

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Tesis para optar por el grado académico de:
Doctor en Ciencias Agrarias

“Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae): Daño, factores que afectan la población y su manejo en el cultivo de tomate.”

Roberto R. Scotta

Directora: Dra. María Cristina Arregui

Tribunal Examinador: Dra. Isabel Bertolaccini

Dr. Ángel Chiesa

Dr. Eduardo Puricelli

Esperanza, 2013

A mis padres

A mi esposa Gabriela

A mis hijos: María Paula, María Emilia, María Amparo,
Tomás y Mateo

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral por darme la oportunidad de realizar esta tesis.

A mi directora de tesis, Dra. María Cristina Arregui, por el tiempo y la dedicación brindada durante el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. Isabel Bertolaccini, por su colaboración y asesoramiento en distintos trabajos.

Al Ing. Agr. Daniel Sánchez, por su contribución en la realización de los ensayos.

Al Ing. Agr. Juan Carlos Favaro, por permitirme realizar las experiencias en su explotación y facilitarme las tareas relacionadas al manejo del cultivo.

Al Ing. Agr. Hugo Gutierrez y la Prof. Ana Luchetti por su colaboración en la identificación de malezas.

Y a todos aquellos compañeros de trabajo que me brindaron su apoyo y aliento para la realización de este trabajo.

INDICE

Capítulo 1: Introducción General	1
Bibliografía	7
Capítulo 2: Supervivencia y duración del ciclo de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> en cultivos de tomate en invernadero.	12
Introducción	12
Materiales y Métodos	13
Resultados y Discusión	15
Duración del ciclo de <i>T. vaporariorum</i> en cultivo de tomate en invernadero	15
Mortalidad de los distintos estadios de <i>T. vaporariorum</i>	16
Conclusiones	18
Bibliografía	19
Capítulo 3: Monitoreo de adultos y estados inmaduros de la mosca blanca de los invernaderos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en cultivo de tomate	23
Introducción	23
Materiales y Métodos	25
Distribución de estados inmaduros de mosca blanca de los invernaderos en la planta y en el cultivo.	25
Monitoreo de adultos en trampas pegajosas amarillas	26
Manejo de los cultivos	26
Resultados y Discusión	27
Distribución de estados inmaduros de mosca blanca de los invernaderos en la planta y en el cultivo.	27
Monitoreo de adultos en trampas pegajosas amarillas.	29
Conclusiones	30
Bibliografía	31
Capítulo 4: Determinación de las pérdidas causadas por la mosca blanca de los invernaderos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en cultivos de tomate bajo invernadero.	35
Introducción	35
Materiales y Métodos	36
Resultados y Discusión	38
Conclusiones	42
Bibliografía	43
Capítulo 5: Evaluación de insecticidas para el control de mosca blanca de los invernaderos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en cultivo de tomate a campo y en invernadero.	46
Introducción	46
Materiales y Métodos	47
Efectividad de los neonicotinoides	47
Eficacia de insecticidas para el control de adultos	48
Análisis de datos	49
Resultados y Discusión	49
Eficacia de los neonicotinoides	49

Eficacia del control de adultos con cartap, imidacloprid, lambdacialotrina y metamidofos	52
Conclusiones	54
Bibliografía	55
Capítulo 6: Parasitismo en mosca blanca de los invernaderos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en cultivos de tomate en invernadero	59
Introducción	59
Materiales y Métodos	60
Resultados y Discusión	61
Bibliografía	64
Capítulo 7: Hospederos de mosca blanca de los invernaderos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) y sus enemigos naturales en lotes del cinturón hortícola santafesino.	67
Introducción	67
Materiales y Métodos	68
Resultados y Discusión	70
Conclusiones	75
Bibliografía	76
Capítulo 8: Conclusiones	81

RESUMEN

Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae): Daño, factores que afectan la población y su manejo en el cultivo de tomate.

En Argentina, el cultivo de tomate se realiza a campo o en invernadero. En el cinturón verde santafesino la "mosca blanca de los invernaderos" (*Trialeurodes vaporariorum*) es una plaga de reciente aparición y difícil control. El objetivo de este trabajo fue conocer los factores bióticos que afectan a *T. vaporariorum* en tomate y definir su manejo integrado, evaluando el daño, métodos de monitoreo y el control químico y biológico. Las experiencias se realizaron en tomate en invernadero y a campo. En laboratorio se procedió al recuento de estados inmaduros, observación parasitoides y su reconocimiento. Las hospederas se relevaron en el cinturón hortícola santafesino. La mayor mortalidad se observó en estadios de huevo y pupa, por factores ambientales y parasitismo. Los muestreos en la planta deben realizarse en los estratos medios e inferiores y en los bordes de los invernaderos. Las mayores pérdidas son por reducción del rendimiento comercial de tomate por fumagina, que en producción total. Los neonicotinoides y cartap son eficaces para su control. *Encarsia porteri* y *Eretmocerus paulistus* están establecidos en los cultivos. Zapallito de tronco y tomate tuvieron mayor presencia de *T. vaporariorum* y las malezas hospederas más importantes fueron *Urtica urens*, *Sonchus oleraceus* y *Anoda cristata*.

Palabras claves: *Trialeurodes vaporariorum*; Manejo integrado de plagas; daño; control químico; control biológico; monitoreo

ABSTRACT

Greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae): Damage, factors affecting the population and its management in tomato crops.

In Argentina, the tomato is cultivated in field crops or greenhouses. In Santa Fe horticultural crops the "greenhouse whitefly" (*Trialeurodes vaporariorum*) is a recent pest difficult to control. The objective of this work was to study biotic factors affecting *T. vaporariorum* in tomato and define their integrated management by assessing the damage, monitoring methods and chemical and biological control. The experiments were conducted in field and greenhouse tomato crops.. The hosts were surveyed on horticultural belt in Santa Fe city. The highest mortality was observed in egg and pupal stages, by environmental factors and parasitism. Sampling should be done in the plant in the middle and lower and edges of the greenhouses. The biggest losses are reducing marketable yield of tomato by sooty mold,. Cartap and neonicotinoids were effective for their control. *Encarsia paulistus* and *Eretmocerus porteri* were identified in established crops. *T. vaporariorum* developed mainly in zucchini and tomato and most important weed hosts were *Urtica urens*, *Sonchus oleraceus* and *Anoda cristata*.

Keywords: *Trialeurodes vaporariorum*; Integrated pest management; Injury; Chemical control; Biological control; sampling pest.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

El tomate es la hortaliza más importante en muchos países. Si bien su valor nutritivo no es muy elevado, su alto nivel de consumo lo convierte en una de las principales fuentes de vitaminas y minerales (Esquinas Alcázar & Nuez Viñals, 1995).

La producción mundial de tomate se triplicó entre 1964 y 1994 pasando de 25 a 77,5 millones de toneladas (fresco e industrial). Este incremento se debió a un aumento de la superficie cultivada y de la productividad. Argentina interviene con 0,9 % de esta producción (Molina, 2002).

En Argentina, el cultivo se puede realizar a campo o en ambientes protegidos. En el primer sistema, se cultivan 14.389 ha., es decir el 6,34 % de la superficie nacional destinada a cultivos hortícolas. De ésta, el 87 % se concentra en Mendoza, Salta, Jujuy, Río Negro, San Juan, Buenos Aires, Catamarca, Santiago del Estero y Santa Fe. A la producción de tomate bajo cubierta, se destinan 1.185 ha., el 40 % de la superficie en producción bajo invernadero, concentrándose el 87,7 % en las provincias de Corrientes y Buenos Aires (Corvo Dolcet, 2005).

En la provincia de Santa Fe, el cultivo de tomate a campo se realiza principalmente en el Cinturón Verde de la ciudad de Rosario, destinándose 112 ha. y 15 ha. en el Cinturón Verde de la ciudad de Santa Fe (IPEC, 2007). El cultivo bajo invernadero es aproximadamente el 10 % de esta superficie (Bouzo *et al.*, 2003).

Una de las limitantes importantes de la producción de tomate es el daño causado por las plagas. Se estima que bajo las prácticas corrientes de producción, las pérdidas pueden variar entre 34 y 77 % del rendimiento potencial según las prácticas que se empleen (Zalom, 2003). En los cultivos protegidos, las plagas y enfermedades encuentran condiciones más favorables para su desarrollo, que al aire libre. La mortalidad de los insectos debida a factores abióticos (lluvia, viento, frío, etc.) se reduce enormemente y las condiciones climáticas (alta humedad, mayores temperaturas) favorecen el desarrollo de enfermedades (Castilla, 2005).

Las plagas más importantes mencionadas en este cultivo son: el complejo de orugas cortadoras; los nematodos; la "polilla del tomate" (*Tuta absoluta*); la "oruga del fruto" (*Helicoverpa* sp.); los minadores; los áfidos; los trips; los ácaros y el complejo de moscas blancas (Castilla, 2005; Csizinszky *et al.*, 2005; Cameron *et al.*, 2009).

En el cinturón verde santafesino las principales plagas son: la "polilla del tomate"; los áfidos, los trips y la "mosca blanca de los invernaderos" (*Trialeurodes vaporariorum*) (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Anglada *et al.*, 1990; Scotta, 1998). *T. vaporariorum* es de aparición más reciente y una de las plagas de más difícil control, en el cultivo de tomate bajo invernáculo y a campo (Polack, 2005).

La “mosca blanca de los invernaderos” (*T. vaporariorum*) es un insecto pequeño de metamorfosis intermedia. El ciclo biológico comprende 4 estados: huevo, 4 estadios ninfales, pupa y adulto. Los huevos son lisos, periformes y provistos de un pedicelo. Son depositados en un círculo en el envés de la hoja y casi siempre están cubiertos de una secreción cerosa. El primer estadio ninfal es el único móvil y camina varias horas sobre la hoja hasta encontrar un lugar adecuado para alimentarse del floema. El segundo y tercer estadio ninfal son muy similares, aplanados con forma de escama. Después de la tercera muda, la ninfa pasa por dos fases, una inicial durante la cual se alimenta (ninfa 4) y otra en la que deja de hacerlo. Este último estado se caracteriza por la aparición de largas setas y la elevación de las paredes laterales típicas de la pupa. Los adultos recién emergidos tienen las alas transparentes que luego se cubren de una sustancia cerosa (Byrne & Bellows, 1991).

Este insecto se puede reproducir sexual o partenogenéticamente. Las hembras viven entre 30 y 40 días. Las oviposuras normales, son de 150 huevos y en casos de muy buenas condiciones, se observaron algunas de más de 350 huevos (Castresana, 1989; Estay, 1993).

Los daños causados por *T. vaporariorum* pueden ser:

a) Directos, los producidos por adultos y estados inmaduros al alimentarse provocando pérdidas de rendimiento.

b) Indirectos, que pueden ser de dos tipos: efectos sobre la calidad, como los causados por las ninfas, que al alimentarse de la savia retienen los nutrientes y excretan una sustancia pegajosa rica en azúcares, que favorece el crecimiento del hongo fumagina o negrilla (*Cladosporium* sp.). Este afecta la capacidad fotosintética de la planta y cubre los frutos, perjudicando el valor cosmético del mismo (González Zamora & Moreno Vázquez, 1996).

La mosca blanca es además, un importante vector de enfermedades virales o bacteriosis, aunque hasta el momento, sólo *Bemisia tabaci* se ha identificado como la principal trasmisora de los virus Tomato Yellow Mosaic Virus (TYMV) y Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) (Ellsworth & Martínez Carrillo, 2001; Wintermantel,

2004). *T. vaporariorum* es potencial vectora de closterovirus que afectan especies de cucurbitáceas, tomate y lechuga. En Argentina, sólo se tiene registros de los virus transmitidos por *B. tabaci* (Polack, 2005).

El control químico es la herramienta más utilizada en la lucha contra las plagas, se generalizó por la facilidad de adquisición, de aplicación y su alta eficacia. El uso abusivo, indiscriminado y repetitivo de estos ha provocado, la aparición de especies resistentes, contaminación del medio ambiente, aumento del riesgo de intoxicaciones de los operarios y mayores residuos de plaguicidas en los productos alimenticios (Garijo Alba & García García, 1991)

Ante esta problemática, el control de plagas se debe realizar implementando un programa de manejo integrado de plagas (MIP), entendiendo como “La utilización de varias tácticas de manera ecológicamente compatibles, con el objetivo de mantener poblaciones de artrópodos, patógenos, nematodos y otras plagas, en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico, al mismo tiempo que aseguran protección contra daños al hombre y al medio ambiente” (Cobbe, 1998; Castilla, 2005; Csizinszky *et al.*, 2005).

Para la implementación de estos programas se requiere de investigaciones a nivel local en aspectos claves como (Garijo Alba & García García, 1991; Mathew, 1999; Ellsworth & Martinez Carrillo, 2001):

1) Conocer la biología de la plaga. La determinación de la temperatura base y los grados días acumulados para los diversos estados de desarrollo de *T. vaporariorum*, permite pronosticar a partir de temperaturas en condiciones de campo, el desarrollo de los diversos estados ontogénicos, para optimizar las medidas de manejo (Soto Giraldo, 1997).

2) Metodología de muestreo. Uno de los aspectos más importantes del control fitosanitario es conocer los niveles poblacionales de la plaga o en todo caso una estimación aproximada de los mismos. El muestreo permite detectar la presencia de la plaga y evaluar su nivel de infestación. Debido a que las técnicas de monitoreo son laboriosas y costosas, es importante disponer de técnicas de fácil empleo, pero que posean suficiente sensibilidad. Hay dos tipos de muestreos: directos, en los que se elige una unidad de muestreo representativa, que permita expresar los datos por unidad de superficie, e indirectos que consisten en el recuento de daños u otros efectos como métodos de estimación de pérdidas, expresándolo en número total o en escala de valor (Vigiani, 2005). El muestreo directo se basa en la observación de adultos y estados

inmaduros en las hojas del cultivo (Polack *et al.*, 2003). Cabello García y col. (1996) proponen un método indirecto para el monitoreo de adultos, mediante el uso de trampas cromáticas adhesivas.

3) Determinar los umbrales de daño. Un análisis económico de la acción producida por las plagas requiere que el daño o pérdidas que ocasionan sean cuantificados, generalmente en términos monetarios. Los “umbrales de daño económico” (UDE), definen la población de una plaga por encima de la cual se producen pérdidas económicas (Castilla, 2005). Para *T. vaporariorum* se determinaron UDE en cultivos de tomate a campo de 0,7 estados inmaduros por cm² de hoja, estos producían 5 % pérdidas de frutos de calidad “A” (Johnson *et al.*, 1992). En cultivos de tomate en invernadero, el UDE recomendado es de más de 10 adultos por hoja, muestreando las dos hojas superiores totalmente expandidas o más de ocho ninfas por folíolos observados en dos folíolos de la quinta o sexta hoja contando desde el ápice (Polack & Mitidieri, 2002).

4) Medidas de control. El control químico, es el método más frecuentemente utilizado en el control de artrópodos. Los plaguicidas son herramientas útiles en el manejo integrado de plagas. Importantes investigaciones han sido realizadas evaluando grupos químicos con nuevos modos de acción, debido a la aparición frecuente de resistencia a insecticidas como piretroides y fosforados (Zou & Zheng, 1988). Los neonicotinoides representan una nueva clase muy activa contra insectos chupadores resistentes a los grupos mencionados previamente (Yamamoto & Casida, 1999). Dentro de este grupo hay varios principios activos, cada uno con actividad diferente sobre *T. vaporariorum* (Wang *et al.*, 2003).

5) Control biológico. Los programas de manejo integrado de plagas, promueven principalmente la conservación y aumentación de predadores y parasitoides. *T. vaporariorum* tiene una cantidad importante de enemigos naturales. (Gerling *et al.*, 2001). En Corrientes, se evaluaron parasitoides y predadores que aparecen naturalmente en el cultivo de tomate, con alta presencia de moscas blancas. Los predadores observados fueron *Eriopsis connexa*; *Allograpta exotica*; *Olla abdominalis*; *Cycloneda sanguinea*, e integrantes de la familia *Chrysopidae* y los parasitoides *Encarsia porteri*; *Encarsia nigricephala*; *Eretmocerus paulistus* y *Signiphora* sp (Cáceres, 2004). *Encarsia* sp., *Eretmocerus* sp. también fueron hallados en el cinturón hortícola platense (La Plata, Buenos Aires) (Botto *et al.*, 2000). El conocimiento de los hospederos alternativos de la plaga y de sus enemigos naturales, como las malezas o los cultivos

abandonados, puede aportar información para conocer la evolución de la población durante todo el año (Bedford & Markham, 1994 ; Polston *et al.*, 1996). Los hospederos pueden influir en el tiempo de desarrollo de *T. vaporariorum* y afectar la longevidad de los adultos (Gonsebatt, 2005). Además, actúan como refugio de la mosca blanca y sus enemigos naturales, aspectos a tener en cuenta para realizar programas exitosos de control (Gerling *et al.*, 2001). Otro aspecto importante es determinar los factores de mortalidad que afectan la supervivencia de *T. vaporariorum*. Estos pueden ocurrir en forma natural (enemigos naturales, clima o efecto de la planta huésped) o artificial (insecticidas o medidas del cultivo al gestionar el sistema). Las tablas de supervivencia son un método conveniente y robusto para describir la mortalidad de una población y para cuantificar probabilidades de muerte debidas a distintas causas (Naranjo *et al.*, 2004).

En la región centro de Santa Fe no se dispone información a nivel local sobre: evaluaciones de pérdidas, particularmente relacionadas con variaciones en la densidad de la plaga, en el estado fenológico o época de cultivo; monitoreo de estados inmaduros, la zona del invernadero y los estratos de la planta más adecuados; la eficacia de los insecticidas, especialmente de los neonicotinoides para el control de distintos estadios *T. vaporariorum* en tomate; la presencia de *T. vaporariorum* y sus enemigos naturales en distintos cultivos y en la flora adventicia, durante el año y los factores de mortalidad.

El objetivo general de esta tesis, fue conocer los factores bióticos que afectan la evolución de la población de la "mosca blanca de los invernaderos" en tomate y definir su manejo integrado, evaluando el daño que ocasiona, los métodos de monitoreo más adecuados y el empleo de métodos de control químico y biológico.

Los objetivos particulares fueron:

- 1.- Elaborar tablas de vida de *T. vaporariorum* en cultivos de tomate.
- 2.- Adecuar los métodos de muestreo de los distintos estadios.
- 3.- Cuantificar los daños directos e indirectos causados por la mosca blanca.
- 4.- Evaluar la eficacia de distintas alternativas de control químico.
- 5.- Analizar la presencia e incidencia de enemigos naturales de *T. vaporariorum*.
- 6.- Identificar los hospederos alternativos de la plaga y de sus enemigos naturales.

Los objetivos abordados en el presente trabajo, fueron organizados en los siguientes capítulos:

Capitulo 2: Supervivencia y duración del ciclo de *Trialeurodes vaporariorum* en cultivos de tomate en invernadero.

Capitulo 3: Monitoreo de adultos y estados inmaduros de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de tomate

Capitulo 4: Determinación de las pérdidas causadas por la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivos de tomate bajo invernadero.

Capitulo 5: Evaluación de insecticidas para el control de mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de tomate a campo y en invernadero.

Capitulo 6: Parasitismo en mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivos de tomate en invernadero.

Capitulo 7: Hospederos de mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y sus enemigos naturales en lotes de producción del cinturón hortícola santafesino.

BIBLIOGRAFÍA

ANGLADA, M.N.; M.P. QUARCHIONI; M. LONG & C. FONSECA. 1990. Relevamiento fitosanitario de la zona hortícola de Santa Fe. Centro de Desarrollo Hortícola. MAGIC, INTA, UNL. 30 pp.

