cuando fue necesario. Se contabilizó semanalmente sobre las plantas el número de trips y de adultos de mosca blanca y, en el laboratorio, el número de huevos y ninfas de moscas blancas, y de huevos y formas móviles del ácaro depredador. Además, se extrajeron dos flores al azar por planta muestreada para contar en el laboratorio los individuos de *F. occidentalis* y *A. swirskii* presentes. Los muestreos se realizaron desde el trasplante (marzo 2011) hasta fines de noviembre. Para el análisis estadístico se utilizó un modelo lineal generalizado (GLM) y para la separación de

<sup>1</sup>Se publicará en Agrociencia Uruguay.

medias el procedimiento LSMEANS. *Amblyseius swirskii* ejerció un efecto muy eficaz sobre la población de *B. tabaci* en los tratamientos con y sin malla, pero no impidió la abundancia de *F. occidentalis* en primavera, sobre todo en las parcelas sin malla. La incorporación de un producto fitosanitario a base de azadiractina (Neem) fue útil para reducir la población de *F. occidentalis*, aún cuando por un corto lapso tuvo un efecto depresor sobre *A. swirskii*.

**Palabras claves:** control biológico, mosca blanca, trips, malla.

### **Use of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, a key natural enemy on the integrated pest management of sweetpepper greenhouse crops**

#### **Summary**

Sweetpepper (*Capsicum annuum*) greenhouse crops in the horticultural Salto area suffer important damages by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) whitefly and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) thrips. *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari:Phytoseiidae) was introduced to the country in order to improve this situation and the efficiency of its release against whiteflies was assessed in open and net-confined plots compared to plots only net-confined. Pesticides were used when necessary within an integrated pest management approach. The number of trips and whitefly adults in the plants was counted weekly. Whitefly eggs and nymphs, predator mite eggs and mobile morphs were counted at the laboratory. Besides, two flowers were randomly picked on each sampled plant in order to count individuals of *F. occidentalis* and *A. swirskii* at the laboratory. Sampling was performed from crop transplantation (March 2011) to the end of November. The

statistical analysis was conducted using Generalized Linear Models (GLMs), and the procedure LSMEANS was used to analyze media differences. *Amblyseius swirskii* had a very efficient effect on the population on *B. tabaci* in greenhouse plots with and without nets, though it was not able to prevent *F. occidentalis* from reaching high levels, mainly in plots without nets. The addition of a pesticide made from azadirachtin (Neem) was useful to reduce *F. occidentalis* population, even when it had a short depressing effect over *A. swirskii*.

**Key words:** biological control, whitefly, thrips, net.

## Introducción

El pimiento (*Capsicum annum* L.) cultivado bajo invernadero es la segunda hortaliza en términos de importancia, después del tomate, en el litoral norte de Uruguay, tanto en volumen como en valor bruto de producción (MGAP-DIEA, 2012).

Las dificultades en el control sanitario de este cultivo en la zona hortícola de Salto se explican, fundamentalmente, por la aparición en 2002 de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Rodríguez et al., 2003). Sin embargo, también otras plagas afectan al cultivo, como el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae).

Las moscas blancas y los trips históricamente han sido difíciles de controlar con insecticidas y el empleo intensivo de éstos ha causado una reducción de la sensibilidad de las poblaciones de insectos dado su enorme potencial para desarrollar resistencia (Horowitz y Ishaaya, 1996; Jensen, 2000).

En un abordaje de manejo integrado de plagas de los cultivos en invernadero se impone la combinación de distintas técnicas, entre ellas el control biológico. En el cultivo de pimiento *Amblyseius* (= *Typhlodromips*) *swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) ha pasado a ser un componente clave de esta estrategia por su alta eficacia y su disponibilidad comercial (Bolckmans et al., 2005; Calvo, 2011). Esta especie es un depredador generalista, conocido por consumir otros ácaros, así como mosca blanca, trips, huevos de lepidópteros y polen (Swirski et al., 1967; Ragusa y Swirski, 1975).

Otra de las herramientas utilizadas en un manejo integrado es el uso de barreras físicas (por medio de mallas) para reducir el ingreso de insectos plaga a los invernaderos, entre ellos las moscas blancas y los trips (Bell y Baker, 2000; Díaz Pérez et al., 2003). Además, la inclusión de algunos fitosanitarios con cierto grado de selectividad para los enemigos naturales, como la azadiractina puede ayudar a mantener el sistema (Ascher, 1993; Isman, 2006).

Este estudio se propuso evaluar por primera vez en Uruguay el establecimiento y la eficacia de *A. swirskii* sobre las principales plagas de pimiento, su combinación con productos fitosanitarios y el efecto del uso de mallas anti-moscas blancas en los invernaderos.

## **Materiales y métodos**

### **Instalaciones utilizadas para del estudio**

El estudio se realizó en un invernadero construido especialmente para esta actividad en un predio comercial de la Colonia 18 de Julio en Salto (Uruguay) (31° 20'S, 57° 51'W). El invernadero abarcó una superficie de 1.728 m<sup>2</sup> (72 x 24 m), con 4,5 m de altura central, 2 m de altura en su borde perimetral y una ventilación cenital de 0,5 m orientada hacia el norte.

Dispuso de parcelas abiertas en sus laterales y otras completamente cerradas en su contorno por medio de una malla anti-moscas blancas: Ultravent – TIP 250 (orificios de 250 por 730 um) (Texinov, Francia). La separación de las parcelas en el interior del invernadero se hizo por medio de una malla OptiNet 50 mesh (Polysack Plastic Industry, Israel). A las parcelas se accedía por medio de una puerta trampa.

### **Instalación y manejo del cultivo**

Las plantas de pimiento (cv. Bilano) se trasplantaron en el invernadero el 14 de marzo de 2011, en canteros separados 1,6 m entre ellos, con una fila de plantas cada uno y plantas a una distancia de 0,25 m entre sí, lo cual determinó una densidad de 2,5 plantas por m<sup>2</sup>. Las prácticas culturales realizadas fueron las típicas de la región, con fertilización a través del riego localizado.

Un mes antes de fecha prevista para la liberación de *A. swirskii* se aplicó Tracer (Rutilan) (spinosad 480g/l) para el control de *F. occidentalis*. El 8 de abril, 20 días antes de la liberación, se aplicó Neem super (Tomai) (azadiractina 0,3 g/l + aceite de neem 90,7 g/l) + Fácily 1,8 CE (Cibeles) (abamectina 18 g/l) para el control de *B. tabaci* y *P. latus*. Con posterioridad a la liberación de *A. swirskii* se realizaron 3 aplicaciones de Neemazal (Agy Star) (azadiractina, 1,2 g/l) en las parcelas del tratamiento 2 y una aplicación en las restantes parcelas. Estas aplicaciones fueron realizadas para complementar la acción del ácaro depredador en el control de los trips. Cuando fue necesario se aplicaron productos fungicidas para el control de enfermedades (azoxistrobina y difenoconazol) que se señalan como inofensivos para *A. swirskii* (<http://www.biobest.be/neveneffecten/3/3/>).



## Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con un arreglo de los tratamientos en parcelas al azar con dos repeticiones. En el invernadero se delimitaron seis parcelas donde se distribuyeron al azar los tres tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1: Uso de malla anti-moscas blancas e introducción de *A. swirskii*; 2: Uso de malla anti-moscas blancas (sin introducción del enemigo natural) y 3: Introducción de *A. swirskii* (sin malla anti-moscas blancas). Se liberaron 62,5 ácaros/m<sup>2</sup>.