BEDFORD, I.D. & P.G. MARKHAM. 1994. A study of the effectiveness of crop covering within IPM, using an Amoco non-woven fleece as a barrier to aphids, whiteflies and their associated plant viruses. Brighton Crop Prot Conf. 8:1163-1168.

BOTTO, E.; S. CERIANI; S. LÓPEZ; E. SAINI; C. CÉDOLA; G. SEGADE & M. VISCARRET. 2000. Control biológico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. La experiencia argentina hasta el presente. R.I.A. 29 (1): 83-98.

BOUZO, C; R.A. PILATTI; J.C. FAVARO & N.F. GARIGLIO. 2003. Cultivo de tomate en invernadero. Alternativas para el Control de Temperaturas Extremas. Revista IDIA XXI. 4: 137-141.

BYRNE, D.N. & J. BELLOWS. 1991. Whitefly biology. Ann. Rev. Entomol. 36: 431 - 457.

CABELLO GARCIA, T.; I. CARRICONDO MARTINEZ; L.J. DEL RIO & J.E. BELDA SUAREZ. 1996. Biología y control de las especies de mosca blanca. *Trialeurodes vaporariorum* (Gen.) y *Bemisia tabaci* (West.) en cultivos hortícolas en invernaderos. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 93 pp.

CÁCERES, S. 2004. Moscas blancas del complejo *Bemisia tabaci* en cultivos hortícolas de Corrientes, estrategias de manejo. Jornada de Actualización. La Plata, 5 de junio de 2004: 9-13.

CAMERON, P.J.; G.P. WALKER; A.J. HODSON; A.J. KALE & T.J.B. HERMAN. 2009. Trends in IPM and insecticide use in processing tomatoes in New Zealand. Crop Prot. 28: 421-427.

CASTILLA, N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 462 pp.

CASTRESANA, L. 1989. La mosca blanca de los invernaderos. Hort. 44: 48 -59.

COBBE, R. V. 1998. Capacitación participativa en el Manejo Integrado de Plaga – MIP. Una propuesta para América Latina. FAO. 46 pp.

CORVO DOLCET, S. 2005. Zonas de producción del cultivo de tomate en la Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación. Dirección de Agricultura. 16 pp.

CSIZINSZKY, A.A.; D.J. SCHUSTER; J.B. JONES & J.C. VAN LENTEREN. 2005. Crop protection, in Tomatoes.(pp.199-235). En HEUVELINK, E. (Ed.) Crop production science in horticulture. Ed. CABI Publishing. Trowbridge.

ELLSWORTH, P.C. & J.L. MARTINEZ CARRILLO. 2001. IPM for *Bemisia tabaci* : a case study North America. Crop Prot. 20: 853-869.

ESQUINAS ALCAZAR, J. & F. NUEZ VIÑALS. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate (pp.13-42). En: NUEZ, F (ed). El Cultivo de Tomate. Ed. Mundi Prensa Madrid.

ESTAY, P. 1993. Mosquita blanca de los invernaderos. Investigación y Progreso Agrícola 78: 30-36.

GARIJO ALBA, C. & E. GARCÍA GARCÍA. 1991. El control integrado en los cultivos hortícolas. En Plagas del tomate: bases para el control integrado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. 15: 36.

GERLING, D.; O. ALOMAR & J. ARNO. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids . Crop Prot. 20: 779- 799.

GONSEBATT, G. F. 2005. La mosca blanca en el cinturón hortícola de Rosario. Revista Agromensajes de la Facultad. 17: 26-27.

GONZÁLES ZAMORA, J.E. & R. MORENO VAZQUEZ. 1996. Análisis de las tendencias poblacionales de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en pimiento bajo plástico en Almería. Bol. San. Veg. Plagas 22: 159-167.

JOHNSON, M.W.; L.C. CAPRIO; J.A. COUGHLIN; B.E. TABASHNIK; J.A. ROSENHEIN & S.C. WELTER. 1992. Effect of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on yield of fresh market tomatoes. J. Econ. Entomol. 85:2370-2376.

IPEC. 2007. Hortalizas: Cultivos de primavera verano. Superficie sembrada y producción por especie según Departamentos. Provincia de Santa Fe. Año agrícola 2005-06. <http://www.portal.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/14210> . Acceso 24 de febrero de 2009.

MATHEW, B.T. 1999. Ecological approaches and the development of truly integrate pest management. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 96:5944-5951.

MOLINA, N. 2002. Elementos de economía hortícola en la provincia de Corrientes. INTA. EEA Bella Vista. Serie Técnica N° 9. 70 pp.

NARANJO, S. E.; L.A. CAÑAS & P. ELLSWORTH. C. 2004. Mortalidad de *Bemisia tabaci* en un sistema de cultivos múltiples. Hort. Int. 43: 14-21.

POLACK, A. & M. A. MITIDIERI. 2002. Producción de tomate diferenciado, protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. Información para extensión – Prot. Veg. N° 20. 17 pp.

POLACK, A.; M. MITIDIERI & A. T. AMMA. 2003. Camino hacia la producción integrada de tomate. Revista IDIA. 4: 147-150.

POLACK, A. 2005. Manejo integrado de moscas blancas. Boletín Hortícola N° 31. EEA San Pedro 7 pp.

POLSTON, J. E.; D.O. CHELLINI; D.J. SCHUSTER & P. A. STANSLY. 1996. Spatial and temporal dynamics of Tomato Mottle Geminivirus and *Bemisia tabaci* (Genn.) in Florida tomato fields. Plant Dis. 80: 1221-1228.

SCOTTA, R. R. 1998. Los trips (THYSANOPTERA), su control químico y la incidencia de la peste negra en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, INTA Regional Cuyo. 95 pp.

SOTO GIRALDO, A. 1997. Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) y de *Encarsia Formosa* (HYMENOPTERA: APHELINIDAE), y parasitismo de esta sobre la plaga. Tesis Magíster en Producción de Cultivos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Vegetales. 92 pp.

VIGIANI, A.R. 2005. Hacia el control integrado de plagas. Ed. Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy. 119 pp.

WANG, K.Y.; X.B. KONG; X.Y. JIANG; M.Q. YI & T.X. LIU. 2003. Susceptibility of immature and adult stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae) to selected insecticides. J. Appl. Ent. 127: 527-533.

WINTERMANTEL, W.M. 2004. Emergence of greenhouse whifly (*Tialeurodes vaporariorum*) transmitted criniviruses as threats to vegetable and fruit production in North American. Am. Phytopathol. Soc. 13 pp.

YAMAMOTO, I. & J.E. CASIDA. 1999. Nicotinoid insecticides and the nicotinic acetylcholine receptor. Ed. Springer-Verlag. Tokio, 300 pp.

ZALOM, F.G. 2003. Pests, endangered pesticides and processing tomatoes. Acta Hort. 613: 223-233.

ZOU, Y.Q & B.Z. ZHENG. 1988. The toxicity of some insecticides to greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and monitoring of resistance. Acta Phytopylacica Sinica. 15:277-281.

CAPITULO 2

SUPERVIVENCIA Y DURACIÓN DEL CICLO DE *Trialeurodes vaporariorum* EN CULTIVOS DE TOMATE EN INVERNADERO.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) es una especie fitófaga y polífaga, que afecta seriamente a los cultivos hortícolas. En Argentina, algunos de los más afectados son tomate, zapallito y pepino (López *et al.*, 1999). El conocimiento de la bionomía de las plagas, los enemigos naturales y el ciclo de vida del cultivo son básicos para implementar las medidas de control (Ruesink, 1992; Verdejo, 2008).

El ciclo de vida de *T. vaporariorum* de huevo a adulto puede ser afectado por factores relacionados con la planta huésped y por las condiciones climáticas (Ramos *et al.*, 2002; Campos *et al.*, 2003). El principal factor climático que afecta directamente la tasa de desarrollo y el grado de actividad de los insectos, es la temperatura. Soto Giraldo (1997) observó oscilaciones en la duración total del ciclo de *T. vaporariorum* sobre plantas de tomate, entre 18,36 días a 30,9 °C hasta 130,26 días a 8,01 °C. Otros autores coinciden en que la máxima tasa de desarrollo se da a los 30 °C; con temperaturas inferiores a 10 °C o superiores a 36 °C no se produce desarrollo (Verma *et al.*, 1990; Drost *et al.*, 1998).

Una herramienta para determinar la duración del ciclo de los insectos es el empleo de parámetros termofisiológicos, como la temperatura base (Tb) y los grados días acumulados (GDA) de cada estado ontogénico. Hay resultados diversos sobre la duración del ciclo de mosca blanca de los invernaderos en GDA desde huevo a adulto. Osborne (1982) determinó 379,7 GDA utilizando una Tb de 8,9 °C. En cambio, Soto Giraldo (1997) empleando una Tb promedio de 3,92 °C, determinó sobre cultivo de tomate 513,94 GDA.

La supervivencia de los estados inmaduros de la “mosca blanca de los invernaderos” depende de: la presencia de enemigos naturales como predadores, parásitos y patógenos; la planta huésped; las condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa, lluvia y viento y de factores relacionados con prácticas

de manejo del cultivo (Campos *et al.*, 2003; Fargues *et al.*, 2003; Leite *et al.*, 2004; López & Botto, 2005; Manzano & van Lenteren, 2009).

En el estudio de la supervivencia de un insecto plaga se debe describir la mortalidad de una población y cuantificar sus posibles causas (Naranjo *et al.* 2004). Naranjo (2001) determinó que la supervivencia de *Bemisia tabaci* en cultivo de algodón fue de 6,4 % con valores extremos entre 0 y 27,1 %. Las principales causas de mortalidad fueron: individuos inviábiles 6,1%; causas fisiológicas no reconocidas 16,8 %; predación 35,3 % y parasitismo 31,4 %. Hoddle (2006) determinó para la mosca blanca de bandas rojas (*Tetraleurodes perseae*) en plantaciones de palta, una supervivencia de alrededor de 3,5 % desde huevo a adulto. En cultivo de tomate se observaron mortalidades entre 16,7 % y 17,5 % de los estados inmaduros de *T. vaporariorum* (Drost *et al.*, 1998; Carrizo *et al.*, 2008).

En la región central de Santa Fe, no se dispone de información sobre el tiempo de desarrollo y la supervivencia de los distintos estadios de mosca blanca de los invernaderos en cultivos de tomate de producción otoño-invierno y primavera-verano bajo invernadero. El objetivo de este trabajo fue evaluar la duración del ciclo de huevo a adulto y la supervivencia de los distintos estadios de mosca blanca de los invernaderos en cultivos de tomate de otoño y primavera bajo invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo experimental de cultivos intensivos y forestales (CECIF) de la FCA de la UNL (31°37'S, 60°35'W), en un invernadero de tipo Arava Mel - Ca de 9 m de ancho, 24 m de largo, con una altura total 5,5 m y de 3,5 m en la canaleta, con apertura de ventanas cenitales y laterales automática y cubierto con plástico LDT 150 micrones. Los cultivos de tomate del cultivar Superman se trasplantaron en 3 lomos de 22 m de largo separados a 1,9 m, a una densidad de 3 pl.m². El cultivo de primavera se trasplantó 15/09/05 y, el de otoño el 20/03/06. El sistema de conducción fue a un tallo, con riego por goteo y la fertilización de N, P y K por fertirrigación según la demanda del cultivo. Se realizaron registros horarios de temperatura colocando 4 sensores a 1,5 m de altura en el pasillo central de los invernaderos, utilizando un almacenador individual de datos. Los tratamientos fitosanitarios se suspendieron 15 días antes de la marcación de los desoves.

El 27/10/05 y el 02/05/06 entre las 9 y las 11 horas se marcaron 40 desoves de mosca blanca en 40 foliolos de las hojas superiores del cultivo totalmente expandidas en cada fecha, con la ayuda de una lupa manual de 10 x. en aquellos foliolos que sólo se observaba un desove recién puesto de color blanco cremoso, con al menos 30 huevos, señalando su ubicación con un marcador no fitotóxico e identificando cada foliolo con una etiqueta (n=40). Cada tres días después de realizada la ubicación de los desoves, se extrajeron 3 foliolos a los que se le adhería un algodón húmedo en el peciolulo para evitar la desecación y luego fueron colocados en cajas de Petri de 9 cm de diámetro en condiciones de laboratorio. En cada foliolo, durante el periodo entre cada extracción, se realizó, con una lupa binocular Olympus SZ-ST con un aumento de 30 x, el recuento del número de individuos vivos por estadio y los muertos, considerando muertos a los individuos que se observaban vacíos, translucidos o no adheridos al foliolo. En las últimas extracciones los parasitoides emergidos de los foliolos recolectados con pupas fueron colocados en alcohol 70 % v/v para su posterior identificación. La duración de cada ensayo fue de 39 días, hasta terminar la extracción de los foliolos marcados. Con los datos obtenidos se elaboró una matriz con la siguiente información: los distintos estadios (x); el número de individuos vivos al comienzo de las observaciones (lx); el número de individuos que mueren (dx); y la columna con la proporción de individuos que mueren y se expresa como porcentaje de lx ($100gx$).

El tiempo de desarrollo de cada etapa fue calculado como promedio de todas las observaciones realizadas. El tiempo de desarrollo de huevo a adulto fue calculado como la sumatoria de días de las etapas; huevo-ninfa 1; ninfa 1 - ninfa 3; ninfa 3 - pre pupa y pupa - adulto. Se calcularon los grados días de cada etapa y del ciclo, utilizando el método de las temperaturas medias, empleando una temperatura base de 3,92 °C.

El diseño experimental fue de parcelas divididas, la parcela principal fueron las épocas de cultivo y las subparcelas los estadios de *T. vaporariorum*. Las variables analizadas fueron duración en días y grados días acumulados de cada estadio y la mortalidad. Se realizó el análisis de la varianza considerando la covariancia en función de los diferentes valores de individuos iniciales y la comparación de medias mediante el Test de Tukey. Para realizar el análisis las variables fueron transformadas utilizando \sqrt{x} .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Duración del ciclo de *T. vaporariorum* en cultivo de tomate en invernadero

La duración del ciclo de la “mosca blanca de los invernaderos” depende principalmente de la temperatura y el huésped. El tiempo de desarrollo de huevo hasta la emergencia del adulto para el cultivo de tomate de primavera y otoño fue de 25,65 y 32,43 días respectivamente. La duración del ciclo total en días, no tuvo diferencias significativas entre los cultivos de primavera y otoño. La duración del ciclo en días se encuentra entre los valores mencionados en distintos trabajos, realizados en condiciones de laboratorio a temperatura constante, sobre plantas de tomate, en los cuales determinaron ciclos de 33,23 días y 20,5 días a temperaturas de 19,36 y 25 °C (Soto Giraldo, 1997; López *et al.*, 1999).

El criterio de la suma de temperaturas efectivas se puede aplicar satisfactoriamente para caracterizar el ciclo de *T. vaporariorum* mientras las temperaturas observadas permanezcan entre los límites de desarrollo de la población. En este trabajo se utilizó una T_b de 3,9 °C para todos los estadios (Soto Giraldo, 1997), determinándose para el cultivo de primavera 462 GDA y de 552 GDA en el cultivo de otoño desde huevo a adulto, diferenciándose estadísticamente. La mayor suma térmica obtenida en el cultivo de otoño puede deberse a la exposición a temperaturas límites para el desarrollo de *T. vaporariorum*. Distintos autores consideran que con temperaturas superiores a 36 °C e inferiores a 10 °C no se produce crecimiento (Byrne & Bellows, 1991; Verma *et al.*, 1990). En el cultivo de otoño hubo 2 días de temperaturas máximas superiores a 36 °C y 7 días con temperaturas mínimas inferiores a 10 °C, en estos días se pudo haber sobreestimado la suma térmica. En cambio, en el cultivo de primavera las temperaturas máximas y mínimas estuvieron siempre por encima de 10 °C y por debajo de 36 °C. Soto Giraldo (1997) obtuvo valor intermedio de 513,94 GDA sobre cultivo de tomate utilizando la misma temperatura base en condiciones de temperatura controlada. Considerando que la duración del ciclo puede variar según la población, la planta huésped y condiciones de cultivo, este método se puede emplear para predecir el desarrollo de la población en un programa de manejo integrado de plagas.

Mortalidad de los distintos estadios de *T. vaporariorum*

En el cultivo de otoño hubo mayor mortalidad en el estadio de huevo y en el periodo pupa-adulto con diferencias significativas respecto al cultivo de primavera. En el periodo de ninfa 1-ninfa 3 y ninfa 3 – pre pupa no hubo diferencias significativas. No se observó interacción entre la época de cultivo y los estadios (Tabla 1).

Tabla 1: Tabla de vida de poblaciones de mosca blanca de los invernaderos

Estadios (x)	Cultivo primavera 2005			Cultivo otoño 2006		
	Nº de individuos vivos al comienzo (lx)	Número de ind. que mueren (dx)	Porcentaje de mortalidad *	Nº de individuos vivos al comienzo (lx)	Número de ind. que mueren (dx)	Porcentaje de mortalidad *
Huevo	100	30	30,00 a	163	96	58,90 b
Ninfa 1-3	172	35	20,35 a	191	51	26,70 a
Ninfa 3- Pre-pupa	85	27	31,76 a	77	29	37,66 a
Pupa- adulto	82	33	40,24 a	149	126	84,56 b

*Valores seguidos de igual letra en la fila no tienen diferencias significativas. Tukey ($p < 0,05$).

Entre los factores que influyen en la mortalidad se mencionan las condiciones ambientales y sus efectos sobre el cultivo (Mackee & Zalom, 2009). En el cultivo de otoño, se observaron hojas más gruesas enrolladas y de color púrpura. Distintos autores atribuyen este efecto a la acumulación de asimilados en las hojas, principalmente ocasionado por altas tasas fotosintéticas diurnas y escasa traslocación de los azúcares durante los periodos nocturnos, desde las hojas hacia los frutos provocado por las bajas temperaturas nocturnas (Pilatti & Bouzo 2000; Heuvelink, 2005).

Bouzo y otros (2004) mencionan que este problema comienza a manifestarse con temperaturas nocturnas inferiores a 12,5 °C, en este trabajo la temperatura mínima media durante los 6 días de duración del estadio de huevo en el cultivo de otoño fue de

11,45 °C, con valores extremos entre 10,5 °C y 12,8 °C. Estas modificaciones se encontraban desde la cuarta hoja totalmente expandida desde el ápice y en todo el tercio medio del cultivo. *Trialeurodes vaporariorum* deposita los huevos en las hojas superiores totalmente expandidas, que son las que manifiestan los síntomas antes mencionados en el periodo que dura el estadio de huevo. Las modificaciones en la estructura de la hoja y las bajas temperaturas se citan como causa de mortalidad en este estadio (Jiang *et al.*, 2001; Naranjo *et al.*, 2004). Otra causa importante de la mortalidad de huevos son las altas temperaturas máximas (Oliveira *et al.*, 2003), durante el estadio de huevo en el tomate de otoño los valores registradas fueron entre 30,2 °C y 32,6 °C.

La mortalidad observada entre el periodo ninfa1- ninfa 3, ninfa 3- pre pupa no difirió entre el cultivo de otoño y primavera. En cultivo de frutilla se mencionan mortalidades de alrededor del 66 % para los estadios desde ninfa 1 hasta pre pupa de mosca blanca de los invernaderos (Mackee & Zalom, 2009). Las ninfas muertas se observaron desprendidas de los folíolos y transparentes. Asiinwe y otros (2007) mencionan que esta mortalidad puede ser atribuida a la falla del insecto en la inserción del estilete dentro del floema para la succión de la savia.

El periodo de pupa-adulto es donde se produjo la mayor mortalidad en las dos épocas de cultivo, los factores más importantes en la reducción de la población citados en la bibliografía son el parasitismo, la predación y causas no identificadas. Estas últimas están relacionadas con el manejo del cultivo, movimiento de las hojas y factores ambientales. (Asiinwe *et al.*, 2007; Hoddle, 2006; Naranjo *et al.*, 2004). En el presente trabajo no se evaluó la presencia de predadores, que junto con las causas no identificadas pueden haber sido causas importantes de mortalidad en ambos cultivos. La mayor mortalidad observada en el tomate de otoño en el periodo pupa-adulto con diferencias significativas con respecto al tomate de primavera fue debido a la acción de *Encarsia* spp.. En el cultivo de otoño se determinó una emergencia de adultos de este parasitoide del 43 % de las pupas en estudio, en cambio, no se observaron emergencias en el cultivo de primavera. En esta última época, la preparación del invernadero para implantar el cultivo de tomate se realizó en julio y agosto, eliminando previamente todos los cultivos del invernadero. En producciones al aire libre no había cultivos hospederos de mosca blanca de los invernaderos. Siendo que no se realizaron liberaciones de *Encarsia* spp., sino que se trabajó con poblaciones naturales fue necesario que se produjeran los primeros ciclos de *T. vaporariorum* para que aumente la población de parasitoides. Leite y otros (2004) asocian la menor mortalidad de mosca

blanca en el estadio de pupa en el tomate de primavera a la menor presencia de enemigos naturales al inicio de la estación de cultivo. Botto y Saini (2004) consideran la acción de parasitoides como *Eretmocerus* spp. y *Encarsia* spp., que tienen preferencia por los últimos estadios fijos de *T. vaporariorum* como una de las principales causas de la mayor mortalidad en el estadio de pupa. Hoddled y otros (1998) mencionan una disminución de la supervivencia de mosca blanca por la acción de *Encarsia formosa* entre el 25 % y el 68 %.

CONCLUSIONES

Los parámetros termo fisiológicos de Tb de 3,92 °C son adecuados para estimar la duración del ciclo de la mosca blanca de los invernaderos en condiciones de cultivo en el centro de la provincia de Santa Fe.

La mayor mortalidad se observó en el cultivo de otoño, siendo las temperaturas mínimas y máximas la causa de mortalidad en el estadio de huevo y el parasitismo en el de pupa, aunque debe aclararse que no se consideró el efecto de los predadores que podrían ser otra causa importante.

BIBLIOGRAFÍA

ASIIMWE, P.; J.S. ECAAT; M. OTIM; D. GERLING; S. KYAMANYWA & J.P. LEGG. 2007. Life- table analysis of mortality factors affecting populations of *Bemisia tabaci* on cassava in Uganda. Ent. Exp. Appl. 122: 37-44.

BOTTO, E. & E. SAINI. 2004. Parasitoides de huevos, larvas y ninfas (pp. 21-27). En Bioinsumos. Una contribución a la agricultura sustentable. Ed. LECUONA, R.E. Ediciones INTA.

BOUZO, C.A.; R.A. PILATTI; J.C. FAVARO & N.F. GARIGLIO. 2004. Cultivo de tomate en invernadero. Alternativas para el control de temperaturas extremas. Revista IDIAXXI: 137-141.

BYRNE, D.N. & T.S. BELLOWS. 1991. Whitefly biology. Ann. Rev. Entomol. 36:431-457.

CAMPOS, O.R.; CROCOMO, W.B. & A. LABINAS. 2003. Comparative Biology of Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Hemiptera-Homoptera: Aleyrodidae) on Soybean and Bean Cultivars. Neotropical Entomol. 32: 133-138.

CARRIZO, P.; A. PELICANO & A. FOLCIA. 2008. Principales especies de importancia agrícola (pp. 143-200). En Zoología agrícola. Ed. MAREGGIANI, G & PELICANO, A. Hemisferio Sur.

DROST, Y.C.; J.C. VAN LENTEREN & H.J.W. VAN ROERMUND. 1998. Life – history parameters of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in relation to temperature and host plant: a selective review. Bull. Entomol. Res. 88: 219-229.

FARGUES, J.; C. VIDAL; N. SMITS; M. ROUGIER; T. BOULARD; M. MERMIER; P. NICOT; P. REICH; B. JEANNEQUIN; G. RIDRAY & J. LAGIER. 2003. Climatic factors on entomopathogenic hiphomycetes infection of *Trialeurodes vaporariorum*

(Homoptera: Aleyrodidae) in Mediterranean glasshouse tomato. *Biol. Control*. 28: 320-331.

HEUVELINK, E. 2005. Developmental processes (pp.53-83). In *Tomatoes* Ed. HEUVELINK. CAB Publishing.

HODDLE; M.S.; R.G. VAN DRIESSCHE & J.P. SANDERSON. 1998. Biology and use the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. *Ann. Rev. Entomol.* 43:645-669.

HODDLE, M.S. 2006. Phenology, life tables, and reproductive biology of *Tetraleurodes perseae* (Homoptera:Aleyrodidae) on California avocados. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 99: 553-559.

JIANG, Y.X; G. NOMBELA & M. MUÑIZ. 2001. Analysis by DC-EPG of the resistance to *Bemisia tabaci* on an Mi-tmato line. *Entomol. Exp. Appl.* 99:295-302.

LEITE, G.L.D.; M. PIKANÇO; G.N. JHAM, & M.D. MOREIRA. 2004. Natural factors influencing whitefly attack in tomato. *Arq. Inst. Biol. Sao Paulo.* 71:245-248.

LÓPEZ, S.N.; M.N.VISCARRET & E. BOTTO. 1999. Selección de la planta hospedera y ciclo de desarrollo de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) sobre zapallito (*Curcubita maxima*, Duch.; Curcubitales: Curcubitacea) y tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.; Tubiflorales: Solanacea) *Bol. San. Veg. Plagas* 25:21-29.

LÓPEZ, S.N. & E. BOTTO. 2005. Effect of cold storage on some biological parameters of *Eretmocerus corni* and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Biol. Control.* 33: 123-130.

MACKEE, G.J. & F.G. ZALOM. 2009. A model of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) population development and management on Camarosa variety strawberry plants. *J. of Asia - Pacific Entomol.* 12:117-122.

MANZANO, M.R. & J.C. VAN LENTEREN. 2009. Life history parameters of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) at different environmental conditions on two bean cultivars. *Neotropical Entomol.* 38: 452-458.

NARANJO, S.E. 2001. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM Systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 835-852.

NARANJO, S.E.; L.A. CAÑAS & P. ELLSWORTH. 2004. Fauna auxiliar. Mortalidad de *Bemisia tabaci* en un sistema de cultivos múltiples. *Hort. Inter.* 14-21.

OLIVEIRA, M.R.V.; C.C. SILVEIRA; L.H.C. LIMA; I.F. PAIVA; G.S. LIRA; W.N. LAGO; P.R. QUEIROZ; E.R. FERNANDEZ & E.A. SANTOS. 2003. Efeito da temperatura na viabilidade de *Bemisia tabaci* biotipo B, em plantas de melão. Ministerio de Agricultura Pecuaria , e Abastecimiento. Brasil. Comunicado Técnico 79. 6 pp.

OSBORNE, L. 1982. Temperature dependent development of greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. *Environ. Entomol.* 11:483-485.

PILATTI, R.A & C. BOUZO. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* 15:143-150.

RAMOS, N.E.; A.F. NETO; S. ARSÉNICO; E. MANGERICO; L. STIGTER; E. FORTUNATO; J.E. FERNANDEZ; A.M.P. LAVADINHO & D. LOURO. 2002. Situation of the whitefly *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* in protected tomato crops in Algarbe (Portugal). *Boll. OEPP/EPPO.* 32:11-15.

RUESINK, W.G. 1992. Análisis y diseño de modelos para el manejo de plagas. En *Introducción al manejo de plagas de insectos* (pp435-462). Editores. METCALF, R. L. & W.H. LUCKMANN. Ed. LIMUSA.

SOTO GIRALDO, A. 1997. Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) y *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), y

parasitismo de esta sobre la plaga. Tesis Magister en Producción de Cultivos. Pontificia Universidad Católica de Chile. 92 pp.

VERDEJO, J. 2008. Manejo de plagas de origen animal (203-221). En Zoología agrícola. Ed. MAREGGIANI, G & PELICANO, A. Hemisferio Sur.

VERMA, A. K.; S.S. GHATAK & S. MUKHOPADHYAY. 1990. Effect of temperature on development of whitefly (*Bemisia tabaci*) (Homoptera: Aleyrodidae) in West Bengal. Indian J. Agric. Sci. 60:322-32.

CAPITULO 3

MONITOREO DE ADULTOS Y ESTADOS INMADUROS DE LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS (*Trialeurodes vaporariorum*) EN CULTIVO DE TOMATE

INTRODUCCIÓN

Los programas de manejo integrado de plagas se basan en el conocimiento del sistema cultivo-plaga. Los daños producidos por éstas y las pérdidas que causan se pueden relacionar con la densidad de la población, para obtener los niveles de daño económico (Binns *et al.*, 2000).

El muestreo es el indicador fundamental para el monitoreo de las plagas, cuando se deben establecer los valores de niveles de daño económico. Esta técnica debe adecuarse a cada tipo de plaga, al estado fenológico del cultivo, a la superficie de muestreo, al tiempo requerido para el mismo y a la forma de hacer el recuento (Vigiani, 2005).

Trialeurodes vaporariorum se caracteriza por alimentarse del floema con su aparato bucal picador-suctor, tanto al estado adulto como en los estados inmaduros (Martin, 1999). Los adultos generalmente están agregados en el envés de las hojas del tercio superior de la planta donde se realiza la mayor síntesis de proteína y por lo tanto los insectos encuentran niveles altos de nitrógeno requeridos para el apareamiento y la oviposición (Xu Ru-Mei, 1985; Bueno *et al.*, 2005). Los estados inmaduros presentan una alta agregación y su distribución dentro de la planta puede ser afectada por el estado fenológico del cultivo o por prácticas culturales (Liu *et al.*, 1993; Bernal *et al.*, 2008). Dentro del cultivo en plantaciones de tomate en invernadero, Sánchez Pulido y colaboradores (1991) observaron que las mayores infestaciones se producen en los bordes.

La distribución de ninfas, pupas y adultos dentro del invernadero, puede variar por el movimiento de aire o variación de temperatura y la presencia de hospederos de *T. vaporariorum* en vegetación adyacente (Liu *et al.*, 1994a; Basso *et al.*, 2001). Considerando estos factores es importante determinar si hay diferencias entre la población de los bordes y el centro del invernadero.

El muestreo directo sobre la planta de mosca blanca en tomate, donde se observa el número de adultos o ninfas por hoja (Barfield, 1989), permite conocer la evolución de la plaga, detectar los focos de ataques y en caso de aplicarse una medida de control conocer la eficacia de la misma. La principal desventaja de este método es su costo, debido al tiempo necesario para recorrer todas las filas del invernáculo (Polack, 2005).

El muestreo de los estados inmaduros, al estar estos adheridos a la superficie de la hoja se debe realizar por observación directa. Gusmão y colaboradores (2005) determinaron que el mejor método de muestreo era la observación de las hojas basales del cultivo. En cambio Bernal y colaboradores (2008) recomiendan diferentes esquemas de muestreo en función del estado fenológico del cultivo; muestreando toda la planta en las primeras 7 semanas del cultivo; el tercio inferior hasta las 16 semanas y el tercio medio y superior después de las 17 semanas. Es necesario determinar el estrato de la planta más adecuado para el muestreo de los estados inmaduros. Para la realización de este muestreo es importante establecer el sitio de toma de muestra y el número requerido para lograr valores confiables (Rumei *et al.*, 1993).

El muestreo directo de adultos en el cultivo, también se puede realizar utilizando trampas pegajosas. Hirano y colaboradores (1993) mencionan el uso de trampas pegajosas amarillas como una herramienta adecuada para reflejar la tendencia de la población de mosca blanca, al igual que otros métodos. Las principales ventajas de este método son su fácil uso y sencilla lectura, además de permitir detectar en forma temprana la plaga (Greer & Diver, 1999; Kim *et al.*, 2001; Malumphy *et al.*, 2010). Las trampas pueden ser de distintos tipos. Riis y Nachman (2006) emplearon trampas de acrílico transparente, tipo ventanas rectangulares de 1 x 0,5 m a las cuales se le aplicaba aceite comestible en ambas caras. Mainaly y Lim (2008) evaluaron trampas amarillas pegajosas con forma de flor de crisantemo. Kim y colaboradores (2001) emplearon placas pegajosas amarillas rectangulares de 9,6 x 16 cm de lado. Este último tipo de trampas es el más comúnmente utilizado. Al permitir conocer la evolución de la población de adultos de *T. vaporariorum* el uso de trampas amarillas pegajosas es una herramienta para la implementación de medidas de control (Greer & Diver, 1999)

El objetivo de este capítulo fue determinar en cultivos de tomate, la zona del invernadero y el estrato de la planta más adecuado para el monitoreo de los estados inmaduros y la población de los adultos de *T. vaporariorum* por medio de las capturas realizadas en trampas pegajosas amarillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo para determinar la distribución de estados inmaduros de mosca blanca de los invernaderos en la planta y en el cultivo y dos ensayos para determinar la población de adultos por medio de las capturas realizadas con trampas pegajosas amarillas.

Distribución de estados inmaduros de mosca blanca de los invernaderos en la planta y en el cultivo.

La experiencia sobre el monitoreo de los estados inmaduros se realizó en la localidad de Cosquín (provincia de Córdoba) (31°25' Latitud S; 64°12' Longitud O) sobre un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. "Salvador", bajo invernadero. El ensayo se estableció en 11 invernaderos del tipo 2 vertientes, modificados con ventilación cenital (Bouzo & Pilatti, 1999) y acoplados lateralmente. Las dimensiones de cada uno eran: 7,10 m de ancho, 24 m de largo, 2 m de altura lateral y 3,7 m de altura cenital. Estaban cubiertos con polietileno LDT 150 μm y la abertura cenital era de 0,5 m y ubicados en dirección longitudinal norte-sur. El cultivo fue trasplantado el 15 de agosto de 1999, en lomos a doble hilera a una densidad de 2,6 plantas por m^2 . Se realizaron registros horarios de temperatura colocando 4 sensores a 1,5 m de altura en el pasillo central de los invernaderos, utilizando un almacenador individual de datos desde el mes de diciembre hasta abril. Los muestreos de estados inmaduros de mosca blanca tuvieron una frecuencia semanal. Se tomaron las muestras en 11 caballones de los 44 que había en los invernaderos. Dichos caballones fueron sorteados al azar antes de iniciarse las mediciones. En cada uno de ellos se delimitaron en el momento de la toma de muestra 5 m en cada extremo y 5 en el centro del surco, que comprendían 20 plantas. De todas las plantas pares (contando desde el extremo sur) se seleccionó un folíolo para cada estrato, totalizando 10 folíolos por estrato. El estrato superior correspondía a la primera y segunda hoja totalmente expandida desde el ápice, el medio a las hojas 3 a 5 y el inferior, de la sexta a la más madura desarrollada. Las muestras fueron colocadas en bolsas de papel para el posterior recuento en laboratorio de los estados inmaduros, con la ayuda de una lupa binocular de 40 x. Los datos del número de estados inmaduros fueron tratados estadísticamente por análisis de varianza,

con un diseño completamente aleatorizado y la comparación de medias se realizó mediante el Test de Tukey.

Monitoreo de adultos en trampas pegajosas amarillas

La experiencia para determinar los adultos de mosca blanca en trampas cromáticas amarillas se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (31° 37' Latitud S; 60° 35' Longitud O) en Esperanza (provincia de Santa Fe) en 4 invernaderos tipo multicapilla parabólicos de 9 m de ancho por 24 m de largo, una altura máxima de 5,5 m y de 3,5 m bajo canaleta, con ventilación cenital y lateral, estaban cubiertos con polietileno LDT 150 μm , ubicados longitudinalmente de este-oeste. Los cultivos de tomate cv. Superman se trasplantaron el 15 de abril de 2002 y el 15 de julio de 2005 en 3 caballones de 22 m de largo a una distancia de 0,3 m entre planta y 1,4 m entre caballones, a una densidad 2,1 plantas. m^{-2} . Las trampas pegajosas amarillas de 0,20 x 0,25 m de lado, se colocaron a 0,05 m por sobre el canopeo. En el primer cultivo se colocaron 3 trampas en diagonal (104,72 plantas por trampa), en el segundo 4 trampas en una diagonal (78,5 plantas por trampa). Los adultos capturados por trampas se contaron con la ayuda de una lupa manual de 10x, haciendo el recambio de las trampas después de cada observación. Las fechas de observación de adultos en trampas fueron: para el cultivo de otoño de 2002 el 28 de mayo, 7, 11, 14 y 19 de junio y para el cultivo de primavera de 2005 el 28 de agosto, 1, 6, 13, 20, y 27 de septiembre, 5, 11, 18 y 27 de octubre.

Manejo de los cultivos

La conducción de las plantas en todos los cultivos fue a un solo tallo, mediante el desbrote de yemas laterales y con el empleo de un hilo cinta unido a un alambre situado a 2 m de altura. Los cultivos fueron regados por goteo según demanda de evapotranspiración, medida por tanque de evaporación tipo clase A. El agua de riego contenía un agregado de fertilizante a una concentración de 300 ppm de N, 100 ppm de P y 100 ppm de K. Para el control de enfermedades se aplicaron los siguientes productos clorotalonil SC 50% 0,25 l.h $^{-1}$; mancozeb WP 80 % 200 g.h $^{-1}$; Sulfato de cobre pentahidratado SC 21,4 % 0,2 l.h $^{-1}$. En el ensayo realizado para determinar la distribución de mosca blanca en la planta y el cultivo se aplicó insecticidas cuando las plagas alcanzaron el umbral de daño económico. Los principios activos empleados fueron: metamidofos, cipermetrina, imidacloprid y buprofezin en dosis de 90g/hl; 12.5

g/hl; 17.5 g/hl y 12.5 g/hl de principio activo respectivamente. En los ensayos para determinar la población de adultos por medio de las capturas realizadas con trampas pegajosas amarillas no se aplicaron insecticidas. En todos los cultivos, para el control de enfermedades, se aplicó cada 10 días rotando los siguientes productos oxiclورو de cobre WP 84 % 300 g.hl⁻¹, estreptomycin + oxitetracycline WP 25 % + 3% 60 g.hl⁻¹, mancozeb WP 80 % 250 g.hl⁻¹, captan WP 80 % 200 g.hl⁻¹, clorotalonil SC 72 % 200 ml.hl⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución de estados inmaduros de mosca blanca de los invernaderos en la planta y en el cultivo.

En el período estudiado (verano y principios de otoño) la densidad de individuos en estados inmaduros, fue siempre entre 2 y 4 veces mayor al encontrado en el nivel superior (Tabla 1).

Tabla 1.- Distribución de estados inmaduros de mosca blanca de los invernaderos (expresado en número de individuos por folíolo) en tres estratos de plantas de tomate

Fecha de muestreo	Estrato superior*	Estrato medio*	Estrato inferior*
27/12	0,633a	10,667b	7,289b
31/12	0,578a	4,544b	2,271b
21/1	0,191a	2,873b	2,591b
24/1	0,127a	2,864b	2,645b
15/2	0,011a	2,022b	2,367b
18/2	0,064a	2,491b	2,436b
25/2	0,311a	4,955b	3,578b
14/3	0,154a	1,291b	1,027b
17/3	0,482a	0,891ab	2,764b
24/3	0,064a	0,845b	2,3b

*En las filas, las medias seguidas de la misma letra no tienen diferencia significativa, test de Tukey (p<0.01)

Peterlin (1999) observó que en el cultivo de algodón los adultos de mosca blanca eran más numerosos en las hojas superiores, siendo éstas las más adecuadas para realizar el monitoreo. Con el posterior crecimiento del cultivo, las larvas y pupas se desarrollan, entonces, más frecuentemente en los estratos medios e inferiores de la planta (Sánchez Pulido *et al.*, 1991). Estas posiciones han sido utilizadas en tomate para el monitoreo de pupas en el desarrollo de estrategias de control (Botto, 1999; Sánchez Pulido *et al.*, 1991). También en pimiento, se consideró que el lugar de muestreo más adecuado para estados inmaduros, es la parte media de la planta (González Zamora & Moreno Vázquez, 1996).