## Procedencia y liberación de *A. swirskii* en el invernadero

Los ácaros depredadores procedieron de la empresa BIOBEST de Bélgica (Swirskii System) y fueron suministrados por BROMETAN SRL de Argentina. La liberación tuvo lugar el 27 de abril de 2011 para lo cual se depositó manualmente un puñado (aproximadamente 15 gr.) del producto acondicionado (que incluye, además de *A. swirskii*, salvado y vermiculita como substrato inerte y *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) como alimento para el transporte) sobre una hoja superior de 6 plantas de pimiento seleccionadas en forma equidistante a lo largo de cada uno de los canteros de la parcela.

## Evaluación de los tratamientos

A fin de evaluar el resultado de los tratamientos se procedió a dividir cada parcela en 30 celdas de 4,80 m de largo en el sentido del cantero y 1,60 m de ancho que contenían 19 plantas. Las plantas fueron subdivididas en tres estratos determinados en altura: el tercio superior (estrato superior) contenía las hojas más jóvenes y de textura más tierna mientras

que en el tercio inferior (estrato inferior) estaban las hojas más maduras. El tercio central de la planta (estrato medio) contenía el resto de las hojas.

Desde el momento del trasplante del cultivo y hasta el final del estudio (30 de noviembre de 2011) se realizaron tres tipos de monitoreos semanales:

#### 1. Conteo sobre hojas en el campo

Se seleccionó una planta al azar en cada una de las 30 celdas y se contabilizó *in situ* el número de trips y adultos de mosca blanca sobre una hoja de cada uno de los tres estratos de la planta.

#### 2. Conteo sobre hojas en el laboratorio

Las mismas hojas seleccionadas en el invernadero fueron llevadas al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación de Salto Grande, donde se delimitó un círculo de 2,5 cm de diámetro ubicado en la mitad de la hoja próxima al pedúnculo, teniendo como eje la nervadura principal siguiendo la metodología empleada por Naranjo y Flint (1994). En esta área, en el envés de la hoja, se contabilizó bajo microscopio estereoscópico (Olympus SZ60, Japón), con un aumento de 25x, el número de huevos y estadios inmaduros de *B. tabaci* (ninfas de primer, segundo y tercer estadio, y puparios). También se contó el número de huevos y formas móviles (incluye estadios inmaduros y adultos) de *A. swirskii* en dichos círculos.

#### 3. Conteo en las flores

Se cortaron dos flores al azar en una planta de cada celda del invernadero, las cuales de inmediato se introdujeron en un recipiente con alcohol al 70%. Una vez trasladadas al laboratorio, todo el contenido se observó bajo microscopio estereoscópico (Olympus SZ60, Japón), con un aumento de 25x, para contabilizar el número de trips (discriminando ninfas y

adultos) y de *A. swirskii* (formas móviles = larvas, ninfas y adultos). El muestreo fue suspendido desde el 6 de julio al 31 de agosto de 2011 por el reducido número de flores disponibles en las parcelas.

### **Registro de temperatura y humedad relativa**

Se registró la temperatura y la humedad relativa en el interior de dos salas (con y sin malla) del invernadero durante todo el período de estudio por medio de sensores HOBO (H8 RH/Temp Loggers, Onset Computer Company, Bourne, MA, EEUU). Los sensores se ubicaron a una altura de 1,50 m del suelo.

### **Cálculo de los grados día de *A. swirskii***

Se calcularon los grados días acumulados por *A. swirskii* utilizando el software provisto por la Universidad de California (<http://www.ipm.ucdavis.edu/calludt.cgi>) que utiliza el método del seno simple. Como umbral inferior y superior se utilizaron los valores de 11,3 y 37,4°C respectivamente, reportados por Lee y Gillespie (2011) para dicha especie.

### **Evaluación de la capacidad de la malla 50 mesh para excluir a *A. swirskii***

Para evaluar si individuos inmaduros y adultos de *A. swirskii* eran capaces de atravesar una malla de 50 mesh similar a la utilizada en el invernadero para separar las parcelas, en condiciones de laboratorio (25 °C y 70 % HR) se colocaron 10 ácaros en cada uno de 3 tubos de ensayo (150 mm de largo, 29 mm de diámetro) con su extremo abierto cubierto con dicha malla. Cada hora por un período de 8 horas, a intervalos de 15 minutos, se observó si los ácaros lograban atravesarla y salir de los tubos.

## Análisis estadístico

Las variables individuales fueron analizadas utilizando los procedimientos estándares de estadística descriptiva del procedimiento UNIVARIATE y procedimiento MEANS (SAS 9.2). Para el análisis de los factores (tratamiento y estrato de la planta) se utilizó un modelo lineal generalizado, procedimiento Genmod (SAS 9.2) con la distribución binomial negativa. La separación de medias de los tratamientos fue realizada con el procedimiento LSMEANS del SAS (SAS 9.2).

Las variables analizadas en las hojas fueron: huevos de *A. swirskii* (HAS), estados móviles de *A. swirskii* (MAS), huevos de *B. tabaci* (HBT), ninfas de *B. tabaci* (NBT), adultos de *B. tabaci* (ABT). Por su parte en las flores las variables analizadas fueron: ninfas + adultos de *F. occidentalis* (T) y estados móviles de *A. swirskii* (MAS).

El análisis de las variables se realizó en dos modalidades: a) globalmente, tomando todo el período de evaluación (32 semanas) y b) por períodos, dividiendo el estudio en dos períodos de acuerdo a la fenología de los insectos y las plantas (presencia de flores). Los períodos fueron: HAS: a) semanas 1 a 9 (se excluyeron los muestreos donde no se encontraron huevos) y b) semanas 21 a 32; MAS: a) semanas 1 a 20 y b) semanas 21 a 32; T y MAS: a) semanas 1 a 10 (se excluyeron las fechas sin flores) y b) semanas 16 a 25.

## Resultados y discusión

### Muestreo en hojas

#### *Amblyseius swirskii*

La oviposición de *A. swirskii* comenzó en la semana siguiente a su liberación, que tuvo lugar el 27 de abril. En las parcelas del tratamiento 1 la oviposición aumentó hasta el 30 de

mayo cuando alcanzó un valor máximo de 0,11 huevos/cm<sup>2</sup> de hoja, para luego descender a valores muy reducidos a partir del 20 de junio. En las parcelas del tratamiento 3 el máximo se alcanzó el 23 de mayo con 0,07 huevos/cm<sup>2</sup> de hoja, reduciéndose la oviposición en la misma fecha que el tratamiento 1. A partir de fines de mayo se comprobó la existencia de huevos de *A. swirskii* en las parcelas del tratamiento 2 (que no incluyeron liberación del ácaro). La abundancia de huevos en dichas parcelas en ese período fue baja (0,01 huevos/cm<sup>2</sup> de hoja) y se redujo en el mismo momento que en las otras parcelas (Figura 1).