Respecto a la determinación de zonas de muestreo, la densidad de ninfas y pupas durante el periodo estival, fue mayor en los bordes que en el centro de los invernaderos (Tabla 2). Sánchez Pulido y colaboradores (1991) mencionan que la mayor densidad de individuos en los laterales y en las zonas de puertas de acceso o ventilación de invernaderos y túneles causan reinvasiones, aumentando así la población de individuos que se desarrolla en el interior del invernadero.

Tabla 2. Distribución de estados inmaduros de mosca blanca de los invernaderos (expresado en número de individuos por folíolo) en distintas zonas del invernadero.

Fecha de muestreo	Centro*	Bordes*
27/12	1,078 a	8,7555 b
31/12	0,686 a	3,1775 a
21/1	0,673 a	2,8945 b
24/1	0,573 a	2,967 b
15/2	0,367 a	2,0165 b
18/2	0,333 a	2,772 b
25/2	0,633 a	4,105 b
14/3	0,327 a	1,2385 b
17/3	0,933 a	1,7495 a
24/3	0,244 a	1,7145 b

*En las filas, las medias seguidas de la misma letra no tienen diferencia significativa, test de Tukey ($p < 0.01$)

Monitoreo de adultos en trampas pegajosas amarillas.

En el tomate de otoño y primavera la captura de adultos de *T. vaporariorum* en trampas fue mayor cuando las temperaturas medias del periodo de muestreo superaron los 15 °C (Tabla 3). Este incremento puede deberse a una mayor actividad de vuelo, que ocurre cuando se supera el umbral de temperatura de 16 °C hasta 25 °C (Liu *et al.*, 1994b; Troyo Diéguez *et al.*, 2006).

Tabla 3: Adultos capturados en trampas pegajosas amarillas y temperatura media (°C) en cada periodo de exposición de las trampas, en tomate de otoño 2002 y primavera 2005.

Otoño			Primavera		
Fecha	Adultos trampa	T media °C	Fecha	Adultos trampa	T media °C
28/05	138,67	17,1	23/08	1,74	14,7
07/06	135,25	15,1	01/09	0,87	12,2
11/06	110,67	10,1	06/09	0,87	10,8
14/06	61,08	8,2	13/09	0	13,5
19/06	84,25	9,1	20/09	2,60	10,8
			27/09	22,56	18,0
			05/10	32,10	19,4
			11/10	47,71	25,5
			18/10	56,39	26,2
			27/10	43,36	26,1

En el cultivo de primavera, el incremento de la población ocurrió hacia el final del ciclo. Resultados similares fueron observados por Olivet y Val (2008). Esto se relaciona con procesos aditivos como aumento de natalidad e inmigración (Andrews *et al.*, 1989; Riis & Nachman. 2006). El efecto de la mayor temperatura en primavera, disminuye la duración del ciclo de este insecto, aumentando el número de generaciones y manteniendo elevada la oviposición por hembra (Martin, 1999). Estos procesos se dan en forma inversa en el tomate de otoño.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que los muestreos de estados inmaduros de mosca blanca deberían realizarse en los estratos medios e inferiores de la planta de tomate, ubicadas en los bordes de los invernaderos. El uso de trampas pegajosas amarillas fue una herramienta adecuada para detectar la infestación de moscas blancas en cultivos de tomate en invernaderos

BIBLIOGRAFÍA

ANDREWS, K.; A.B.S. KING & J. RUTILLO QUESADA. 1989. La importancia de conocimientos bioecológicos para el MIP (pp.42-73). En: ANDREWS, K. L. & J. RUTILLO QUESADA (eds.). Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura. Estado Actual y Futuro. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

BARFIELD, C.S. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas (pp. 146-162). En: ANDREWS, K. & J. RUTILLO QUESADA (eds.). Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano Honduras.

BASSO, C; J. FRANCO; G. GRILLE & C. PASCAL. 2001. Distribución espacial de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en plantas de tomate. Bol. San. Veg. Plagas. 27: 475-487.

BERNAL, L.; L. PESCA; D. RODRIGUEZ; F. CANTOR & J.R. CURE. 2008. Plan de muestreo directo para *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos comerciales de tomate. Agron. Colombiana. 26: 266-276.

BINNS, M.R.; J.P. NYTOP & W. VAN DER WERF. 2000. Sampling and Monitoring in Crop Protection. CAB. 284 pp.

BOTTO, E. 1999. Control biológico y manejo integrado de la mosca blanca. X Jornadas Fitosanitarias, Jujuy, 7 al 9 de abril: 13 pp.

BOUZO, C.A. & R.A. PILATTI . 1999. Evaluación de algunos factores que afectan la transmisión de radiación solar en invernadero. Revista F.A.V.E. 13: 13-19.

BUENO, J.M.; C. CARDONA & P. CHACON. 2005. Fenología, distribución espacial y desarrollo de métodos de muestreo para *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)

(Hemiptera: Aleyrodidae) habichuela y frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Rev. Colombiana Entomol. 31: 161-170.

GREER, L & S. DIVER. 1999. Integrated pest management for greenhouse crops. Pest Management Systems Guide. ATTRA. 34 pp.

GONZÁLEZ ZAMORA J.E. & R. MORENO VÁZQUEZ. 1996. Análisis de las tendencias poblacionales de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en pimiento bajo plástico en Almería. Bol. San. Veg. Plagas. 22: 159-167.

GUSMÃO, M.R.; M.C. PICANGO; J.C. ZANUNCIO; D.J.H. SILVA & J.A.F. BARRIGOSI. 2005. Standardised sampling plant for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in outdoor tomatoes. Sci. Hort. 103: 403-412.

HIRANO, K.; E. BUDIYANATO & S. WINARNI. 1993. Biological characteristics and forecasting outbreaks of whitefly, *Bemisia tabaci*, a vector of virus diseases in soybean fields. Food & Fertilizer Technology Center. Technical Bulletin N° 135. 14 pp.

KIM, J.K.; J.J. PARK; H. PARK; K. CHO. 2001. Unbiased estimation of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, mean density using yellow sticky trap in cherry tomato greenhouses. Entomol. Exp. Appl. 100: 235 – 243.

LIU T.X.; R.D. OETTING & G.D. BUNTIN. 1993. Population dynamics and distribution of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Homoptera; Aleyrodidae) on poinsettia following applications of three chemical insecticides. J. Entomol. Sci. 28: 126-135.

LIU T.X.; R.D. OETTING & G.D. BUNTIN. 1994a. Evidence of interspecific competition between *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) and *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera-Aleyrodidae) on some greenhouse-grown plants. J. Entomol. Sci. 29: 55-65.

LIU T.X.; R.D. OETTING & G.D. BUNTIN. 1994b. Temperature and diel catches of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) adults on sticky traps in the greenhouse. J. Entomol. Sci. 29: 222-230.

MAINALY, B.P.; LIM, U.T. 2008. Use of flower model traps to reduce the infestation of greenhouse whitefly on tomato. Journal of Asia-Pacific Entomology. (11): 65 – 68.

MALUMPHY, C.; M.A. DELANEY; D. PYE & J. QUILL. 2010. Screening sticky traps under low magnification for adult *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) and Aleyrodes spp. (Homoptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae). EPPO Bull. 40: 139-146.

MARTIN, N.A. 1999. Whitefly. Biology , identification and life cycle. Crop&Food Research. 8pp.

OLIVET, J.J. & L. VAL. 2008. Tecnología de aplicación para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en invernaderos de tomate. Agrocienca 2: 40 – 47.

PETERLIN, O.A. 1999. Dinámica poblacional de moscas blancas. X Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Jujuy, 7 al 9 de abril:13-14.

POLACK, A. 2005. Manejo integrado de moscas blancas. Bol. Hort. 10: 8 pp.

RIIS, L. & G. NACHMAN. 2006. Migration, trapping and local dynamics of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). Agric. and Forest Entomol. 8: 233-241.

RUMEI X.; C. CHUO & J.C. VAN LENTEREN. 1993. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hym.) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hom., Aleyrodidae). J. Appl. Ent. 116: 199-211.

SANCHEZ PULIDO, J. M.; C. GARIJO ALBA & E.J. GARCIA GARCIA. 1991. Moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, *Bemisia tabaci* Gennadius

(pp.37-52). En: R. MORENO VÁZQUEZ (ed.) Plagas del tomate: bases para el control integrado. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria, España.

TROYO DIEGUEZ, E.; R. SERVIN VILLEGAS; J.G. LOYA RAMIREZ; J.L. GARCIA HERNANDEZ; B. MURILLO AMADOR; A. NIETO GARIBAY; A. BELTRAN; L. FENECH, L. ARNAUD & G. FRANCO. 2006. Planeación y organización del muestreo y manejo integrado de plagas en agroecosistemas con un enfoque de agricultura sostenible. Universidad y Ciencia. 22: 191-203.

VIGIANI. A.R. 2005. Hacia el control integrado de plagas. EdiUnju. 126 pp.

XU RU-MEI. 1985. Dynamics of within-leaf spatial distribution patterns of greenhouse whiteflies and the biological interpretation. J. Appl. Ecol. 22: 63-72.

CAPITULO 4

DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS CAUSADAS POR LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS (*Trialeurodes vaporariorum*) EN CULTIVOS DE TOMATE BAJO INVERNADERO

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es atacado por varias plagas, siendo una de las más importantes por las pérdidas que produce la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) (Polack & Mitidieri, 2005). *T. vaporariorum* produce daños al afectar el crecimiento, transmitir enfermedades y favorecer el desarrollo de fumagina en hojas y frutos (Jauset *et al.*, 1998; Mainali & Lim, 2008). Las mayores pérdidas económicas se deben a la presencia de fumagina en frutos (Byrne *et al.*, 1990; Johnson *et al.*, 1992), cuya presencia es favorecida por los adultos y estados inmaduros de *T. vaporariorum* que al alimentarse de la savia floemática excretan sustancias azucaradas de la que se nutren hongos de varios tipos, principalmente ascomicetes. Estos hongos, como el caso de *Capnodium* sp., no son parásitos, sino que se alimentan del depósito azucarado que se forma en los órganos de las plantas a partir de las deyecciones de insectos, en particular homópteros (Agrios, 1998). La fumagina es abundante en climas cálidos y húmedos, cuando se dan las condiciones de temperatura y humedad para su desarrollo y produce el ennegrecimiento de la fruta. En presencia de altas poblaciones de *T. vaporariorum*, por la secreción de agua y sustancias azucaradas, se torna desagradable el contacto con el fruto, lo que obliga a su lavado antes del empaque (Martín, 1999). Una baja presencia de fumagina es tolerada en el mercado, previo lavado de la fruta, pero su alta presencia hace inaceptable la comercialización.

Altas poblaciones de *T. vaporariorum* en cultivos de tomate bajo invernadero pueden causar también pérdidas de rendimiento por disminución del crecimiento, deformación, senescencia de la hoja y muerte de la planta (Lindquist, 1972). Además, es un potencial vector de virus, como el Tomato Chlorosis Virus (ToCV), si bien en la Argentina no existen registros de virus transmitidos por esta especie en cultivos hortícolas (Ramos *et al.*, 2002; Polack, 2005).

El objetivo de este trabajo fue determinar las pérdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* sobre el rendimiento total y comercial en cultivo de tomate bajo invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo experimental de cultivos intensivos y forestales (CECIF) de la FCA de la UNL (31°37'S, 60°35'W), en un invernadero de tipo Arava Mel - Ca de 9 m de ancho, 24 m de largo, con una altura total 5,5 m y de 3,5 m en la canaleta, con apertura de ventanas cenitales y laterales automática y cubierto con plástico LDT 150 micrones.

Los cultivos de tomate del cultivar Superman se trasplantaron el 18 de septiembre de 2002 y el 5 de Agosto de 2004. La distancia entre plantas fue de 0,30 m y la separación entre lomos de 1,40 m. Las plantas fueron conducidas a un tallo tutoradas con cintas plásticas y el sistema de riego fue por goteo. En cada ensayo, el cultivo se mantuvo libre de mosca blanca de los invernaderos durante tres etapas diferentes: desde inicio de floración hasta cosecha, desde inicio de fructificación hasta cosecha y durante todo el ciclo. El tamaño de cada parcela fue de 4,2 m de ancho por 8 m de largo (3 líneas de tomate).

El insecticida utilizado para mantener libre de mosca blanca de los invernaderos fue imidacloprid a una dosis de 52 g i.a. ha⁻¹, aplicado semanalmente con una mochila manual, con pastillas de cono hueco que asperjaban un volumen de 400 L.ha⁻¹ a una presión de 191 kpa. Antes de cada aplicación, se colocaron cortinas de plástico de 100 micrones sostenidas de alambres ubicados a 2 m de altura para aislar cada tratamiento. Las fechas de aplicación de cada tratamiento en los dos años de ensayo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Fechas de aplicación de imidacloprid en distintas etapas del cultivo de tomate.

Etapas de desarrollo del cultivo de tomate	Fecha de aplicación	
	2002	2004
Floración - Cosecha	13, 20, 27, Nov.; 3, 10, Dic.	8, 15, 22, 29, Oct.; 5, 12, 19, 26 Nov.
Fructificación - Cosecha	3, 10, Dic.	29, Oct.; 5, 12, 19, 26 Nov.
Todo el ciclo del cultivo	25 Sept.; 2, 9, 16, 23, 30 Oct.; 6, 13, 20, 27, Nov.; 3, 10, Dic.	13, 20, 27, Aug.; 3, 10, 17, 24, Sept.; 1, 8, 15, 22, 29, Oct.; 5, 12, 19, 26 Nov.

Antes de cada aplicación de insecticida, en las plantas del centro de cada lomo se monitoreó la presencia de adultos y ninfas de *T. vaporariorum*. Los adultos se muestrearon en las dos hojas superiores totalmente expandidas. En dos plantas elegidas al azar, se extrajeron dos folíolos por planta de la parte media y se llevó al laboratorio para el recuento de las ninfas y pupas con la ayuda de una lupa estereoscópica. Los estados inmaduros acumulados por folíolo y los adultos acumulados por hoja durante el periodo en estudio, se obtuvieron mediante la sumatoria del número de estados inmaduros por folíolo y adultos por hoja entre las distintas fechas de muestreo.

La cosecha se realizó en el surco central de cada parcela. En 2002, las fechas de cosecha fueron: 10 y 17 de diciembre y en 2004, 16, 23 y 30 de noviembre y 7 de diciembre, determinándose el rendimiento total (kg cosechados) y comercial (kg obtenidos luego de descartar los frutos dañados por fumagina). Para el rendimiento total se determinó el rendimiento por m² y por racimo cosechado y se estimó el rendimiento para 12 racimos, que es el periodo de cosecha que realizan comúnmente los productores de la región.

El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizados, con 3 repeticiones. Los datos de rendimientos y la población de *T. vaporariorum* fueron sometidos al análisis de la varianza. Para su análisis, los valores de densidad de adultos y ninfas fueron transformados usando \sqrt{y} . Para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey. Además, se realizó el análisis de regresión entre los adultos y ninfas acumuladas y el rendimiento comercial de los frutos de tomate. El paquete estadístico utilizado fue InfoStat versión 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento total de tomate no tuvo diferencias significativas entre los distintos tratamientos, en 2002 fue entre 1,65 y 1,84 kg.m⁻² y en el 2004 entre 5,24 y 5,70 kg.m⁻² (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento de tomate con imidacloprid en diferentes estados de desarrollo en 2002 y 2004.

Tratamientos	Rendimiento total (kg.m ⁻²) ^a		Rendimiento comercial (kg.m ⁻²) ^a	
	2002	2004	2002	2004
Todo el ciclo del cultivo	1,81±0,13a	5,24±0,29a	1,81±0,13a	2,04±0,17a
Floración - Cosecha	1,65±0,95a	5,27±0,27a	1,26±0,92b	1,34±0,23b
Fructificación	1,84±0,68a	5,70±0,22a	0,59±0,09c	1,09±0,16b

^aMedias dentro de las columnas seguidas de igual letra no tienen diferencias significativas, test de Tukey (p<0,05).

El rendimiento de tomate se incrementa con el aumento de la temperatura media del aire entre 17 y 22 °C (Papadopoulos & Hao, 2001). Sin embargo, reducciones en el número de frutos por racimo y peso de los frutos fueron observados cuando la temperatura media del aire fue de 26 °C (Adams *et al.*, 2001). En 2002, la temperatura media del aire varió entre 24 y 35 °C y el número de frutos por racimo fue de 3, en cambio en el 2004 cuando la temperatura media del aire varió entre 18 y 21,2 °C el número de frutos por racimo fue de 5,4. Los rendimientos en este trabajo son similares a los obtenidos en la provincia de Santa Fe, entre 10 y 14 kg.m⁻² (Bouzo *et al.*, 2005; Longo *et al.*, 2006).

En 2002, el mayor rendimiento comercial (tomates sin daño de fumagina) fue igual al rendimiento total obtenido en el tratamiento durante toda la estación de cultivo (Tabla 2). El rendimiento comercial fue de 32 a 76 % del rendimiento total, con diferencias significativas con aplicaciones desde floración y fructificación respectivamente (Tabla 2).

En 2004, el rendimiento comercial fue entre el 19 a 38% del rendimiento total. El mayor rendimiento comercial (tomate sin fumagina) también fue obtenido cuando se aplicó semanalmente imidacloprid durante todo el ciclo de cultivo (Tabla 2). En las

parcelas con aplicaciones desde floración y fructificación no hubo diferencias significativas.

Las mayores pérdidas observadas en frutos de calidad comercial entre tratamientos en 2004 comparado con 2002, puede deberse a la mayor población de adultos y ninfas acumulados durante el periodo de estudio (Tabla 3) en todos los tratamientos.

Tabla 3: Promedio de adultos por hojas y ninfas por foliolo en los distintos tratamientos en los 2 fechas de trasplante.

Tratamientos	2002		2004	
	Adultos*	Ninfas*	Adultos*	Ninfas*
Todo el ciclo del cultivo	0,81 ± 0,14 a	0,19 ± 0,17 a	5,78 ± 0,17 a	3,01 ± 0,18 a
Floración - Cosecha	0,77 ± 0,14 a	0,56 ± 0,17 a	3,68 ± 0,17 a	2,15 ± 0,18 a
Fructificación - Cosecha	1.14 ± 0,14a	1,33 ± 0,17 b	14,01 ± 0,17 b	7,53 ± 0,18 b

*Valores seguidos de igual letra dentro de la columna no tiene diferencias significativas, test de Tukey($p \leq 0,005$).

La población de adultos de *T. vaporariorum* no tuvo diferencia significativa entre tratamientos en 2002 y la de ninfas fue mayor solo en los tratamientos de fructificación a cosecha (Tabla 3).

El nivel poblacional de *T. vaporariorum* y el tiempo de permanencia sobre el cultivo tiene efecto directo sobre el rendimiento comercial (Ruppel, 1983; Johnson *et al.*, 1992). En cambio, en el rendimiento total, no siempre hay un efecto directo entre el consumo de fotoasimilados y la producción (Johnson *et al.*, 1992; Mainali y Lim, 2008).

En el cultivo de tomate trasplantado en 2002 se observó una relación negativa entre los adultos y las ninfas acumulados por día y la producción comercial (Figura 1).

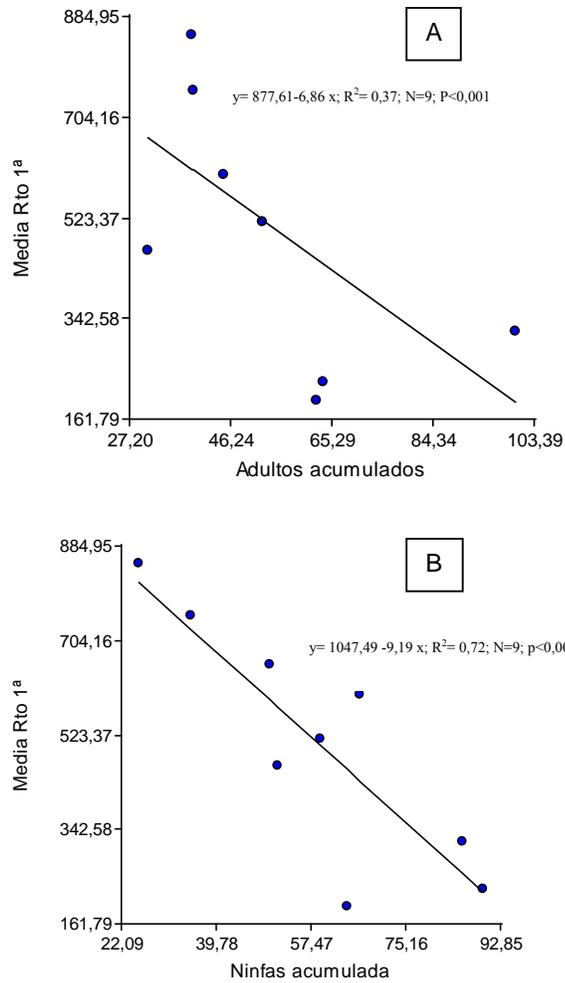


Figura 1: Producción de tomate comercial de primera calidad y la cantidad de adultos acumulados por día (A) y cantidad de ninfas acumuladas por día (B) año 2002.

En el cultivo trasplantado en 2004 la cantidad de adultos y ninfas acumulados por hoja y por foliolo fue entre 2 y 6 veces mayor que en 2002, y las pérdidas por calidad comercial estuvieron entre el 62 % y 81 % (ecuaciones 1 y 2) se observó una relación negativa entre adultos y ninfas acumulados y la producción de tomate comercial, pero el ajuste del modelo es bajo. Esto puede deberse a la alta población de mosca blanca de los invernaderos y las elevadas pérdidas de calidad comercial en todos los tratamientos, debido a la alta infestación de *T. vaporariorum* proveniente de los cultivos al aire libre después de la rotura del invernadero .

$y_1 = 667,73 - 0,28 x_1$; $R^2 = 0,09$; $N=9$; $p < 0,001$ x_1 : adultos; y_1 = Rto de 1ª (ecuación 1)
 $y_2 = 666,86 - 0,36 x_2$; $R^2 = 0,04$; $N=9$; $p < 0,001$). x_2 : ninfas; y_2 = Rto de 1ª (ecuación 2)

Parr (1976) menciona pérdidas en cultivos de tomate en invernadero, por calidad de frutos debido a fumagina cuando se observa en hojas una densidad de 0,2 ninfas.cm⁻². En el presente estudio, los valores máximos observados en el tratamiento con insecticida desde fructificación fueron de 0,08 y 0,44 ninfas.cm⁻², en el cultivo trasplantado en 2002 y 2004 respectivamente, no observándose pérdidas de rendimiento total.

La mayor producción de sustancias azucaradas fue observada con 10 a 25 adultos por hoja durante todo el ciclo del cultivo, especialmente hembras, si bien cinco adultos por hoja ya producen una significativa excreción (Yee *et al.*, 1998; Hong & Runei, 2009). La población observada en los tratamientos desde floración y fructificación fue de 2,6 a 77,1 adultos por hoja de mosca blanca de los invernaderos durante el periodo reproductivo en ambos años y las pérdidas de rendimiento por fumagina estuvieron entre el 60 % y 80 %.

La ubicación de los racimos es relevante para la producción de fumagina. Los últimos racimos son los más próximos a las hojas jóvenes y los preferidos por las hembras de *T. vaporariorum* para oviponer, por lo que reciben mayor producción de sustancias azucaradas, favoreciendo el desarrollo de fumagina (Yee *et al.*, 1998). El ciclo de cultivo trasplantado 2002 fue de 12 semanas, con menor número de racimos que el cultivo trasplantado en 2004 con un ciclo de 17 semanas.

Los umbrales de acción para mosca blanca de los invernaderos en tomate son desde la aparición de la plaga hasta 2 adultos por hoja, (CASAFE, 2011). En los protocolos de manejo integrado para Buenos Aires, los umbrales son 10 adultos por hoja, y/o 8 ninfas por folíolo (Polack & Mitidieri, 2005). En el presente estudio en el tomate trasplantado en 2002, los umbrales antes mencionados no fueron alcanzados en todo el ciclo del cultivo. En el tomate trasplantado en 2004, solo el tratamiento con insecticida desde fructificación alcanzó estos umbrales. Sin embargo, las pérdidas de calidad producidas por fumagina fueron importantes en los tratamientos con insecticidas desde floración y fructificación en 2002 y en todos los tratamientos en 2004.

De acuerdo a este estudio, infestaciones de mosca blanca durante el ciclo del cultivo y la producción de fumagina causan más pérdidas en la calidad del fruto que en el rendimiento total. Los programas de manejo integrado de plagas incluyen los umbrales de daño basados en las pérdidas de rendimiento de los cultivos. Este trabajo justifica el desarrollo de programas que consideren las pérdidas de rendimiento comercial.

CONCLUSIONES

Las infestaciones de mosca blanca y la contaminación con fumagina se relacionan más con la reducción del rendimiento comercial de tomate que con la pérdida de producción total.

Los menores rendimientos comerciales se obtuvieron con altas densidades de mosca blanca durante el periodo de fructificación.

La mayor población de adultos y ninfas de mosca blanca aumentan las pérdidas por presencia de fumagina.

BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS, G.N. 1998. Fitopatología. Ed. Limusa S.A. 833 pp.

ADAMS, S.R.; K.E. COCKSHULL & C.R.J. CAVE. 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Ann. Bot.* 88: 869-877.

BOUZO, C.A.; J.C. FAVARO; R.A. PILATTI & E.M. SCAGLIA. 2005. Cinturón hortícola de Santa Fe: Descripción de la zona y situación actual. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias* 4:63-69.

BYRNE, D.N.; T.S. BELLOWS JR & M.P. PARRILLA. 1990. Whiteflies in agricultural systems (pp. 227-261) In: GERLING D. Ed, *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Intercept Publishers, Andover.

CASAFE, 2011. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. Décimo quinta Edición. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Tomo I y II. 1976 pp.

HONG, L. & X. RUMEI. 2009. Studies on honeydew excretion by greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) on its host plant, *Cucumis sativus*. *J. A. Entomol.* 115: 43-51.

JAUSET A.; M.J. SARASÚA; J. AVILLA & R. ALBAJES. 1998. The impact of nitrogen fertilization of tomato on feeding site selection and oviposition by *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomol. Exp. Appl.* 86: 175-182.

JOHNSON, M.W.; L.C. CAPRIO; J.A. COUGHLIN; B.E. TABASHNIK; J.A. ROSENHEIM & S.C. WELTER. 1992. Effect of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on yield of fresh market tomatoes. *J Econ Entomol.* 85: 2370-2376.

LINDQUIST, R.K. 1972. Effect of greenhouse whitefly on yields of greenhouse tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 65: 1406-1408.

LONGO, A.; J. FERRATTO & E. SCAGLIA. 2006. La gestión de la empresa frutihortícola (pp.16-44). En El Sector Frutihortícola Regional, aspectos que contribuyen a su desarrollo. Ed. Ferrato J. UNR EDITORA.

MAINALI, B.P. & U.T. LIM. 2008. Use of flower model trap to reduce the infestation of greenhouse whitefly on tomato: J. Asia-Pacific Entomol. 11:65-68

MARTIN, N.A. 1999. Whitefly. Biology , identification and life cycle. Crop & Food Res. 8pp.

PAPADOPOULOS, A.P. & X. HAO. 2001. Effects of day and night air temperature in early season on growth, productivity and energy use of spring tomato. Can J Plant Sci. 81: 303-311.

PARR, W.J. 1976. Progress towards a biological control programme for glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) on tomatoes. Ann. Appl. Biol. 83:349-363.

POLACK, A. & M. MITIDIERI. 2005. Producción de tomate diferenciado, protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. Información para extensión – Protección vegetal N° 20. 17 p.

POLACK, A. 2005. Manejo integrado de Moscas Blancas. Boletín Hortícola N° 10. E.E.A. INTA San Pedro. 5p.

RAMOS, N. E.; NETO, A.F.; ARSENICO, S.; MONGERICO, E.; STIGTER, L.; FORTUNATO, E.; FERNANDES, S.E.; LAVADINHO, A.M.P. & D. LOURO. 2002. Situation of whiteflies *Bemesia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* in protected tomato crops in Algarve (Portugal). Bull. OEPP/EPPO. 32:11-15.

RUPPEL, R.F. 1983. Cumulative insect-days as an index of crop protection. J. Econ. Entomol. 76:375-377.

YEE, W.L.; N.C. TOSCANO & D.L. HENDRIX. 1998. Effects of insecticide applications on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) densities and honeydew production. Environ Entomol. (27): 22-32.

CAPITULO 5

EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA “MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS” (*Trialeurodes vaporariorum*) EN CULTIVO DE TOMATE A CAMPO Y EN INVERNADERO.

INTRODUCCIÓN

El tomate es uno de los principales cultivos en el cinturón hortícola de Santa Fe y es severamente atacado por la mosca blanca de los invernaderos tanto en cultivos a campo como en invernadero en altas densidades poblacionales, causando pérdidas directas e indirectas, por lo que se requiere un detallado conocimiento de las medidas de control requeridas.

Los insecticidas son herramientas útiles en el manejo integrado de plagas. Importantes investigaciones han sido realizadas evaluando grupos químicos con nuevos modos de acción, debido a la aparición frecuente de resistencia a insecticidas como piretroides y fosforados (Zou & Zheng, 1988). Los neonicotinoides representan una nueva clase muy activa contra insectos chupadores resistentes a los grupos mencionados previamente (Yamamoto & Casida, 1999). Imidacloprid, tiametoxam, tiacloprid y acetamiprid han demostrado su eficacia en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), como se recoge en la revisión de Palumbo y col. (2001) donde se proporciona una relación muy detallada de referencias anteriores. Para el control de la mosca blanca de los invernaderos (*T. vaporariorum*) en frutilla, Bi y col. (2002) recomiendan el uso de imidacloprid y tiametoxam.

Los productos inscriptos para su uso en el cultivo de tomate, para el control de *T. vaporariorum* en Argentina son: acetamiprid, aldicarb, buprofezin, dimetoato + metidation, fenpropatrina, imidacloprid, metamidofos, piridaben, pymetrozine, pyriproxifen, tiacloprid + deltametrina, tiametoxam, tiametoxam + lambdacialotrina (CASAFE, 2011). Los plaguicidas imidacloprid, lambdacialotrina y metamidofos se mencionan entre los más utilizados en la zona hortícola de la provincia de Buenos Aires (Souza & Bocero, 2008). En Santa Fe, además se han utilizado acetamiprid, buprofezin, cartap, tiametoxam, entre otros (Carrancio & Ortiz Mackinson, 2006).

Cartap y metamidofos están en el mercado desde la década del 70, y si bien, lambdacialotrina e imidacloprid son de aparición más reciente (Arregui & Puricelli,

2008), todos tienen al menos 10 años de uso en el cultivo de tomate para el control de mosca blanca de los invernaderos. Por lo tanto, es necesario evaluar si estos productos, a la dosis recomendada mantienen la eficacia de control de esta plaga.

El objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia de cuatro compuestos neonicotinoides (tiametoxam, imidacloprid, tiacloprid, acetamiprid), metamidofos, cartap y lambdacialotrina para el control de la mosca blanca de los invernaderos en cultivos a campo y bajo cubierta

MATERIALES Y MÉTODOS

Efectividad de los neonicotinoides

La eficacia de los neonicotinoides para el control de adultos y estadios ninfales de *T. vaporariorum* fue evaluada en tomate a campo en septiembre de 2001 y en invernaderos en septiembre de 2002 en Esperanza Santa Fe.

En los ensayos se utilizaron plantines del cultivar Superman, trasplantados a 0,30 m de distancia en surcos de 22 m de largo, separados a 1,4 m el 10/9/2001 y el 15/09/2002. Cada parcela tenía 4,2 m de ancho por 8 m de longitud (3 líneas de tomate). La conducción del cultivo fue a un tallo con tutorado de hilo plástico.

Las dosis de los insecticidas aplicados en ambos experimentos se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Insecticidas y dosis aplicados en cada ensayo para el control de *T. vaporariorum*, en tomate.

Insecticidas	Dosis (g.i.a. 100 L ⁻¹)	
	Ensayo a campo	Ensayo invernadero
Tiametoxam	10	10
Imidacloprid	10	10 y 15
Tiacloprid	24	25 y 50
Acetamiprid		10

Los tratamientos fueron realizados 60 días después del trasplante (plantas con 9 hojas desarrolladas) con una mochila manual, con una tasa de aplicación de 300 L.ha⁻¹ a una presión de 191 kPa. Se incluyó un tratamiento testigo sin tratar.

El muestreo de adultos y estados inmaduros fue iniciado justo antes de la aplicación de insecticidas y repetido a los 3, 7 y 14 días después del tratamiento. Los adultos fueron contados en las 2 primeras hojas totalmente expandidas de todas las plantas de cada parcela. En 2 plantas elegidas al azar en cada parcela fueron cortadas 2 hojas de la parte media y llevadas al laboratorio para el recuento de ninfas, utilizando una lupa binocular (40 x).

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones.

Eficacia de insecticidas para el control de adultos.

El ensayo se realizó en tomate sembrado a campo, en Monte Vera en marzo de 2008 y en diciembre de 2008.

Los plantines utilizados fueron del cultivar Santa Paula, trasplantados a 0,30 m de distancia en surcos de 22 m de largo, separados a 1,4 m el 20/1/2008 y el 3/8/2008. Cada parcela tenía 4,2 m de ancho por 8 m de longitud (3 líneas de tomate). La conducción fue en espalderas y tutorado con cañas.

Los insecticidas y las dosis utilizadas se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Insecticidas y dosis aplicados en los meses de marzo y diciembre en tomate para el control de *T. vaporariorum*.

Insecticidas	Dosis (g.i.a. 100 L⁻¹)
Imidacloprid	17,5
Cartap	99,75
Lambdacialotrina	5
Metamidofos	90

En el ensayo realizado en marzo los insecticidas se aplicaron 60 días después del trasplante (plantas con 9 hojas desarrolladas) y en diciembre 135 días después del trasplante (plantas con 25 hojas desarrolladas) con una mochila manual, aplicando en el

primero 300 L.ha⁻¹ y en el segundo 476 L.ha⁻¹ a una presión de 191 kPa. Se incluyó un tratamiento testigo sin tratar.

El muestreo de adultos se realizó en 9 plantas elegidas al azar en las 2 hojas superiores totalmente expandidas, en cada tratamiento antes de la aplicación y 1, 2 y 4 días posteriores en marzo, y en diciembre antes de la aplicación, 1 y 3 días posteriores. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con 3 repeticiones en cada tratamiento.

Análisis de datos

En todos los ensayos se realizó el análisis de varianza de las densidades de adultos y ninfas. Las medias fueron comparadas con el test de Tukey ($p \leq 0,05$). Por tratarse de variables discretas con distribución log normal, los valores de adultos y ninfas de mosca blanca fueron transformados usando la siguiente fórmula $\log(y+1)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficacia de los neonicotinoides

En los ensayos realizados a campo, la aplicación de tiametoxam disminuyó significativamente el número de adultos de mosca blanca entre 36% y 97% comparado con el testigo, desde 3 a 14 días después del tratamiento mientras imidacloprid y tiacloprid produjeron una mortalidad 17 al 63 % (Tabla 3). Todos los tratamientos tuvieron diferencias significativas con el testigo a los 3 días después de la aplicación. A los 14 días, solo tiametoxan se diferenció del testigo. Similar comportamiento de tiametoxam fue observado en el control de adultos de *Bemisia tabaci* en cultivos de algodón y melón (Palumbo *et al.*, 2001).

Tabla 3: Efecto del tiametoxam, imidacloprid y tiacloprid para el control de adultos y ninfas de mosca blanca de los invernaderos, en cultivos de tomate a campo.

Insecticida y dosis (g.i.a. 100 L ⁻¹)	Número de adultos por hoja \pm EE *			Número de ninfas por hoja \pm EE *		
	3 DDT	7 DDT	14 DDT	3 DDT	7 DDT	14 DDT
Tiametoxam 10	1 a (0,3)	2,5 a (0,6)	21,9 a (1,7)	6,7 a (1,3)	3,9 a (0,6)	19,2 a (1,4)
Imidacloprid 10	11,2 a (1,5)	2,2 a (0,6)	26,0 ab (1,7)	4,8 a (2,2)	9,6 b (1,6)	25,7 ab (2,2)
Tiacloprid 24	11,1 a (2,5)	7 b (1,7)	27,4 ab (3,1)	4,2 a (1)	9,3 b (0,9)	27,2 ab (1,9)
Testigo	30 b (4,9)	9,4 b (1,6)	33,3 b (2,7)	8,7 a (1,6)	16,2 c (2,7)	58,7 c (3,5)

*Medias en igual columna seguida de diferentes letras tiene diferencias significativas Test de Tukey ($p < 0,05$); EE = error estándar; DDT = días después del tratamiento.

La población de ninfas también disminuyó entre los 3 y 14 días después del tratamiento, pero sólo fueron observadas diferencias significativas entre 7 y 14 días (Tabla 3). La mayor mortalidad fue causada por tiametoxam (86 %), 7 días después del tratamiento, en tanto imidacloprid y tiacloprid sólo redujeron la población 61% (Tabla 3). La mayor acción insecticida de tiametoxam, tanto en adultos como en ninfas, puede deberse a que este insecticida se metaboliza en clotianidina, compuesto que tiene una actividad 100 veces mayor que el imidacloprid (Maienfisch *et al.*, 2001; Nauen *et al.*, 2003).

En el ensayo en invernadero, la población de adultos y ninfas fue menor que a campo (Tabla 4). La aplicación de acetamiprid disminuyó la población de adultos 68%, 3 días después del tratamiento, comparado con el 37 y 32% de imidacloprid y tiacloprid en dosis altas. Además, la eficacia de los tratamientos con acetamiprid tuvo una residualidad de 14 días comparada con la de imidacloprid que fue sólo de tres días (Tabla 4). Varios autores destacan que acetamiprid tiene mayor eficacia que imidacloprid para el control de adultos de mosca blanca tanto en aplicaciones foliares como en suelo (Horowitz *et al.*, 1998; Palumbo *et al.*, 2001). Por otra parte, la actividad residual de acetamiprid fue de aproximadamente 10 días comparada con los 3 días de

imidacloprid (Horowitz *et al.*, 1998). Con dosis similares, Bethke y Redak (1997) obtuvieron en ensayos en invernadero una mortalidad de 88 a 100 % de los adultos. En el presente ensayo, la mortalidad de adultos nunca excedió del 68 %, (Tabla 4). Esto pudo deberse a que la población de plaga fue baja durante el ensayo y la mejor movilidad de algunos neonicotinoides se observó con aplicaciones a suelo (Palumbo *et al.*, 2001).