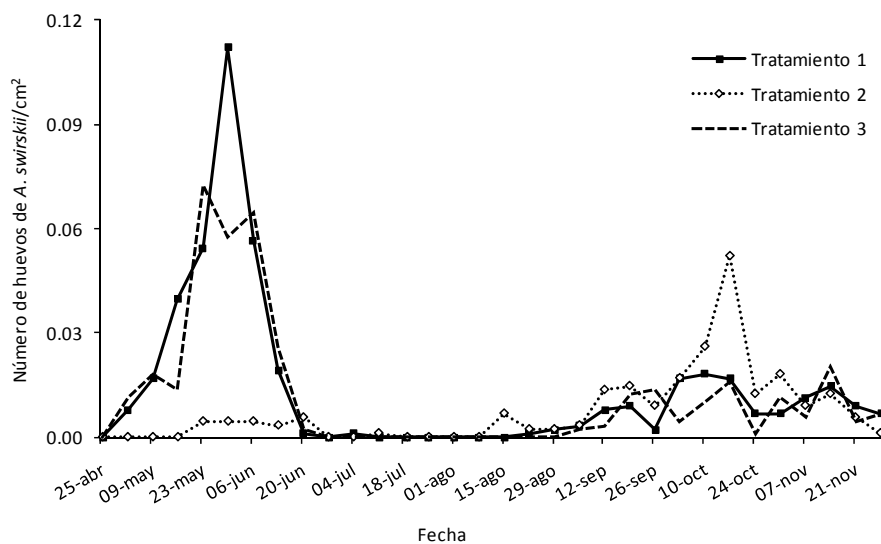


Figura 1. Variación del número de huevos de *Amblyseius swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja por tratamiento

La reducción de la oviposición coincidió con el descenso brusco de la temperatura según los registros en el invernadero, dado que en mayo la temperatura media mensual en la parcela con y sin malla se ubicó en 17,7 y 16,3 °C respectivamente, para luego alcanzar valores de temperatura mínima por debajo de 10 °C a partir de junio y aumentar recién a

partir de septiembre (Cuadro 1). Si bien no se realizaron conteos discriminados, en el período invernal se encontraron formas inmaduras del ácaro en los muestreos, lo cual indicaría la no ocurrencia de diapausa, coincidiendo con lo señalado por Allen (2009).

Cuadro 1. Valores de temperaturas medias (°C) en la parcela con malla y sin malla en el período mayo a noviembre de 2011.

	Temperatura (°C)*					
	Con malla			Sin malla		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
May.	11,1	17,7	28,2	10,5	16,3	24,7
Jun.	8,3	14,1	23,6	7,9	13,5	22,1
Jul.	7,4	14,5	27,3	6,9	13,5	24,6
Ago.	8,5	15,7	27,7	8,2	14,5	24,4
Set.	10,2	19,1	32,3	9,5	17,5	27,9
Oct.	13,6	21,5	32,8	12,9	19,1	26,6
Nov.	16,2	25,4	35,9	15,5	23,6	31,6

\*Representa el promedio de 48 registros por día.

La aparición de ácaros en las parcelas donde no se liberó pudo deberse al traslado pasivo de estos individuos por parte de los operarios que realizaban el manejo del cultivo. El pasaje de los ácaros a través de las mallas que separaban las parcelas fue descartado porque se comprobó en el laboratorio que ácaros colocados en tubos de ensayo cerrados con dicha malla no podían atravesarla. Si bien, como se verá más adelante, la población de huevos y ninfas de mosca blanca y de trips registrada al comienzo del ensayo fue baja, ello no fue un obstáculo para la instalación y desarrollo del ácaro. La alimentación zoo-fitófaga de este ácaro, que se alimenta de presas pero también del polen de las flores de las plantas, podría explicar este fenómeno (Ragusa y Swirskii, 1975; Momen y El-Saway, 1993).

Cuando se analizó estadísticamente el total de las fechas de muestreo se comprobó que el número de huevos de *A. swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja (sin tener en cuenta los estratos de las

plantas) en las parcelas del tratamiento 1 (liberación de ácaros en ambiente con malla) fue similar al relevado en las parcelas del tratamiento 2 (solo malla) ( $p = 0,1063$ ) y del tratamiento 3 (liberación de ácaros en ambiente sin malla) ( $p = 0,5363$ ), al tiempo que tampoco existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,1657$ ) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos y el estrato de la planta en el número de huevos y formas móviles de *Amblyseius swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja.

	n	nº de huevos*	DE**	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	190 <sup>1</sup>	0,41 a	0,90	190	2,61 a	2,16
Tr. 2	190	0,21 a	0,41	190	0,75 b	1,21
Tr. 3	190	0,38 a	0,84	190	2,30 a	1,91
Est. 1	192 <sup>2</sup>	0,30 b	0,47	192	1,51 b	1,69
Est. 2	186	0,45 a	1,11	186	2,13 a	2,08
Est. 3	192	0,26 b	0,53	192	2,03 a	2,09

n<sup>1</sup>: 3 estratos x 2 repeticiones x 32 fechas.

n<sup>2</sup>: 3 tratamientos x 2 repeticiones x 32 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

Est.1: tercio superior; Est.2: tercio medio; Est.3: tercio inferior de la planta.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

Cuando se analizó la oviposición del ácaro en los diferentes estratos de la planta (sin tener en cuenta los tratamientos) se comprobó que fue más alta en el estrato medio que en el inferior ( $p = 0,0450$ ) y el superior ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no hubo diferencias entre el estrato inferior y superior ( $p = 0,3330$ ) (Cuadro 2).

Con relación a las formas móviles de *A. swirskii*, en las parcelas donde se liberó el ácaro se constató un incremento pronunciado de ellas en las semanas subsiguientes, alcanzando un primer pico de 0,19 ácaros por cm<sup>2</sup> de hoja en el tratamiento 1 y de 0,13 ácaros/cm<sup>2</sup> de

hoja en el tratamiento 3 a mediados de junio. En ese momento, debido a un fuerte aumento en el número de trips en las flores del cultivo se aplicó Neemazal en todos los tratamientos, lo cual llevó a una reducción en el número de formas móviles, en coincidencia con lo mencionado por Momen et al. (1997). Sin embargo la población se recuperó rápidamente mostrando fluctuaciones con tendencia ascendente en ambos tratamientos. Iniciado el invierno la población de ácaros móviles descendió paulatinamente hasta la primavera, luego de lo cual se incrementó nuevamente (Fig. 2).

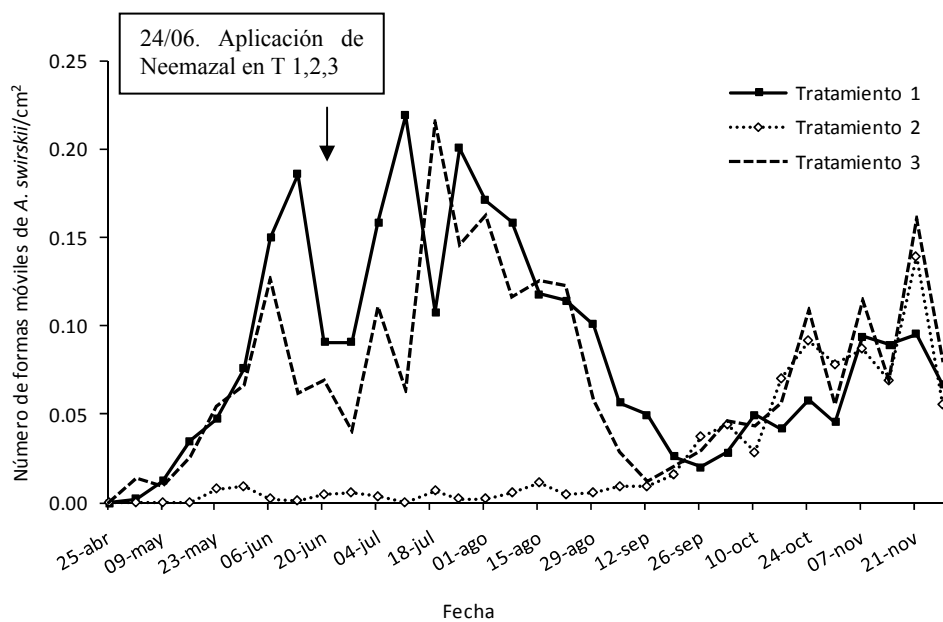


Figura 2. Variación del número de estadios móviles de *Amblyseius swirskii* por tratamiento durante el estudio

En las parcelas del tratamiento 2 (sin liberación) se comenzó a observar un número reducido de formas móviles del ácaro un mes después de su introducción en las otras



parcelas. Esta situación se mantuvo hasta que en primavera se incrementó la población a valores similares a las restantes parcelas.