Tabla 4: Efecto de los tratamientos de insecticidas sobre ninfas y adultos de mosca blanca en tomate bajo invernadero.

Insecticida y dosis (g.i.a. 100 L ⁻¹)	Número de adultos por foliolo (EE) *			Número de estados inmaduro (EE) *		
	3 DDT	7 DDT	14 DDT	3 DDT	7 DDT	14 DDT
Tiametoxam 10	2,1 bc (0,3)	2,8 ab (0,6)	3,7 b (0,5)	2,4 ab (0,8)	7,4 b (1,8)	4,9 bc (1,2)
Imidacloprid 10	3,1 c (0,4)	14,4 c (3,1)	7,7 c (1,1)	6,7 c (1,9)	12,8 b (3,8)	6,3 c (1,4)
Imidacloprid 15	1,4 ab (0,3)	3,5 ab (0,7)	3,7 b (0,5)	3,2 ab (1,2)	7,1 b (2,3)	3,9 ab (1,4)
Tiacloprid 25	5,2 d (0,7)	7,4 b (1,7)	4,8 bc (0,9)	4,1 ab (1,4)	10 b (2,0)	5,6 c (1,7)
Tiacloprid 50	1,5 ab (0,3)	1,9 a (0,4)	5,2 bc (0,5)	5,6 bc (1,6)	7,9 b (2,6)	4,8 bc (1,3)
Acetamiprid 10	0,7 a (0,1)	0,3 a (0,1)	0,4 a (0,1)	1,4 a (0,8)	0,2 a (0,1)	1,1 ab (0,3)
Testigo	2,2 bc (0,3)	1,1 a (0,3)	1,0 a (0,2)	0,7 a (0,3)	0,8 a (0,3)	0,4 a (0,1)

*Medias en igual columna seguida de diferentes letras tienen diferencias significativas.

Test de Tukey (p<0,05.); EE = error estándar; DDT = días después del tratamiento.

La población de ninfas fue baja en el testigo durante todo el ensayo (Tabla 4). Acetamiprid, 7 días después del tratamiento redujo la población de ninfas un 75 % mientras que el resto de los tratamientos no tuvieron efecto. Horowitz y col. (1998)

observaron actividad ovicida del acetamiprid en tratamientos foliares. Considerando que el tiempo de desarrollo de huevo a ninfa es de 5 a 7 días (Sánchez Pulido *et al.*, 1991), la disminución del número de ninfas pudo deberse a la mortalidad de huevos. Además, la mortalidad de adultos y ninfas fue mayor en el testigo que en las parcelas con tiametoxam, indicando que los parásitos y/o predadores pudieron haber sido eliminados por el insecticida. Braz Torres y col. (2003) observaron en hojas de algodón tratadas con tiametoxam una mortalidad de 70 a 100% de *Delphastus pusillus*, predador de mosca blanca. Dos parasitoides, *Eretmocerus paulistus* Hempel y *Encarsia porteri* Mercet, fueron identificados en las parcelas testigo (Scotta *et al.*, 2004).

Eficacia del control de adultos con cartap, imidacloprid, lambdacialotrina y metamidofos

La población de adultos de *T. vaporariorum* en diciembre fue elevada. Si se considera como umbral de intervención 10 adultos por hoja (Polack, 2005), los valores observados en el testigo, antes de la aplicación, 24 y 72 horas post tratamiento, lo superaron en 7,4; 5,4 y 2,7 veces respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5: Efecto de los tratamientos de insecticidas sobre adultos de mosca blanca de los invernaderos en tomate a campo.

Insecticidas	N° de adultos (EE) *						
	Diciembre			Marzo			
	AT	1 DDT	3 DDT	AT	1 DDT	2 DDT	4 DDT
Lambdacialotrina	45,61 (27,28)	56,78b (36,27)	28,44b (16,19)	1,83 (1,86)	4,33c (3,20)	2,83b (1,54)	5c (6,99)
Metamidofos	53,72 (23,51)	45,28ab (19,60)	32,00b (16,15)	2,44 (2,06)	3,89c (3,79)	2,39b (1,42)	3,83c (2,04)
Imidacloprid	63,89 (36,18)	33,78ab (27,59)	19,78ab (15,30)	2,61 (2,15)	1,5a (1,25)	0,22a (0,43)	1,22a (1,26)
Cartap	54,94 (33,89)	25,61a (16,03)	13,94a (9,24)	3,78 (2,10)	1,94ab (2,01)	0,44a (0,62)	1,61ab (1,75)
Testigo	74,11 (25,31)	54,00b (39,60)	27,61ab (31,46)	2,72 (1,49)	3,28bc (1,87)	2,44b (1,89)	2,5bc (0,99)

*Medias en igual columna seguida de diferentes letras tienen diferencias significativas.

Test de Tukey ($p < 0,05$.); EE = error estándar; DDT = días después del tratamiento; AT = antes del tratamiento

Este ensayo se realizó cuando se cosecharon los últimos racimos, a finales de primavera principio del verano. En esta época se alcanzan los máximos picos poblacionales de *T. vaporariorum*, porque las temperaturas están próximas a los 30 °C y se dan las máximas tasas de desarrollo de la plaga (Verma *et al.*, 1990; Drost *et al.*, 1998). En el testigo, los adultos disminuyeron en las observaciones posteriores al tratamiento, debido a la finalización del ciclo que determina que los adultos emigren a otros hospederos (Stansly *et al.*, 1997).

La población de adultos de *T. vaporariorum* en marzo fue baja, no alcanzando el umbral de intervención de 10 adultos por hoja en ningún muestreo (Tabla 5).

En las parcelas tratadas con lambdacialotrina y metamidofos la población de adultos fue similar al testigo y aumentó después de los tratamientos. Estos productos son de amplio espectro y muy utilizados. Una de las causas de falta de eficacia de estos productos con muchos años en el mercado y de uso frecuente puede ser la aparición de individuos resistentes (Cardona *et al.*, 2001). En evaluaciones realizadas de la CL 50

(concentración letal 50) *in vitro* de metamidofos y lambdacialotrina sobre *T. vaporariorum*, no se obtuvieron diferencias de mortalidad entre concentraciones de $2,48 \cdot 10^{-2}$ a $3 \cdot 10^{-4}$ g i.a. ml⁻¹ para metamidofos y de $1,67 \cdot 10^{-4}$ a $2,1 \cdot 10^{-5}$ gi.a. ml⁻¹ para lambdacialotrina, lo que indicaría una posible resistencia a estos insecticidas (Scotta *et al.*, 2008). En este trabajo las concentraciones utilizadas fueron de $9 \cdot 10^{-4}$ g i.a. ml⁻¹ para metamidofos y de $5 \cdot 10^{-5}$ g i.a. ml⁻¹ para lambdacialotrina. El aumento de la población después de la aplicación se puede deber a que si bien no hubo control de adultos de *T. vaporariorum*, estos insecticidas causan una mortalidad importante sobre los enemigos naturales. La menor presencia de enemigos naturales favorece la resurgencia de la plaga (Omer *et al.*, 1993; Vargas & Ubillo, 2001; Malo *et al.*, 2009; Massaro, 2010; Sohrabi *et al.*, 2011).

La menor población de adultos se observó en cartap (2DDT) e imidacloprid (Tabla 5), que poseen mecanismo de acción similar. Otros autores también destacan para el control de adultos a estos productos (Yamamoto & Casida, 1999; Wang *et al.*, 2003; Ferratto & Cardello, 2008; Sohrabi *et al.*, 2011). Si bien cartap hace muchos años que está en el mercado, puede mantener su eficacia debido a que su uso es eventual, principalmente para el control de polilla del tomate (*Tuta absoluta*) (Cardona *et al.*, 2001; Fogel, 2012). Además, para estos productos en el cinturón hortícola santafesino no se menciona la aparición de individuos resistentes de mosca blanca de los invernaderos (Scotta *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

Los neonicotinoides, acetamiprid, imidacloprid, tiametoxam y tiacloprid pueden ser herramientas útiles para programas de manejo integrado de mosca blanca de los invernaderos en tomate.

El cartap es otro insecticida con buena performance para el control de adultos a dosis recomendadas de uso.

BIBLIOGRAFÍA

ARREGUI, M.C. & E. PURICELLI 2008. Mecanismo de acción de plaguicidas. 1º ed. Acquatint. Alem 2254-Rosario, Argentina. 208 pp.

BETHKE, J.A. & R.A. REDAK. 1997. Effect of imidacloprid on the silver whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae), and whitefly parasitism. Ann. Appl. Biol. 130: 397-407.

BI, J.L., N.C. TOSCANO & G.R. BALLMER. 2002. Greenhouse and field evaluation of six novel insecticides against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on strawberries. Crop Prot. 21: 49-55.

BRAZ TORRES, J; C.S. ARAUJO SILVA-TORRES & J. VARGAS DE OLIVEIRA. 2003. Toxicity of pymetrozine and thiamethoxam to *Aphelinus gossypii* and *Delphastus pusillus*. Pesq. Agrop. Brasileira, 38: 459-466.

CARDONA, C.; F. RENDÓN; J. GARCÍA; A. LOPEZ AVILA; J.M. BUENO & J.D. RAMIREZ. 2001. Resistencia a insecticidas de *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera-Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. Rev. Colombiana Entomol. 27: 33-38.

CARRANCIO, L. & M. ORTIZ MACKINSON. 2006. Sanidad Vegetal (pp. 55-84). En El sector frutihortícola regional aspectos que contribuyen a su desarrollo. Ed. FERRATTO, J. Publicación Secretaria de Extensión Universitaria FCA –UNR.

CASAFE. 2011. Guía de productos fitosanitarios. Tomo I y II. 1976 pp.

DROST, Y.C.; J.C. VAN LENTEREN & H.J.W. VAN ROERMUND. 1998. Life – history parameters of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in relation to temperature and host plant: a selective review. Bull. Entomol. Res. 88: 219-229.

FERRATTO, J.A. & F. CARDELLO. 2008. Efecto del Pyridaben (Sanmite EC) y de otros insecticidas en el control de mosca blanca, en tomate bajo invernadero. Hort. Argentina 27: 141.

FOGEL, M.N. 2012. Selectividad de insecticidas utilizados en cultivos hortícolas del Cinturón Hortícola Platense sobre el depredador *Eriopsis connexa* en el marco del Manejo Integrado de Plagas. Tesis: Facultad de Ciencias Exactas Universidad Nacional de La Plata. 146 pp.

HOROWITZ, A.R., Z. MENDELSON, P.G. WEINTRUB & I. ISHAAYA. 1998. Comparative toxicity of foliar and systemic applications of acetamiprid and imidacloprid against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyroididae). Bull. Entomol. Res. 88: 437-442.

MAIENFISCH, P.H.; A. HUERLIMANN; L. RINDLISBACHER; H. GSELL; J. DETTWILER; J. HAETTENSCHWILER; E. SIEGER & M. WALTI. 2001. The discovery of thiamethoxam: a second-generation neonicotinoid. Pest Manag. Sci. 57: 165-176.

MALO, S.; J. RIUDAVETS & R. GABARRA. 2009. Insecticide tolerance of *Eretmocerus mundus* populations collected in commercial vegetable greenhouses. Bull. IOBC/WPRS . 49: 107-112.

MASSARO, R. 2008. Plagas insectiles del cultivo. Cuaderno Actualización Soja. 2008. 63-70.

NAUEN, R.; U. EBBINGHAUS-KINTSCHER; V.L. SALGADO & M. KAUSMANN. 2003. Thiamethoxam is a neonicotinoid precursor converted to clothianidin in insects and plants. Pestic. Biochem. & Physiol. 76: 55-69.

OMER, A.D.; M.W. JOHNSON; B.E. TABASHNIK & D.E. ULMAN. 1993. Association between insecticide use and greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) resistance to insecticides in Hawaii. Pestic. Sci. (37): 253-259.

PALUMBO, J.C., A.R. HOROWITZ & N. PRABHAKER. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Prot. 20: 739-765.

POLACK, A. 2005. Manejo integrado de moscas blancas. Bol. Hort. 31: 7 pp.

SÁNCHEZ PULIDO J.M., C. GARIJO ALBA & E.J. GARCÍA GARCÍA. 1991. Moscas blancas. *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. *Bemisia tabaci* Gennadius (pp. 37-41). En: Plagas del tomate: Bases para el control integrado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

SCOTTA, R.R.; I. BERTOLACCINI; D.E.A. SÁNCHEZ & M.C. ARREGUI. 2004. Presencia de parasitoides de "mosca blanca" (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos de tomate a campo del cinturón hortícola santafesino. XXVII Congreso Argentino de Horticultura, Merlo, setiembre de 2004.

SCOTTA, R.R.; M.E. CASTELLI & M.C. ARREGUI. 2008. Evaluación de la concentración letal 50 (CL 50) y CL 90 de los insecticidas cartap, imidacloprid y metamidofos en mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cinturón hortícola santafesino. XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata del 30 de septiembre al 3 de octubre de 2008.

SOHRABI, F.; P. SHISHEHBOR; M. SABER & M. S. MOSADDEGH. 2011. Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Crop Prot. (30): 1190-1195.

SOUZA, J.O. & S. L. BOCERO. 2008. Agrotóxicos: Condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Revista Iberoamericana de Economía Ecológica 9: 87-101. URL: http://www.redibec.org/IVO/rev9_07.pdf. Acceso 20/09/12

STANSLY, P.A.; SCHUSTER, D. J.& T-X. LIU. 1997. Apparent Parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera:Aleyrodidae) by Aphelinidae (Hymenoptera) on Vegetables Crops and Associated Weeds in South Florida. Biol. Cont. 9:49-57.

VARGAS, S.M. & F.A. UBILLO. 2001. Toxicidad de pesticidas sobre enemigos naturales de plagas agrícolas. *Agric. Téc.* [online]. 61:35-41. Disponible en: <<http://www.scielo.cl/scielo.php>. Acceso 28-11-12.

VERMA, A. K.; S.S. GHATAK & S. MUKHOPADHYAY. 1990. Effect of temperature on development of whitefly (*Bemisia tabaci*) (Homoptera:Aleyrodidae) in West Bengal. *Indian J. Agric. Sci.* 60:322-32.

WANG, K.Y.; X.B. KONG; X.Y. JIENG; M.Q.YI & T.X. LIU. 2003. Susceptibility of immature and adult stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae) to selected insecticides. *J. Appl. Ent.* 127:527-533.

YAMAMOTO, I. & J.E. CASIDA. 1999. Nicotinoid insecticides and the nicotinic acetylcholine receptor. Springer-Verlag, Tokyo, 300 pp.

ZOU, Y.Q. & B.Z. ZHENG. 1988. The toxicity of some insecticides to greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*. Westw.)and monitoring of resistance. *Acta Phytopylacica Sinica*, 15:277-281

CAPITULO 6

PARASITISMO EN “MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS” (*Trialeurodes vaporariorum*) EN CULTIVOS DE TOMATE EN INVERNADERO.

INTRODUCCIÓN

La población de “mosca blanca de los invernaderos” está sometida a factores de mortalidad que afectan su supervivencia. Estas fuerzas pueden ocurrir de forma artificial (insecticidas, medidas de manejo de cultivo) o natural (clima, efecto de la planta huésped, enemigos naturales). El uso de insecticidas es la principal herramienta para mantener la población por debajo del umbral de daño económico, pero tiene como principal inconveniente la aparición de individuos resistentes (Omer *et al.*, 1993; Gorman *et al.*, 2001). Dentro de los factores naturales de mortalidad, los más importantes son las temperaturas extremas y los enemigos naturales. Las temperaturas superiores a los 32 °C pueden producir mortalidad hasta del 98 % de la población (Greenberg *et al.*, 2000). Esta plaga tiene una amplia lista de enemigos naturales, dentro de los cuales se pueden mencionar predadores polífagos, que se alimentan de ninfas, como *Orius insidiosus* y *Chrysoperla externa* y los parasitoides más comunes pertenecientes a la familia Aphelinidae (Hymenoptera), y dentro de ella las especies *Encarsia* spp. y *Eretmocerus* spp. (Botto & Saini, 2004).

Encarsia formosa es el principal agente benéfico empleado en el mundo para el control de esta plaga en cultivos en invernaderos (Hoodle *et al.*, 1998). Se trata de una pequeña avispa endoparásita que ataca los estados inmaduros de al menos 8 géneros de mosca blanca entre las que se destacan *Bemisia tabaci* y *T. vaporariorum*. Este parasitoide se reproduce en todos los estadios de *T. vaporariorum* (desde el estadio I a prepupa) aunque hay una preferencia por los estadios III y IV (Soto *et al.*, 2002). Los adultos atacan las ninfas, ya sea depositando sus huevos en el interior, así como por la alimentación de sus fluidos (“host-feeding”). *E. formosa* puede producir, en promedio, unos 60 huevos durante su vida, pudiendo destruir aproximadamente entre 90 y 100 ninfas en 2 semanas por acción de ambos efectos (Botto & Saini, 2004). *Eretmocerus* spp. es endoparásito de los estados inmaduros, al igual que *Encarsia* spp. ovipone y se alimenta del huésped (Botto & Saini, 2004). Urbaneja y col. (2002) mencionan a *E.*

eremicus y *E. formosa* como buenos controladores, para mantener a *T. vaporariorum* por debajo del nivel de daño económico en cultivos de tomate.

En Argentina, los parasitoides observados fueron *Eretmocerus corni*, *E. formosa* y *Encarsia lycopersici* (López & Botto, 2005). En la zona de producción de La Plata, *E. corni* puede llegar a niveles de parasitismo superiores al 34 % en cultivos sin aplicación de insecticidas (López, 1998). En el cinturón hortícola santafesino no se dispone de información sobre el parasitismo natural de la “mosca blanca de los invernaderos” en el cultivo de tomate, en su doble aspecto cualitativo y cuantitativo, es decir, conocer la identidad de las especies de parasitoides y las tasas de parasitismo aparente.

El objetivo de este capítulo fue determinar la presencia de parasitoides de *T. vaporariorum* y la tasa de parasitismo en cultivos de tomate en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales de la FCA-UNL (CECIF) (31°37'S, 60°35'W) en cultivos de tomate del cultivar Superman trasplantados en invernadero el 10 de abril de 2005, en 6 surcos de 20 m de largo separados 1,40 m entre ellos y a una distancia entre plantas de 0,30 m. El invernadero era tipo Arava Mel - Ca de 9 m de ancho, 24 m de largo, con una altura total 5,5 m y de 3,5 m en la canaleta, con apertura de ventanas cenitales y laterales automática y cubierto con plástico LDT 150 micrones. El sistema de conducción utilizado fue a un tallo y tutorado con cintas plásticas, empleando riego por goteo. En el cultivo bajo invernadero no se aplicaron insecticidas durante todo el ciclo del cultivo.

Los muestreos para determinar la presencia de parasitoides se realizaron el 11, 18 y 26 de mayo y el 2, 9, 16 y 28 de junio de 2005. En cada muestreo se recolectaron 3 folíolos al azar de 10 plantas, entre la sexta y octava hoja totalmente desarrollada a partir del ápice. Los folíolos recolectados se colocaron en bolsas plásticas Ziplock, y se llevaron al laboratorio donde con la ayuda de una lupa binocular de 10 x se realizó el recuento de pupas de mosca blanca de los invernaderos, descartando aquellos donde no se observaron pupas. Posteriormente, los folíolos fueron puestos en cajas de Petri de 9 cm de diámetro, con un papel de filtro húmedo en el fondo. Las muestras se colocaron en laboratorio a temperatura y humedad ambiente realizando observaciones diarias de la

cantidad de adultos de “mosca blanca de los invernaderos” y de parasitoides emergidos. Con la ayuda de una lupa binocular de 40 x se identificaron los géneros de parasitoides presentes y se colocaron en recipientes de plástico rotulados, conteniendo alcohol 70° para su conservación. Las muestras con los parasitoides, fueron enviadas a la Ing. Silvia Tapia FCA Universidad Nacional de Jujuy para identificación de la especie.