El análisis estadístico indicó que el número de formas móviles de *A. swirskii* a lo largo de todo el período de estudio no se diferenció entre las parcelas de los tratamientos 1 y 3 ( $p = 0,2107$ ), al tiempo que fueron superiores al que se registró en las parcelas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 2).

En el total del período la población de *A. swirskii* acumuló 1.988 grados días en la parcela con malla y 1.578 en aquella sin malla. Teniendo en cuenta el valor de la constante térmica de la especie (101 grados días) señalado por Allen (2009), ello habría dado lugar a que se cumplieran 19,7 y 15,6 generaciones de esta especie en dicho período, respectivamente. Sin embargo, la observación de las curvas de población no permitió determinar con claridad los intervalos de ocurrencia de tales generaciones.

La colocación de malla en las parcelas, además de ejercer un obstáculo físico al ingreso y salida de insectos y ácaros afectó las condiciones ambientales con un incremento de la temperatura y la humedad relativa (Cuadro 3). Este efecto está de acuerdo a lo expresado por Gázquez et al. (2011), quienes afirman que el uso de mallas anti-insectos colocadas sobre las ventanas y cortinas de los invernaderos aumenta la temperatura y la humedad, y puede reducir de manera importante la ventilación. Al analizar los valores hay que tener en cuenta que las condiciones óptimas para el desarrollo de *A. swirskii* son de 25°C y una humedad relativa mayor al 60% (Robledo Camacho et al., 2009), con lo cual la colocación de malla habría significado una ventaja para el desarrollo del ácaro en las condiciones en las que se realizó el estudio.

Cuadro 3. Temperatura (en °C) y Humedad Relativa (en %) promedio del total del período de estudio. Los valores representan 48 registros diarios.

	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
Total CM	10,7	18,3	29,7	47,4	76,5	94,4
Total SM	10,2	16,8	26,0	20,3	55,7	86,5

Total CM: promedio para todo el experimento. Con malla.  
 Total SM: promedio para todo el experimento. Sin malla.

Como se verá más adelante durante el invierno la población de huevos y ninfas de *B. tabaci* alcanzó valores muy reducidos, por lo cual probablemente el polen de las flores de pimiento fue un alimento esencial para la población de trips y ácaros. A partir de la mitad de julio y durante el mes de agosto el número de flores se redujo considerablemente, con lo cual dicho alimento fue muy escaso (Fig. 3).

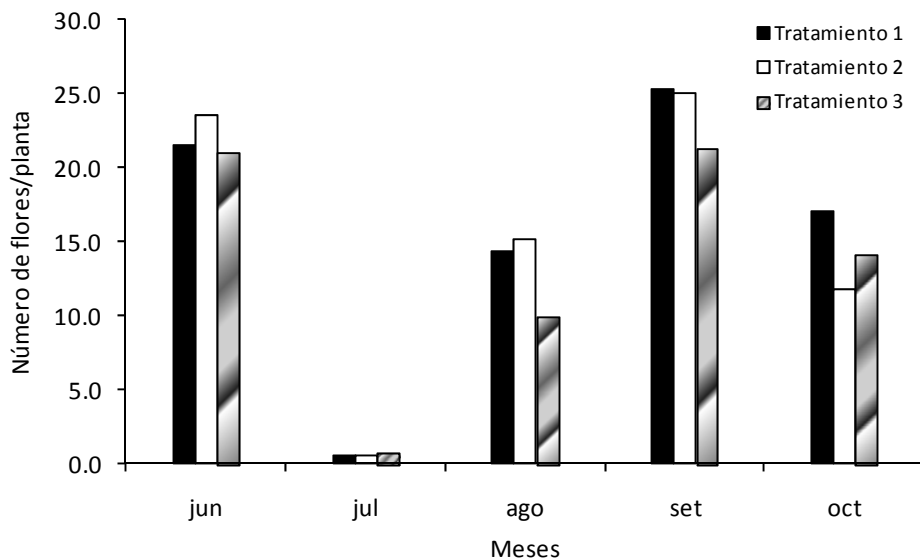


Figura 3. Variación del número de flores por planta de pimiento por tratamiento

Si no se tiene en cuenta los tratamientos, el número de formas móviles del ácaro en el estrato medio de la planta fue mayor que en el estrato superior ( $p = 0,0006$ ) al tiempo que no se diferenció del inferior ( $p = 0,5591$ ). Por su parte, en el estrato inferior los ácaros fueron más abundantes que en el superior ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 2). Esto podría deberse a que, como se verá posteriormente, en el estrato inferior es donde se localizó la mayor abundancia de moscas blancas.

#### Análisis por períodos

Como se mencionó anteriormente luego de la liberación se produjo un incremento pronunciado de la oviposición de *A. swirskii* seguido por un descenso en el invierno y la posterior reaparición próximo a la primavera. Ello justificó dividir en dos el período del estudio para analizar mejor el efecto de los tratamientos.

Período 1a: muestreos 1 al 9 (25 de abril al 20 de junio). Oviposición de *A. swirskii*.

Si no se tienen en cuenta los estratos de la planta, el número de huevos del ácaro en las parcelas del tratamiento 1 no se diferenció del contabilizado en las parcelas del tratamiento 3 ( $p = 0,7218$ ), al tiempo que en ambas situaciones los huevos fueron más numerosos que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre el número de huevos de *Amblyseius swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja. Muestreos 1 al 9.

	n	nº de huevos*	DE**
Tr. 1	52	1,04 a	1,49
Tr. 2	52	0,05 b	0,14
Tr. 3	52	1,00 a	1,37

n: 3 estratos x 2 repeticiones x 9 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

Período 1b: muestreos 1 al 20 (25 de abril al 5 de setiembre). Formas móviles de *A. swirskii*.

Las formas móviles de *A. swirskii*, sin tener en cuenta los estratos de la planta, fueron más numerosas en las parcelas del tratamiento 1 que en aquellas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) y del tratamiento 3 ( $p = 0,0480$ ), al tiempo que el ácaro fue más abundante en las parcelas del tratamiento 3 que en las del 2 ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por cm<sup>2</sup> de hoja. Muestreos 1 al 20.

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	118	3,18 a	2,45
Tr. 2	118	0,10 c	0,17
Tr. 3	118	2,49 b	2,06

n: 3 estratos x 2 repeticiones x 20 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

Período 2: muestreos 21 al 32 (12 de septiembre al 28 de noviembre).

El período que incluyó la primavera y el inicio del verano marcó un incremento de la oviposición y posterior aumento de la población móvil del ácaro. En este período también se produjo un incremento de las presas, fundamentalmente trips (Fig. 8), y la ocurrencia de una mayor cantidad de flores.

La oviposición de *A. swirskii*, no considerando los estratos de la planta, alcanzó los valores más altos en las parcelas del tratamiento 2 cuando se compararon con aquellos de las parcelas del tratamiento 1 ( $p = 0,0242$ ) y del tratamiento 3 ( $p = 0,0059$ ), pero no se constató diferencias entre las parcelas del tratamiento 1 y 3 ( $p = 0,5572$ ). Esto podría deberse, como ya se mencionó, a que en el tratamiento 2 se observó un mayor número de presas al comienzo de la primavera (Fig. 8). El número de formas móviles del ácaro no difirió entre las parcelas del ensayo ( $p > 0,05$ ) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el número total acumulado de huevos y formas móviles de *Amblyseius swirskii* por  $\text{cm}^2$  de hoja. Muestreos 21 al 32 (12 de septiembre al 28 de noviembre).

	n	nº de huevos*	DE**	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	72	0,31 b	0,35	72	1,68 a	1,05
Tr. 2	72	0,47 a	0,56	72	1,82 a	1,41
Tr. 3	72	0,28 b	0,34	72	1,97 a	1,61

n: 3 estratos x 2 repeticiones x 12 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

### *Bemisia tabaci* (huevos y ninfas)

En el período comprendido entre la liberación del ácaro en las parcelas de los tratamientos 1 y 3 y el inicio del invierno el número de huevos de *B. tabaci* presentes en los círculos de las hojas de pimiento descendió en todas las parcelas. Una vez comenzado el invierno, mientras que en las parcelas donde hubo liberación ese valor se mantuvo bajo hasta el final del estudio, en aquellas 'solo con malla' (tratamiento 2) se produjeron pequeños incrementos, para luego mantenerse en valores reducidos a partir de la primavera (Fig. 4).

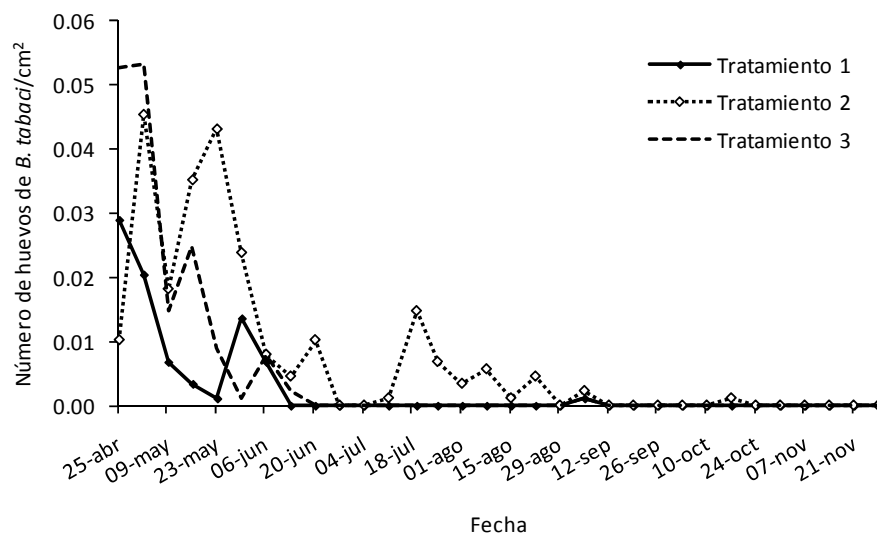


Figura 4. Variación del número de huevos de *Bemisia tabaci* en las parcelas de los diferentes tratamientos

Cuando se analizó estadísticamente el total de las fechas de muestreo, y sin tener en cuenta los estratos de la planta, el número de huevos de *B. tabaci* por cm<sup>2</sup> en las parcelas del tratamiento 1 fue menor que en aquellas del tratamiento 2 ( $p = 0,0003$ ) y del tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3

( $p = 0,6274$ ). Si no se tienen en cuenta los tratamientos, los huevos de esta mosca blanca fueron más abundantes en la parte basal de la planta que se diferenció del medio ( $p < 0,0001$ ) y del ápice ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no hubo diferencias entre los estratos apical y medio ( $p = 0,1099$ ) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos y los estratos de la planta sobre el número total acumulado de huevos y ninfas de *Bemisia tabaci* por cm<sup>2</sup> de hoja

	n	nº de huevos*	DE**	n	nº de ninfas*	DE**
Tr. 1	190 <sup>1</sup>	0,09 b	0,33	190	0,15 b	0,48
Tr. 2	190	0,25 a	0,66	190	0,56 a	0,94
Tr. 3	190	0,78 a	0,65	190	0,50 b	1,84
Est. 1	192 <sup>2</sup>	0,14 b	0,37	192	0,07 c	0,21
Est. 2	186	0,14 b	0,57	186	0,24 b	0,51
Est. 3	192	0,25 a	0,33	192	0,90 a	1,97

n<sup>1</sup>: 3 estratos x 2 repeticiones x 32 fechas.

n<sup>2</sup>: 3 tratamientos x 2 repeticiones x 32 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

Est. 1: tercio superior; Est. 2: tercio medio; Est. 3: tercio inferior de la planta.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

Por su parte, el número de ninfas de *B. tabaci* por cm<sup>2</sup> de hoja en las parcelas donde se liberó el ácaro (tratamientos 1 y 3) disminuyó drásticamente hacia el inicio del invierno y permaneció reducido el resto del período de estudio. Las ninfas de *B. tabaci* en las parcelas 'solo con malla' (tratamiento 2) fluctuaron durante todo el invierno disminuyendo en primavera cuando se produjo el aumento del número de ácaros por contaminación (Fig. 5).

El análisis estadístico de los conteos mostró que, sin tener en cuenta los estratos de las plantas, el número de ninfas de la mosca blanca en las parcelas del tratamiento 1 no se diferenció del tratamiento 3 ( $p = 0,0670$ ), pero fue más bajo que el número de la mosca

blanca en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0003$ ). Por su parte, también fue menor el número de ninfas en las parcelas del tratamiento 3 comparado con el tratamiento 2 ( $p = 0,0138$ ). En relación a la ubicación en la planta, las ninfas fueron más abundantes en la porción basal que en la media ( $p < 0,0001$ ) y que en el ápice ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que fueron más abundantes en el medio que en el ápice de la planta ( $p = 0,0072$ ) (Cuadro 7).

La acción de los ácaros confirma lo expresado por Swirski et al. (1967) y Nomikou et al. (2001) quienes señalaron a los fitoseidos como efectivos depredadores de etapas inmaduras de la mosca blanca, con habilidad para suprimir sus poblaciones en invernaderos. En el análisis del total del período de estudio no se comprobó un efecto diferencial de la malla en la efectividad de la liberación de los ácaros, probablemente por la baja población de la presa en todas las parcelas a partir del inicio del invierno.