Para la determinación del parasitismo aparente se empleó la fórmula descrita por MacAuslane y colaboradores (1993):

$$P = 100 \times Pe / (We + Pe);$$

Donde P es el porcentaje de parasitismo, Pe es el número de parasitoides emergidos, We es el número de moscas blancas emergidas.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado, para el análisis de la varianza la variable porcentaje de parasitismo fue transformada utilizando \sqrt{y} , empleando el software Infostat profesional 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio las especies identificadas fueron *Encarsia porteri* y *Eretmocerus paulistus*, que se mencionan en Argentina como los principales parasitoides de las moscas blancas *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. En el sur de la provincia de Santa Fe se encontró *Eretmocerus* spp. posiblemente *Eretmocerus corni* (Viscarret *et al.*, 2000; Viscarret & López, 2004; Lopez & Botto, 2005; Lopez & Evans, 2008). A nivel mundial el parasitoide más empleado en control biológico de *T. vaporariorum* es *Encarsia formosa*. Sin embargo, estudios realizados en Chile muestran que *Encarsia porteri* y *Eretmocerus corni* serían controladores más eficientes (Estay, 2007).

Los valores de parasitismo fueron altos en todo el período de muestreo (Tabla 1). Stansly y col. (1997) observaron parasitismo del 80 % en cultivos de tomate orgánico a campo.

Tabla 1: Promedio de pupas por foliolo y porcentaje de parasitismo aparente en tomate en invernadero sin uso de insecticidas.

Fecha	Pupas por foliolo	% parasitismo aparente	% parasitismo de <i>E. porteri</i>	% parasitismo de <i>E. paulistus</i>
11/05	3,0 ± 2,4	100,0	97,1	2,9
18/05	0,4 ± 0,5	40,0	100,0	0,0
26/05	4,4 ± 1,9	87,1	78,9	21,0
02/06	18,2 ± 10,5	93,1	81,2	18,9
09/06	5,2 ± 5,1	54,6	90,5	9,5
16/06	5,0 ± 2,9	87,8	86,4	13,6
28/06	8,8 ± 4,4	88,7	85,7	14,3

En los muestreos realizados en las distintas fechas *E. porteri* fue el parasitoide predominante con $66,96 \pm 33,98$ % de parasitismo, diferenciándose estadísticamente de *E. paulistus* que tuvo $11,82 \pm 15,86$ %. *E. porteri* es un parasitoide heterotrófico y la hembra es parasitoide primario de *T. vaporariorum*, los huevos colocados en ninfas y pupas de mosca blanca dan origen a hembras y los colocados sobre huevos de lepidópteros dan origen a machos (Penagos & Williams, 1995). Además, la mayor presencia de *Encarsia* spp. puede deberse a una temprana colonización del huésped, por sus características reproductivas, su mayor capacidad de dispersión y colonización en relación a *Eretmocerus* spp. (Bográn & Heinz, 2006) En este estudio las observaciones se realizaron en otoño-invierno, cuando *Encarsia* spp. tiene menor tiempo de desarrollo, mayor longevidad y fecundidad en relación a *Eretmocerus* spp. que es menos activo a esta temperatura (Qiu *et al.*, 2004).

El alto porcentaje de parasitismo aparente observado en cultivos bajo invernadero sin aplicaciones de insecticidas permite afirmar que estos parasitoides están establecidos en los sistemas productivos. Es posible considerar al control natural como una herramienta importante para mantener en niveles aceptables la población de la “mosca blanca de los invernaderos”. Para maximizar los beneficios de esta medida de

control se debería combinar con el uso plaguicidas selectivos y prácticas culturales que favorezcan el desarrollo de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

BOGRÁN, C.E. & K.M. HEINZ. 2006. Time delay and initial population density affect interactions between *Encarsia pergandella* Howard and *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera:Aphelinidae). Environ. Entomol. 35:661-669.

BOTTO, E. & E. SAINI. 2004. Parasitoides de huevos, larvas y ninfas (pp. 7-14.). En Bioinsumos. Una contribución a la agricultura sustentable. Ed. Lecuona, R.E. Ediciones INTA.

ESTAY, P. 2007. Control biológico de plagas claves del tomate. Revista INIA Tierra adentro. Septiembre – octubre: 36-39.

GEENBERG, S.M.; B.C. LEGASPI; W.A. JONES & A. ENKEGAARD. 2000. Temperature – dependent life history of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on two whitefly hosts (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 29:851-860.

GORMAN, K.; F. HEWITT; I. DENHOLM & G.J. DEVINE. 2001. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. Pest Manag. Sci. 58:123-130.

HODDLE, M.S.; R.G. VAN DRIESCHE & J.P. SANDERSON. 1998. Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia Formosa*. Ann. Rev. Entomol. 43:645-669.

LÓPEZ, S.N. 1998. Estudios biológicos sobre *Encarsia formosa* Graham *Eretmocerus corni* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) para su uso en el control biológico de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires, 106 pp.

LÓPEZ, S.N. & E. BOTTO. 2005. Effect of cold storage on some biological parameters of *Eretmocerus corni* and *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Biological Control*. 33: 123-130.

LOPEZ, S.N. & G.A. EVANS. 2008. Nuevos registros de especies del género *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoides de *Trialeurodes vaporariorum* y el complejo *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 67:185-187.

MACAUSLANE, H. M.; F.A. JOHNSON; D.A. KANUFT & D.L. COLVIN. 1993. Seasonal abundance and within-plant distribution of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in peanuts. *Environ. Entomol.* 22: 1043-1050.

OMER, A.D.; M.W. JOHNSON; B.E. TABASHNIK & D.E. ULLMAN. 1993. Association between insecticide use and greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) resistance to insecticides in Hawaii. *Pestic., Sci.* 37:253-259.

PENAGOS, D.I. & T. WILLIAMS. 1995. Factores claves en la biología de hiperparasitoides heteronomos (Hym.: Aphelinidae): agentes para el control biológico de mosquitas blancas y escamas. *Acta Zool. Mex.* 66:31-57.

QIU, Y.T.; J.C. VAN LENTEREN; D. DROST & C.J.A.M. POSTHUMADOODEMEN. 2004. Life-history parameters of *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eretmicus* and *E. mundis* aphelinid parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Eur. J. Entomol.* 101:83-94.

STANSLY, P.A.; D.J. SCHUSTER & T-X. LIU. 1997. Apparent Parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera:Aleyrodidae) by Aphelinidae (Hymenoptera) on Vegetables Crops and Associated Weeds in South Florida. *Biol. Cont.* 9:49-57.

SOTO, A.; P. ESTAY & J. APABLAZA. 2002. Parasitismo de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) en ninfas de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). Cien. Inv. Agr. 29:153-157.

VISCARRET, M. M.; E.N. BOTTO & A. POLASZEK. 2000. Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of economic importance and their natural enemies (Hymenoptera: Aphelinidae, Signiphoridae) in Argentina. Rev. Chilena de Entomol. 26:5-11

VISCARRET, M.M. & S.N. LÓPEZ. 2004. Biological studies on *Encarsia porteri* (Mercet) (Hymenoptera:Aphelinidae) an heterotrophic parasitoid of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) complex. Biol. Cont. 30:236-240.

URBANEJA, A.; P. CAÑIZARES; M.J. LOPEZ; P.A. SÁNCHEZ; A. NIETO; J.M. RODRÍGUEZ; M. FARJADO; T. SUAREZ & P. STANSLY. 2002. Control de plagas en tomate al tolerante TYLCV. Phytoma. 141:60-68.

CAPITULO 7

HOSPEDEROS DE “MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS” (*Trialeurodes vaporariorum*) Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN LOTES DEL CINTURÓN HORTÍCOLA SANTAFESINO

INTRODUCCIÓN

La presencia de mosca blanca de los invernaderos ha sido registrada en más de 250 plantas hospederas (Rodríguez-Rodríguez, 1994).

Los principales cultivos hortícolas a nivel mundial mencionados como hospederos de mosca blanca son berenjena, tomate, pimiento, pepino, melón, sandía, zapallito, calabaza, poroto, lechuga, papa, batata, berro y frutilla (Pascal *et al.*, 2003; Vázquez, 2004; Evans, 2008; Valarezo *et al.*, 2008). En Argentina se menciona como cultivos afectados a berenjena, tomate, zapallito, chaucha, pepino, brócoli, lechuga (Lopez *et al.*, 1999; Gonsebatt *et al.*, 2005, 2006).

La flora adventicia es la principal hospedera de *T. vaporariorum* cuando aún no se han implantado los cultivos hospederos. Además también contribuyen directamente al sostenimiento de predadores y parasitoides, suministrando polen, néctar y agua. La interacción de las malezas con los artrópodos depende de la presencia o ausencia de malezas en áreas no cultivadas, como entresurcos, bordes de cultivo, cabeceras o cultivos adyacentes y la variación en el tiempo de la vegetación (Yardim & Edwards, 2002; Norris & Kogan, 2005; Montero, 2008).

La selección del huésped por el adulto de *T. vaporariorum*, inicialmente está relacionado con el color verde-amarillo de las hojas (longitudes de onda próximas 550 nm), más que con la forma, estructura u olor de la planta (Byrne & Bellows, 1991). Otro factor que influye es la presencia de enemigos naturales, por ejemplo, plantas con presencia de ácaros predadores de los primeros estadios de *T. vaporariorum*, son menos preferidas por los adultos para oviponer (Nomikou *et al.*, 2003). Varios autores han encontrado que la elección por parte de *T. vaporariorum*, de ciertas plantas hospederas, está positivamente relacionada con su cualidad como recurso alimenticio, reflejándose en la fecundidad y longevidad de los adultos, la frecuencia de oviposición y el desarrollo y mortalidad de las ninfas (Thomas, 1993; Mayer *et al.*, 2002; Campos *et al.*, 2003; Inbar & Gerling, 2007). La oviposición y la supervivencia de los estados ninfales

sobre un huésped, también están influenciado por las condiciones de la zona donde se realiza el cultivo, principalmente por los cultivos antecesores (Thomas, 1993).

En cultivos protegidos la composición de la vegetación y la topografía circundante pueden influir en la temprana colonización por los enemigos naturales, así como con la temprana inmigración de *T. vaporariorum*. Esta y sus enemigos naturales, avispa parásita, coccinelidos, neurópteros, hemípteros, ácaros y hongos se han adaptado a los cultivos protegidos y a campo (Byrne & Bellows, 1991; Gabarra *et al.*, 2004).

En la implementación de programas de manejo integrado de plagas, una práctica importante es el manejo del hábitat, como los arreglos espaciales y temporales de la vegetación (Altieri & Letourneau, 1982; Morales *et al.*, 1998).

La identificación de la flora adventicia que actúa como hospederas de la mosca blanca y sus enemigos naturales permitiría implementar sistemas de bancos de plantas que faciliten la reproducción de los enemigos naturales y mejoren la eficacia del control natural en un sistema de manejo integrado a largo plazo en los cultivos (Frank, 2010). La remoción de aquellas malezas con altas poblaciones de moscas blancas, pero no de sus enemigos naturales, disminuiría el aumento de las poblaciones (Hilje, 2004; Polack & Mitidieri, 2002) y se pueden implementar cultivos trampa, barreras vivas o periodos con ventanas libres de hospederas (Cortez Mondaca & Perez Márquez, 2010)

El objetivo de este capítulo fue determinar en lotes del cinturón hortícola santafesino cuáles son las plantas espontáneas y cultivadas que hospedan a la mosca blanca y/o sus enemigos naturales durante el año, para disponer de información que permita implementar el manejo espacial y temporal de la vegetación, en programas de manejo integrado de plagas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la provincia de Santa Fe en Ángel Gallardo, en 42 lotes de producción con una superficie entre 0,3 y 1,4 ha y 1 invernadero de 1500 m² y en Esperanza, en 4 lotes de 0,8 ha y en 1 invernadero de 1000 m². La elección de los lotes se realizó teniendo en cuenta los cultivos que se realizan en la zona, la accesibilidad a los lotes, el consentimiento del productor y que la superficie total a muestrear represente al menos el 1 % de las 1477 ha hortícolas cultivadas en el cinturón verde santafesino (Demarchi, 2010).

Los muestreos se realizaron con una frecuencia quincenal desde marzo de 2006 hasta febrero de 2007, por la mañana para facilitar el conteo, cuando los adultos de mosca blanca presentan la mínima actividad de vuelo (Butler *et al.*, 1986). En cada lote fueron muestreados los bordes y una de sus diagonales (variando la diagonal en cada fecha de muestreo), observando las especies presentes (malezas y/o cultivo) en 1 metro lineal y repitiendo estas observaciones cada 10 m. Se hicieron 948 muestreos en total. En cada una de las especies de plantas se observó el número de adultos de mosca blanca, rotando cuidadosamente hacia arriba las hojas, para visualizarlos y poder contarlos. Se empleó la siguiente escala: 0 = ausencia de adultos; 1 = hasta 5 adultos por planta; 2 = entre 5 y 50 adultos por planta; 3 = más de 50 adultos por planta. También se observó la presencia de huevos, ninfas y pupas, utilizando la escala anterior. Los enemigos naturales en las plantas muestreadas, como los predadores fueron identificados a campo a nivel familia o género. Para determinar la presencia de parasitoides, se recolectaron hojas con pupas de mosca blanca, se colocaron en cajas de Petri y se llevaron al laboratorio. Posteriormente se observó si se producía emergencia de parasitoides, para proceder a su identificación. Además en las plantas que se observaron adultos de mosca blanca se recolectaron y colocaron en tubos de ensayo con alcohol 70° para su posterior identificación.

Las plantas que no eran identificadas en el campo se recolectaban, indicando la fecha de recolección y el lugar. Luego fueron herborizadas para su posterior identificación por docentes de la Cátedra de Botánica Sistemática de la FCA-UNL. De cada planta se registraba género y especie, ciclo de vida (anual o perenne), si es cultivada o silvestre y el estado fenológico.

Los cultivos presentes en el periodo de observación fueron: alcaucil (*Cynara scolymus*); brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*); coliflor (*B. oleracea* var. *botrytis*); repollo (*B. oleracea* var. *capitata*); remolacha (*Beta vulgaris*); pimiento (*Capsicum annum*); mamón (*Carica papaya*); melón (*Cucumis melo*); pepino (*Cucumis sativus*); zapallito de tronco (*Cucurbita maxima* var. *zapallito*); higo (*Ficus carica*); batata (*Ipomoea batatas*); lechuga (*Lactuca sativa*); tomate (*Lycopersicon esculentum*); manzano (*Malus domestica*); morera (*Morus nigra*); albahaca (*Ocimum basilicum*); chaucha (*Phaseolus vulgaris*); arveja (*Pisum sativum*); duraznero (*Prunus persica*); frambuesa (*Rubus idaeus*); berenjena (*Solanum melongena*); vid (*Vitis vinifera*) y maíz para choclo (*Zea mays*).

Se determinó la frecuencia absoluta, número de malezas de cada género y especie donde se observó mosca blanca y la frecuencia relativa, número de malezas de cada género y especie donde se observó mosca blanca, sobre el total de plantas observadas de ese género y especie. Se empleó el programa InfoStat (Di Renzo *et al.*, 2008) para realizar el análisis de conglomerados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los muestreos realizados en este trabajo solo se observó la presencia de *T. vaporariorum*. En el cinturón hortícola de Rosario se menciona además la presencia *Bemisia tabaci* solamente sobre cultivos florícolas y en cultivos de soja (Gonsebatt, 2009). La no observación de *B. tabaci* en los lotes en estudio, puede deberse a la ausencia de cultivos florícolas y a la reciente incorporación del cultivo de soja en quintas de 10 a 15 ha, después de las inundaciones por el Río Salado en el 2003 (Demarchi, 2010).

La presencia de estados inmaduros y adultos de *T. vaporariorum* fue observada en plantas silvestres de 13 familias botánicas (Tabla 1). El 93 % de estas plantas estaban ubicadas en los bordes de los cultivos, lindando con caminos o cortinas de caña común (*Arundo donax*) y en lotes sin cultivar. El 7 % de las plantas restantes fueron observadas principalmente dentro de los cultivos de tomate, zapallito y repollo.

Tabla 1: Frecuencia absoluta (FA); Frecuencia relativa (FR) y presencia de adultos, huevos, ninfas y pupas de mosca blanca en flora adventicia.

Familia Especie vegetal	FA	FR.	Adultos	Huevos	Ninfas	Pupas
Amaranthaceae						
<i>Amaranthus quitensis</i> , H.B.K	13	0.2	0,2± 0.4	0.01±0.1	0.01±0.1	0
Asteraceae						
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi)	3	0.6	0.6±0.5	0.2±0.4	0.2±0.4	0.2±0.4
<i>Conyza bonariensis</i> (L.)	8	0.5	0.6±0.8	0.1±0.5	0.1±0.5	0
<i>Eclipta prostrata</i> (L.)	1	0.5	0.5±0.7	0	0.5±0.7	0
<i>Flaveria bidentis</i> (L.) Kuntze	12	0.3	0.5±0.8	0.03±0.2	1	0
<i>Mikania</i> spp.	2	0.5	1.5±0.6	0.2±0.5	0.06±0.2	0
<i>Solidago chilensis</i> (Meyen)	1	1,0	1	0	0.2±0.5	0
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.)	48	0.5	0.7±0.9	0.1±0.5	0.1±0.4	0.4±0.2
Brassicaceae						
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.)	11	0.5	0.7±0.9	0.4±0.2	0	0
Chenopodiaceae						
<i>Chenopodium album</i> (L.)	11	0.2	0.25±0.6	0	0.02±0.1	0
Euphorbiaceae						
<i>Euphorbia hirta</i> (L.)	2	1	1±0	0	1±0	0
Geraniaceae						
<i>Erodium cicutarium</i> L'Herit	1	1	1±0	0	1±0	1±0
Lamiaceae						
<i>Stachys arvensis</i> (L.)	6	0.9	0.9±0.4	0	0.1±0.4	0.1±0.4
Malvaceae						
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schlrcht	25	0.5	0.8±1.0	0.1±0.4	0.06±0,3	0.4±0.3
<i>Malva parviflora</i> (L.)	3	0.7	1.7±0.5	0.2±0.5	0.2±0,5	0
Polygonaceae						
<i>Rumex crispus</i> (L.)	21	0.7	0.9±0.8	0	0.03±0.2	0
Portulacaceae						
<i>Portulaca oleracea</i> (L.)	5	0.1	0.1±0.3	0.02±0.2	0	0.02±0.2
Solanaceae						
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	13	0.4	0.5±0.7	0.03±0.2	0.03±0.2	0
Urticaceae						
<i>Urtica urens</i> (L.)	42	0.7	1.2±1.2	0.1±0.4	0.1±0.5	0.08±0.4

Verbenaceae						
<i>Verbena gracilescens</i> (Cham.) Herter	1	1,0	1±0	0	1±0	1±0
<i>Verbena rigida</i> Spreng	1	0.5	1.5±0.7	0.5±0.7	1±0	1±0

Las especies en las cuales se encontró mayor cantidad de mosca blanca en todos sus estadios y además se observaron en mayor frecuencia absoluta fueron *U. urens*, *S. oleraceus* y *A. cristata*. A nivel mundial, son pocas las referencias sobre la importancia de estas plantas silvestres como hospedantes de *T. vaporariorum*. Particularmente, *U. urens* sólo fue citada como especie vegetal hospedante en áreas adyacentes a invernáculos con cultivos de tomate en Chile (Lopez *et al.*, 2001). *Sonchus oleraceus* es mencionado por Rodríguez Rodríguez (1994) como parte del complejo de malezas hospederas de moscas blancas asociadas a los cultivos en Almería. Sonika-Sood y Sood (2002) mencionan a *A. cristata* como hospedante importante. En Argentina, en el cinturón hortícola de Rosario, se destacó a *S. oleraceus* como maleza común, por su densidad y frecuencia de aparición y como huésped mayor de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* por la alta infestación de estados juveniles. Si bien tuvieron valores altos de infestación, *Urtica urens* y *A. cristata* no fueron consideradas como huéspedes mayores por ser especies vegetales que se encontraron en baja abundancia en los lotes observados (Gonsebatt, 2009). *Urtica urens* y *S. oleraceus* son especies anuales, de crecimiento otoño invernal y floración que se prolonga desde primavera hasta el verano. *A. cristata* es una especie anual de ciclo primavero estival. Por consiguiente, la presencia de estas especies puede ser continua en todo el año (Rodríguez, 2009) y constituirse en hospedantes permanentes de *T. vaporariorum*.