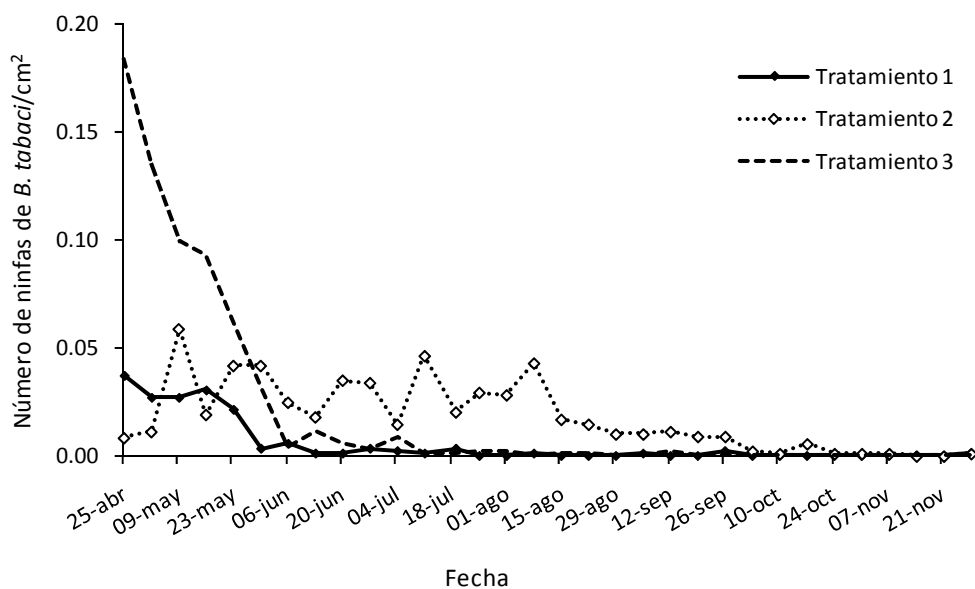


Figura 5. Variación del número de ninfas de *Bemisia tabaci* en las hojas de pimienta en las parcelas de los diferentes tratamientos



### *Bemisia tabaci* (adultos)

Tal como sucedió con los estados inmaduros, el número de adultos de *B. tabaci* fluctuó inicialmente de manera descendente en todas las parcelas pero, mientras que donde se liberó el ácaro los valores se redujeron rápidamente al inicio del invierno, en las parcelas sin liberación lo hicieron solo a partir de la primavera (Fig. 6). Así fue que en el total del período de estudio el número de adultos de *B. tabaci* en las parcelas del tratamiento 1 fue menor que en las parcelas de tratamiento 2 ( $p = 0,007$ ) pero no que en las parcelas del tratamiento 3 ( $p = 0,1956$ ), al tiempo que no hubo diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,4386$ ). Si no se tiene en cuenta el tratamiento, el número de adultos fue más abundante en el estrato basal de la planta con relación al medio ( $p < 0,0001$ ) y al apical ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no hubo diferencias en la cantidad de adultos entre los estratos medio y apical de la planta ( $p = 0,3501$ ) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos y el estrato de la planta sobre el número de adultos de *Bemisia tabaci* por hoja.

	n	nº de adultos*	DE**
Tr. 1	190 <sup>1</sup>	1,03 b	2,30
Tr. 2	190	1,55 a	2,25
Tr. 3	190	1,49 ab	4,94
Est. 1	192 <sup>2</sup>	0,76 b	1,32
Est. 2	186	0,89 b	1,60
Est. 3	192	2,41 a	5,32

n<sup>1</sup>: 3 estratos x 2 repeticiones x 32 fechas.

n<sup>2</sup>: 3 tratamientos x 2 repeticiones x 32 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

Est. 1: tercio superior; Est. 2: tercio medio; Est. 3: tercio inferior de la planta.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

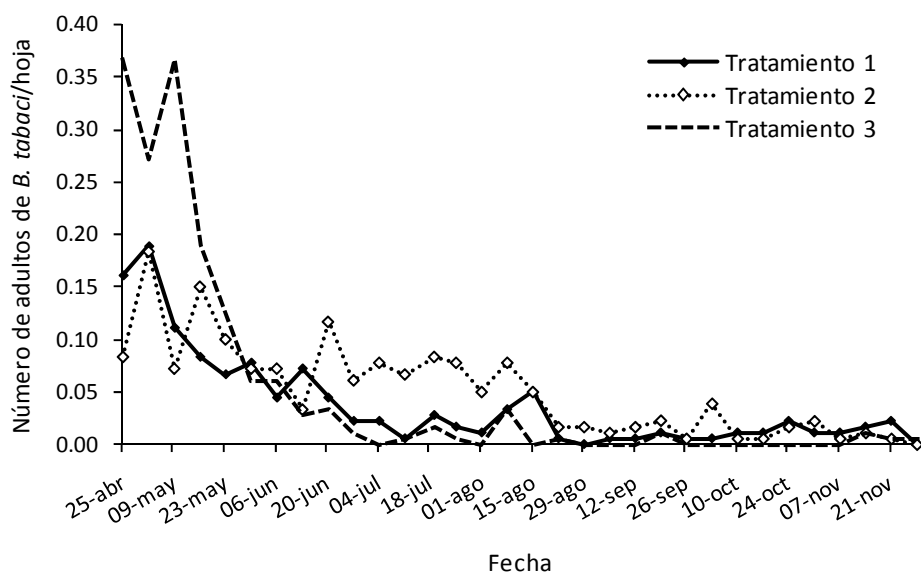


Figura 6. Variación de los adultos de *Bemisia tabaci* en las parcelas de los diferentes tratamientos

#### Muestreo de flores

##### *Amblyseius swirskii*

Luego de su liberación se produjo un neto incremento de *A. swirskii* en las flores de las plantas de pimiento de los tratamientos 1 y 3 respectivamente. Luego, la mencionada aplicación de Neemazal dirigida a los trips afectó negativamente a la población del ácaro, que sin embargo rápidamente se restableció y alcanzó a las 8 semanas un pronunciado pico de ácaros por flor en las parcelas de dichos tratamientos. Por su parte, en las parcelas del tratamiento 2 se constató contaminación de ácaros en las flores cinco semanas después de su liberación en las parcelas vecinas. Luego, el relevamiento de ácaros se vio afectado por la casi inexistencia de flores en las plantas por 45 días. Una vez reiniciada la floración, el

número de ácaros en las flores del tratamiento 2 se destacó por encima de los valores en las restantes parcelas (Fig. 7).

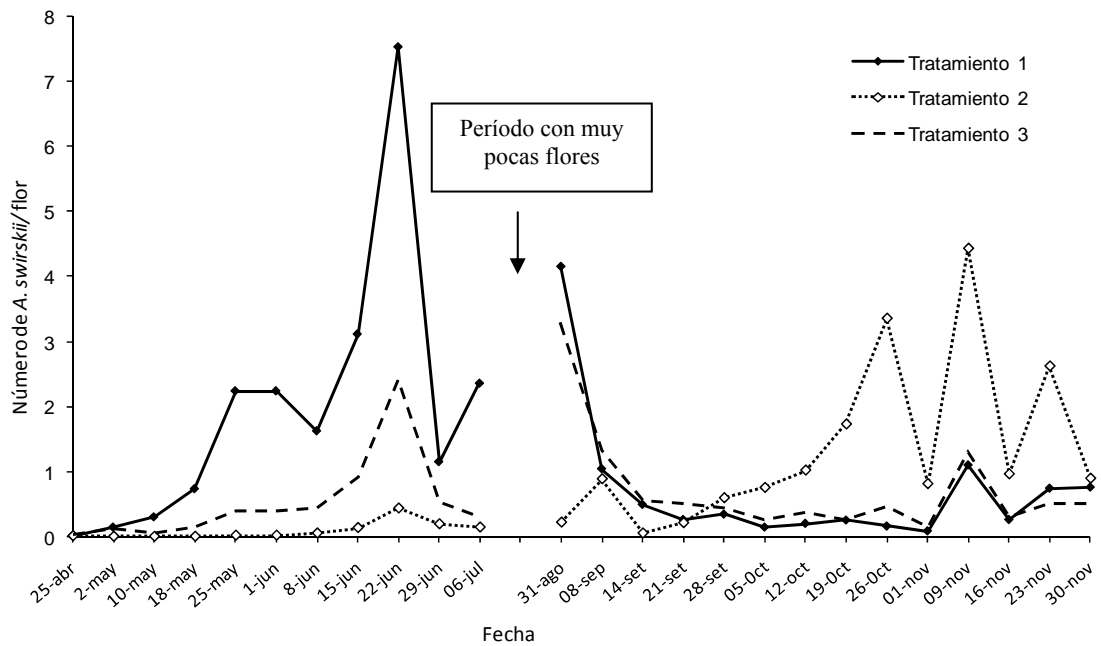


Figura 7. Variación del número de *Amblyseius swirskii* por flor en las parcelas de los distintos tratamientos

El análisis estadístico indicó que el número de formas móviles de *A. swirskii* en las flores en el total de las fechas del estudio fue más alto en las parcelas del tratamiento 1 comparado con el tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ) y similar entre las parcelas de los tratamientos 1 y 2 ( $p = 0,2279$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,6605$ ) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos sobre el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por flor en el total del período de estudio.

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	50	76,84 a	103,72
Tr. 2	50	46,10 ab	71,60
Tr. 3	50	39,50 b	48,06

n: 2 repeticiones x 25 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

#### Análisis por períodos

##### a) Período 1: muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio)

Cuando se analizó el período comprendido entre la liberación de *A. swirskii* y el fin de la floración, se comprobó que el número de ácaros en las parcelas del tratamiento 1 fue muy superior al existente en las parcelas del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ) y del 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que dicho número fue sensiblemente más alto en las parcelas del tratamiento 3 que en las del tratamiento 2 ( $p < 0,0001$ ), indicando un claro efecto inicial de la liberación y de la malla (cuadro 10).

##### b) Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre)

En el período comprendido entre el reinicio de la floración y el fin del estudio se comprobó que el mayor número de ácaros se encontró en las parcelas de tratamiento 2 que se diferenció de las parcelas del tratamiento 1 ( $p < 0,0001$ ) y del 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no se diferenciaron las parcelas de los tratamientos 1 y 3 ( $p = 0,3569$ ) (Cuadro 11). Esto puede ser explicado por un mayor número de presas en el tratamiento 2, más ninfas de mosca blanca en las hojas y más trips en las flores a fines del invierno (figs. 5 y 8). Esto esta

de acuerdo a lo mencionado por Messelink et al.(2006, 2008) quienes afirman que la fuente adicional de alimento permite mantener poblaciones más altas del ácaro.

Cuadro 10. Efecto de los tratamientos en el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por flor. Muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio).

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	20	118,10 a	132,30
Tr. 2	20	5,25 c	9,39
Tr. 3	20	34,80 b	45,49

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

Cuadro 11. Efecto de los tratamientos en el número de formas móviles de *Amblyseius swirskii* por flor. Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre).

	n	nº de móviles*	DE**
Tr. 1	20	24,15 b	24,65
Tr. 2	20	101,00 a	86,65
Tr. 3	20	27,25 b	25,72

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla;

Tr.2: solo malla; Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

### *Frankliniella occidentalis*

En las primeras semanas del estudio el número de trips en las flores incrementó lentamente en todas las parcelas, y a partir de junio experimentó un pronunciado aumento que difirió según los tratamientos. Este incremento se vio temporariamente interrumpido por la aplicación de Neemazal en el experimento y por la falta de flores. Luego del reinicio de la floración, el pico máximo de población se alcanzó en el tratamiento 2 con 17,5 trips por flor a inicios de octubre. El 30 de septiembre y el 7 de octubre se realizaron dos aplicaciones de Neemazal en las parcelas del tratamiento 2 (Fig. 8).

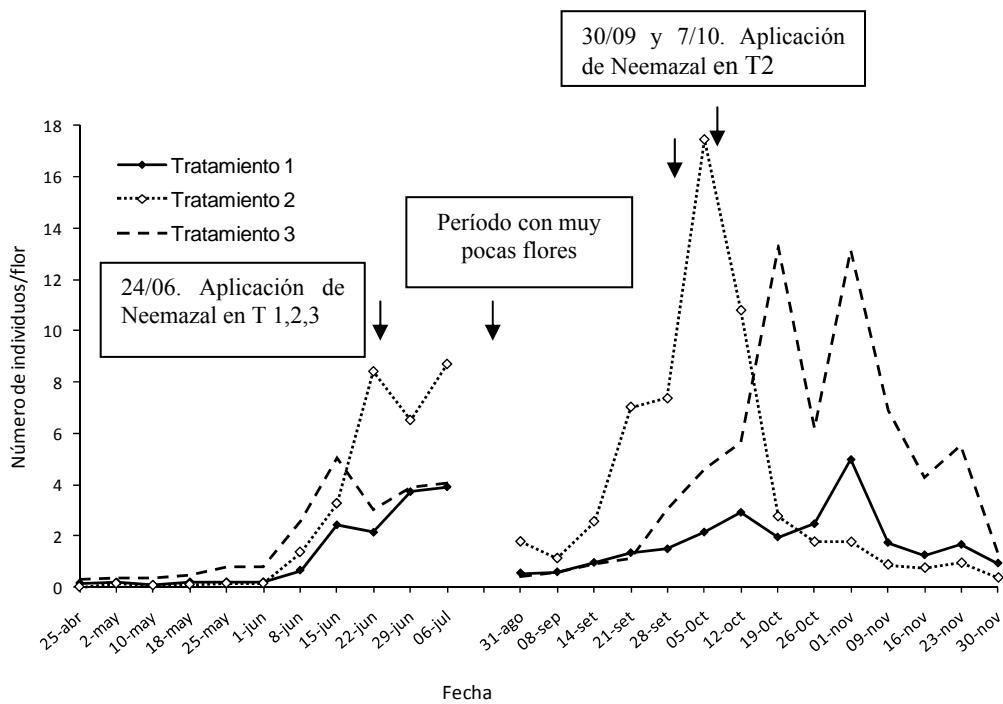


Figura 8. Variación del número de *Frankliniella occidentalis* (ninfas + adultos) por flor según los tratamientos

Cuando se analizó estadísticamente el número de individuos de *F. occidentalis* (ninfas más adultos) en el total de las fechas de muestreo se comprobó que en las parcelas del

tratamiento 1 dicho número fue menor que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0001$ ) y del tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,7361$ ) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos sobre el número de *Frankliniella occidentalis* presentes en las flores en el total del período del estudio.

	n	nº de trips*	DE**
Tr. 1	50	93,92 b	88,95
Tr. 2	50	190,30 a	262,80
Tr. 3	50	206,40 a	205,94

n: 2 repeticiones x 25 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

#### Análisis por períodos

a) Período 1: muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio).

Cuando se analizó el período inmediato posterior a la liberación de ácaros y hasta la interrupción de la floración se comprobó que el número de trips en las flores de las parcelas del tratamiento 1 fue menos abundante que en las parcelas del tratamiento 2 ( $p = 0,0009$ ) y del 3 ( $p = 0,0021$ ), al tiempo que no existieron diferencias entre las parcelas de los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,7423$ ) (Cuadro 13). Se destaca nuevamente un efecto inicial de la malla y la liberación de *A. swirskii*. Por otro lado la ocurrencia de trips observada en el tratamiento 2 esta de acuerdo con lo reportado con Gázquez et al. (2011) quienes mencionaron que la sola utilización de malla no significa una exclusión total de las plagas.

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos sobre el total acumulado de ninfas y adultos de *Frankliniella occidentalis* en flores . Período 1: muestreos 1 al 10 (25 de abril al 29 de junio).

	n	nº de trips*	DE**
Tr. 1	20	59,80 b	87,09
Tr. 2	20	123,90 a	234,91
Tr. 3	20	111,90 a	145,47

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

b) Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre)

El análisis del período comprendido entre el reinicio de la floración y el fin del estudio indicó que los valores más bajos del número de trips (ninfas más adultos) se dieron en las flores de las parcelas de los tratamientos 1 y 2 que no se diferenciaron entre sí ( $p = 0,1040$ ), pero sí fue inferior en las parcelas del tratamiento 1 con relación al tratamiento 3 ( $p < 0,0001$ ), no comprobándose diferencias entre los tratamientos 2 y 3 ( $p = 0,2006$ ) (Cuadro 14). Hay que recordar que las parcelas del tratamiento 2 recibieron dos aplicaciones de extractos de Neem en este período. El incremento de las poblaciones de *A. swirskii* alimentándose de *F. occidentalis* ocurrido en las parcelas de este tratamiento (Fig. 15) está de acuerdo con lo indicado por Bolckmans et al. (2005) quienes mencionan la capacidad de *A. swirskii* para el control del trips *F. occidentalis* en pimiento. En el tratamiento 3, sin malla, la presencia del ácaro depredador no fue suficiente para controlar las poblaciones de trips que ingresaron al invernadero en ésta época del año.



Cuadro 14. Efecto de los tratamientos sobre el total acumulado de ninfas y adultos de *Frankliniella occidentalis* en flores . Período 2: muestreos 16 al 25 (28 de septiembre al 30 de noviembre).

	n	nº de trips*	DE**
Tr. 1	20	129,30 b	77,59
Tr. 2	20	224,90 ab	273,13
Tr. 3	20	358,35 a	207,54

n: 2 repeticiones x 10 fechas.

Tr.1: liberación de *A. swirskii* en parcelas con malla; Tr.2: solo malla;

Tr.3: liberación de *A. swirskii* en parcelas sin malla.

\* Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Desvío estándar.

## Conclusiones

La liberación de *Amblyseius swirskii* en parcelas del invernadero con y sin malla anti-moscas blancas ejerce un efecto muy eficaz sobre la población de *B. tabaci*, pero no es capaz de impedir la abundancia de *F. occidentalis* en primavera, sobre todo en las parcelas sin malla. Las dificultades de *A. swirskii* para controlar los trips pueden ser consecuencia de la muy escasa oviposición del ácaro durante el invierno que retrasa el aumento de su población en la primavera.

La utilización de malla favorece el aumento de la población de *A. swirskii*, posiblemente por la mayor temperatura con relación a las parcelas sin malla. La sola colocación de malla evita que se alcancen valores críticos en la población de *B. tabaci*. Como era previsible, no se da la misma situación con los trips dado que pueden traspasarla.

La incorporación de un producto fitosanitario a base de extractos de neem fue útil para reducir la población de *F. occidentalis*, aun cuando tuvo un efecto deprimente de corta duración sobre *A. swirskii*.

Serán necesarios estudios adicionales para mejorar la estrategia de utilización de *A. swirskii* si se quiere reducir el riesgo de transmisión de virus vectorizados por trips en el cultivo de pimiento.

### **Agradecimientos**

Al Dr. Cesar Basso y al Dr. Olivier Bonato por las enseñanzas, la orientación y sugerencias realizadas durante esta investigación. A la empresa Brometan por el suministro de *Amblyseius swirskii* y al Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (Dirección General de Servicios Agrícolas) que diligenció su ingreso al país. Al productor Sr. José Luis Ferreira por brindar las facilidades logísticas donde se realizó el estudio.

### **Bibliografía**

- Allen CM. 2009. Thermal biology and behaviour of two predatory Phytoseiid mites: *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Phytoseiulus longipies* (Evans) (Acari: Phytoseiidae). Thesis Doctor of Philosophy. Birmingham, UK. School of Biosciences, University of Birmingham. 206 p.
- Ascher, KRS. 1993. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 22: 433–449.
- Bell ML, Baker JR. 2000. Comparison of greenhouse screening materials for excluding whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and thrips (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Economic Entomology, 93: 800–804.

- Bolckmans K, van Houten YM, Hoogerbrugge H. 2005. Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: phytoseiidae). In: Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. Davos, Switzerland, p. 555-565.
- Calvo J. 2011. Implicaciones de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en la mejora del control biológico de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento en invernadero. Tesis doctoral. Cartagena, España. Universidad Politécnica de Cartagena. 158 p.
- Díaz Pérez M, Camacho Ferre F, Gallardo Villanueva D, Arie K. 2003. Utilización de mallas anti-insectos en invernadero. Vida Rural, España, 167: 42-44.
- Gázquez JC, López JC, Baeza EJ, Pérez-Parra JJ, Pérez C, Meca De Acosta JA. 2011. Greenhouses on the Mediterranean Basin: pest incidence and productivity of a tomato crop. Acta Horticulturae, 893: 227-234.
- Horowitz AR, Ishaaya I. 1996. Chemical control of Bemisia management and application. In: Gerling D, Mayer RT. (Eds.), *Bemisia: 1995 Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*. Andover: Intercept Ltd., pp. 537-556.
- Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, 51: 45-66.
- Jensen SE. 2000. Insecticide resistance in the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*. PhD Tesis. Roskilde, Dinamarca. Department of Crop Protection, Danish Institute of Agricultural Sciences. Department of Life Science and Chemistry: Roskilde University. 106 p.

- Lee H, Gillespie DR. 2011. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 53: 17–27.
- Messelink GJ, van Maanen R, van Steenpaal SEF, Janssen A. 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biological Control*, 44: 372-379.
- Messelink GJ, van Maanen R, Ramakers PMJ. 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl*, 51: 753-768.
- MGAP-DIEA. 2012. (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca- Dirección de Estadísticas Agropecuarias). Anuario Estadístico Agropecuario 2012. [On line]. 244 p. Montevideo: MGAP. Consultado en abril de 2013.
- <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,659,O,S,0,MNU,E:27;8;MNU>
- Momen FM, Reda AS and Amer, SAA. 1997. Effect of Neem Azal-F on *Tetranychus urticae* and three predacious mites of the family Phytoseiidae. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 32: 335-362.
- Momen FM, El-Saway SA. 1993. Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia*, 34: 199-204.
- Naranjo S, Flint H. 1994. Spatial distribution of preimaginal *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development of fixed-precision sequential sampling plans. *Environmental Entomology*, 23: 254-266.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW. 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology*, 25: 271–291.

- Ragusa S, Swirski E. 1975. Feeding habits, development and oviposition of the predacious mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae) on pollen of various weeds. Israel Journal of Entomology, 10: 93-103.
- Robledo Camacho A, van Der Blom J, Sánchez Martínez JA, Torres Jiménez S. 2009. Control biológico en invernaderos hortícolas. Almería: Coexphal-Faeca. 176 p.
- Rodríguez MD, Paullier J, Buenahora J, Maeso D. 2003. Mosca blanca: importante plaga de los cultivos hortícolas en Uruguay. Montevideo: INIA. 19 p.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT 9.2 Users Guide. Cary, North Caroline: SAS Institute Inc. USA.
- Swirski E, Amitai S, Dorzia N. 1967. Laboratory studies on the feeding, development and oviposition of the predaceous mites *Amblyseius rubini* Swirski and Amitai and *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. Israel Journal of Agricultural Research, 17: 101–119.