En *Chenopodium ambrosioides* (L.); *Commelina erecta* (L.); *Cyperus rotundus* (L.); *Oxalis articulata* Sav.; *Anagalis arvensis* (L.); *Leonurus sibiricus* (L.); *Sida rhombifolia* (L.); *Datura ferox* (L.) y *Physalis viscosa* (L.) no se observó la presencia de mosca blanca o de sus enemigos naturales. Simmons y col. (2008) menciona la no preferencia de mosca blanca por *C. rotundus*.

En las plantas cultivadas se observó la presencia de adultos y estados inmaduros de mosca blanca en zapallito de tronco, batata, tomate, y berenjena. En girasol, lechuga, melón, pepino, poroto, arveja, albahaca, caña común, manzano, frambuesa y pimiento únicamente se observó la presencia de adultos. En las cortinas de caña común se observaron adultos en el mes de julio, cuando los lotes se encuentran en preparación

para la siembra de los cultivos estivales. No se observó la presencia de mosca blanca en alcaucil, brócoli, mamón, remolacha, soja, meliloto, rosa de China, higo, fresno, maíz para choclo, durazno, rosa y vid.

En los cultivos hortícolas se puede diferenciar a zapallito y tomate como los hospederos más importantes de *T. vaporariorum* (Figura 1). Resultados similares fueron mencionados por Servin (2004) quién determinó mayor población de *T. vaporariorum* en el cultivo de tomate a lo largo del año. López y colaboradores (1999) mencionan como orden de preferencia de *T. vaporariorum*, zapallito, poroto y tomate, considerando el número de adultos posados sobre las plantas y el número de oviposiciones.

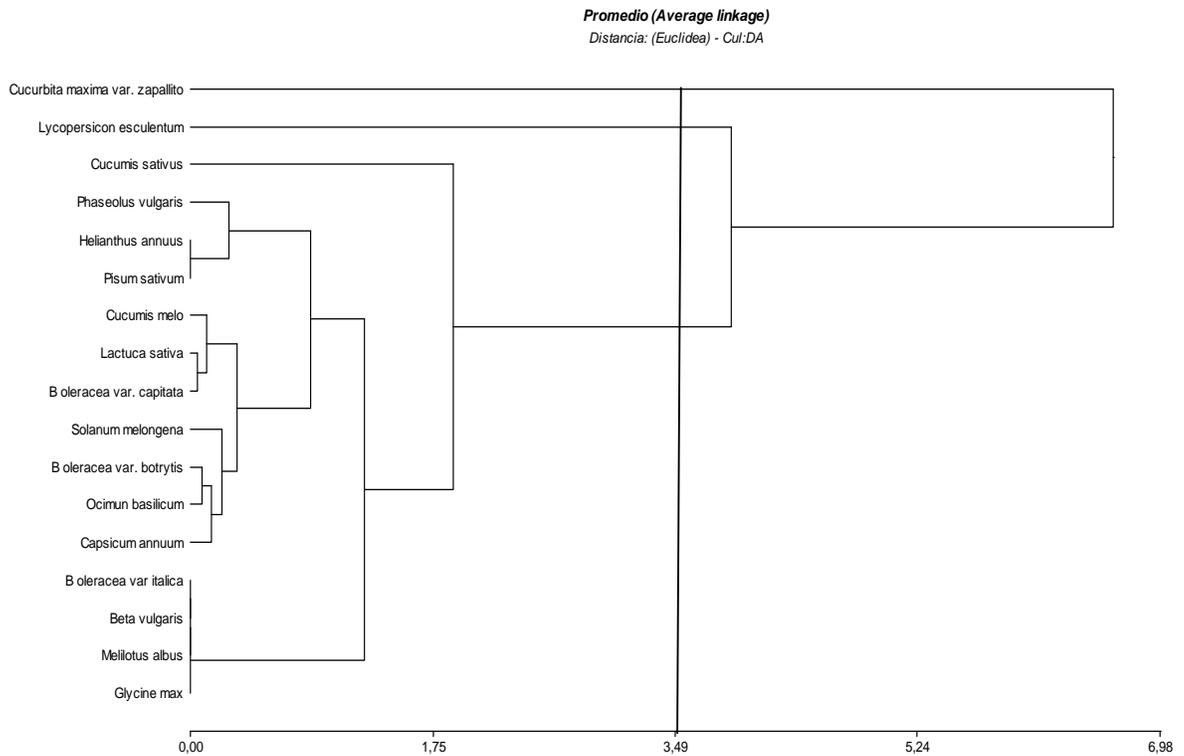


Figura 1: Dendrograma. Agrupación de especies cultivadas según presencia de *T. vaporariorum*.

La mayor población de mosca blanca en cultivos y malezas durante el periodo en estudio se produjo en mayo y junio (Figura 2), cuando termina la cosecha de tomate de segunda siembra y zapallito de tronco, los cultivos más importantes en la zona (Cadena Frutihortícola Santafesina, 2008) y principales hospederos de mosca blanca. Además, en esta época las malezas observadas en mayor frecuencia fueron *A. cristata*; *C. bursa*

pastoris; *F. bidentis*; *R. crispus*; *S. oleraceus* y *U. urens* mencionadas anteriormente como hospederas importantes de mosca blanca. La menor población en primavera-verano puede ser por la mayor superficie de cultivos no hospederos o de baja preferencia para la mosca blanca como maíz para choclo y lechuga realizada en primavera. Además, las altas temperaturas, superiores a 36 °C afectan el desarrollo y producen mortandad de estados inmaduros (Drost *et al.*, 1998; Oliviera *et al.*, 2003). En invierno, la población de mosca blanca es reducida por las bajas temperaturas (Soto Giraldo, 1997) y por la ausencia de hospederos, ya que una importante cantidad de lotes se encuentran roturados para la implantación de cultivos de verano.

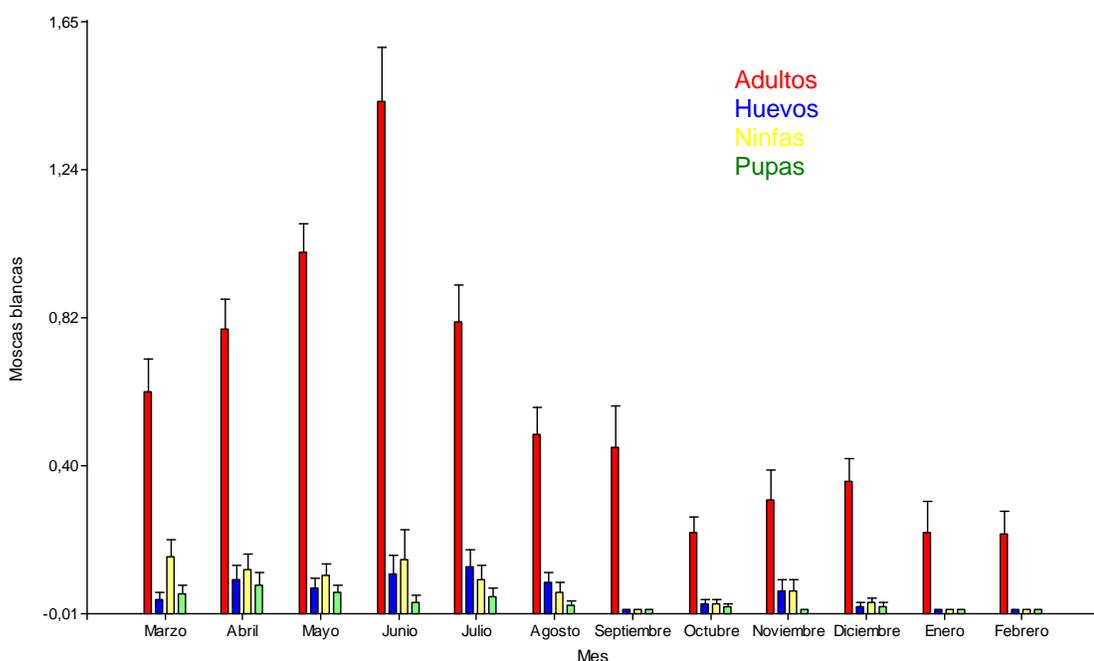


Figura 2: Evolución de la población de *T. vaporariorum* durante el periodo de estudio

Los enemigos naturales de *T. vaporariorum* en las plantas adventicias fueron: arácnidos, insectos predadores de las familias Syrphidae, Coccinellidae y Anthocoridae y parasitoides de las familias Aphelinidae. En las plantas adventicias se determinó la presencia de *Encarsia* sp. en *C. bursa pastoris*; *C. bonariensis*; *E. hirta*; *Mikania* spp. y *V. gracilescens*; de *Eretmocerus* sp. en *Mikania* spp, *S. oleraceus* y *V. rigida*. En *A. cristata*, *Mikania* spp y *S. oleraceus* se observaron coccinélidos, orius y sírfidos. En *U. urens* se observaron todos los parasitoides y predadores antes mencionados. Otros

autores observaron la presencia de estos enemigos naturales en *Urtica spp.* (Lopez *et al.*, 2001; Russo, *et al.*, 2001).

En las plantas cultivadas no se observó la presencia de enemigos naturales. Esto se pudo deber a que los recuentos se realizaron en lotes de producción donde se usan insecticidas de amplio espectro en forma frecuente, que son de baja selectividad para los enemigos naturales.

CONCLUSIONES

Los cultivos donde se observó mayor presencia de *T. vaporariorum* fueron zapallito de tronco y tomate. Las malezas hospederas más importantes de *T. vaporariorum* fueron *Urtica urens*, *Sonchus oleraceus* y *Anoda cristata*. *Urtica urens* fue el hospedero donde se observó la mayor cantidad de enemigos naturales como arañas e insectos predadores de las familias Syrphidae, Coccinellidae y Anthocoridae y parasitoides como *Encarsia sp.* y *Eretmocerus sp.*

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. & D.L. LETORNEAU. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Prot.* 1: 405-430.

BUTLER, J^r, G.D.; T.J. HENNEBERRY & W.D. HUTCHISON. 1986. Biology, sampling and population dynamics of *Bemisia tabaci* (pp. 165-195). En: RUSSELL, G.E. (Ed.), *Agricultural Zoology Reviews*. Intercept.

BYRNE, D. & T. BELLOWS. 1991. Whitefly Biology. *Ann. Rev. Entomol.* 36: 431-457.

CADENA FRUTIHORÍCOLA SANTAFESINA. 2008. Ministerio de Producción del Gobierno de Santa Fe. <http://www.santafe.gov.ar/index.php/> Acceso 20/11/2012.

CAMPOS, R.O.; W.B. CROCOMO & A.M. LABINAS. 2003. Comparative biology of the *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Hemiptera – Homoptera: Aleyrodidae) on soybean and Bean Cultivars. *Neotropical Entomol.* 32:133-138.

CORTÉZ MONDACA, E & J. PÉREZ MÁRQUEZ. 2010. Manejo integrado de mosquita blanca. En *Curso de plagas y enfermedades en hortalizas*. Colección Memoria de Capacitación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. 53-84.

DEMARCHI, M.G. 2010. El circuito de producción hortícola. *Revista Pampa.* 6:139-168.

DI RENZO, J.A.; F. CASANOVES.; M.G. BALZARINI; L. GONZÁLEZ; M. TABLADA. & C.W. ROBLEDO. 2008. *InfoStat*, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

DROST, Y.C.; J.C. VAN LENTEREN & H.J.W. VAN ROERMUND. 1998. Life – history parameters of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in

relation to temperature and host plant: a selective review. Bull. Entomol. Res. 88: 219-229.

EVANS, G.A. 2008. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world, and their host plants and natural enemies. USDA/ Animal Plant Health Inspection Service (APHIS). 703 pp.

FRANK, S.D. 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems: Past progress and future directions. Biol. Control. 52: 8-16.

GABARRA, R.; O. ALOMAR; C. CASTAÑE.; M. GOULA & R. ALBAJES. 2004. Movement of greenhouse whitefly and its predators between in- and outside of Mediterranean greenhouse. Agric. Ecosyst. Environ. 102:341-348.

GONSEBATT, G.; S. SALATE; M. VISCARRET; M. LIETTI. 2005. Determinación de especies de moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos y malezas asociadas en el cinturón hortícola de Rosario. En: Resúmenes VI Congreso Argentino de Entomología. San Miguel de Tucumán

GONSEBATT, G.; S. SALATE; M. VISCARRET; M. LIETTI. 2006. Plantas cultivadas y silvestres hospedantes de moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cinturón hortícola de Rosario. En: Resúmenes XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. San Fernando del Valle de Catamarca.

GONSEBATT, G.F. 2009. Abundancia y diversidad de moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) sobre plantas cultivadas y silvestres en agroecosistemas hortícolas. Tesis Magíster en Manejo y Conservación de Recursos Naturales, orientación "Análisis y Conservación de Recursos Naturales". Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

HILJE, L. 2004. El conocimiento bioecológico como fundamento para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*): Experiencias en América Latina. Conferencia III Seminario Técnico Implementación de Control Biológico en el Manejo Integrado de Cultivos. Mexico. www.biotropic.com.mx Acceso 08/11/2011.

INBAR, M & D. GERLING. 2007. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. *Ann. Rev. Entomol.* 53:431-48

LÓPEZ, S.N.; M.M. VISCARRET & E.N. BOTTO. 1999. Selección de la planta hospedera y ciclo de desarrollo de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) sobre zapallito (*Cucurbita máxima* Duch) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Bol. San.Veg. Plagas* 25: 21-29.

LÓPEZ, E.; F. SAIZ & C. BARRRA. 2001. Rol de las malezas como hospederos alternativos de la Mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) en la Provincia de Quillota. Quinta Región. 52 Congreso Agronómico de Chile, 2 Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura. Quillota, Chile. (Resumen) *Simiente* 71 (3-4)

MAYER, R.T.; M. IMBAR; C.L. MCKENZIE; R. SHATTERS; V. BOROWICZ; U. ALBRECHT; C.A. POWEL & H. DOOSTDAR. 2002. Multitrophic interactions of the silverleaf whitefly, host plants, competing herbivores, and phytopathogens. *Archives of Insect Biochem. Physiol.* 51:151-169.

MONTERO, G.A. 2008. Comunidades de artrópodos en vegetación de áreas no cultivadas del sudeste de de Santa Fe. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. 208 pp.

MORALES, M; L. DARDÓN CALDERÓN & R. EDWARDS. 1998. Integrated management of white fly in tomato, at El Progreso, Guatemala. In *Integrated pest management in non-traditional export crops*. September 30 - October 1, 1998. 20 pp.

NOMIKOU, M.; A. JANSSEN & M.W. SABELIS. 2003. Herbivore host plant selection: whitefly learns to avoid host plants that harbour predators of her offspring. *Oecologia* 136:484-488.

NORRIS, R.F. & M. KOGAN. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 50: 479-503.

OLIVEIRA, M.R.V.; C.C. SILVEIRA; L.H.C. LIMA; I.F. PAIVA; G.S. LIRA; W.N. LAGO; P.R. QUEIROZ; E.R. FERNANDEZ & E.A. SANTOS. 2003. Efeito da temperatura na viabilidade de *Bemisia tabaci* biotipo B, em plantas de melão. Ministério de Agricultura Pecuária , e Abastecimento. Brasil .Comunicado Técnico 79. 6 pp.

PASCAL, C.; C. BASSO; G. GRILLE & J.FRANCO. 2003. Evaluación del tabaco, *Nicotiana tabacum* L., falsa mandioca, *Manihot grahamii* H., ruda, *Ruta graveolens* L., estrella federal, *Euphorbia pulcherrima* W. y berenjena, *Solanum melongena* L. como plantas hospederas para la cría de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). *Rev. Chilena de Entomol.* 29: 81- 88.

POLACK, A. & M. MITIDIERI (*ex aequo*). 2002. Producción de tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. Información para extensión. Protección Vegetal N°20. EEA INTA San Pedro. 16 pp.

RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.D. 1994. Aleuródidos (pp. 123-154). En: Moreno, R. (ed.) Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

RODRÌGUEZ, N. E. 2009. Malezas derivadas de la producción actual de cultivos que incluyen glifosato. Manfredi, Còrdoba (AR):INTA-EEA.74 pp.

RUSSO, S.; R.A. GIMÉNEZ; S.M. RODRÍGUEZ & A.B. DELLA PENNA. 2001. Interacciones entre los cultivos de avena y trigo, malezas, áfidos y predadores. *IDESIA.* 19: 7-16.

SIMMONS, A.M.; H.F. HARRISON & L. KAI-SHU. 2008. Forty-nine new host plant species for *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Entomol. Sci.* 11: 385–390.

SERVÍN, R. 2004. Especies de mosquita blanca en agroecosistemas desérticos de baja California sur, México, y fenología de sus hospederos. *Rev. Biol.* 18:57-64.

SONIKA-SOOD & SOOD, A.K. 2002. Incidence and record of host plants of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) from Himachal Pradesh. *Pest Managemnet and Econ. Zool.* 10:81-86.

SOTO GIRALDO, A. 1997. Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) y *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), y parasitismo de esta sobre la plaga. Tesis Magister en Producción de Cultivos. Pontificia Universidad Catolica de Chile. 92 pp.

THOMAS, D.C. 1993. Host plant adaptation in the glasshouse whitefly. *J. Appl. Ent.* 115:405-415.

VALAREZO, O; C. CAÑARTE; B. NAVARRETE; J.M. GUERRERO & B. ARIAS. 2008. Diagnóstico de la “mosca blanca” en Ecuador. *La Granja* 1:7-20

VAZQUEZ, L.L. 2004. Listas de moscas blancas (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Aleyrodidae) y sus plantas hospedantes en el Caribe. *Fitosanidad.* 8 :7-18.

YARDIM. E.N. & C.A.EDWARDS. 2002. Effects of weed control practices on surface-dwelling arthropod predators in tomato agroecosystems. *Phytoparasitica* 30:379-386.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES

La mayor mortalidad de *Trialeurodes vaporariorum* se observó en el cultivo de otoño, siendo los estadios de huevo y pupa los más afectados, considerando como causa factores ambientales, la temperatura en el estadio de huevo y el parasitismo en el de pupa.

El uso de trampas pegajosas amarillas fue una herramienta adecuada para detectar la infestación de adultos de *T. vaporariorum* en cultivos de tomate en invernaderos. Para los estados inmaduros los muestreos deberían realizarse en los estratos medios e inferiores de la planta de tomate, ubicadas en los bordes de los invernaderos.

Las infestaciones de *T. vaporariorum* y la contaminación con fumagina se relacionaron más con la reducción del rendimiento comercial de tomate que con la pérdida de producción total. Los menores rendimientos comerciales se obtuvieron con altas densidades de *T. vaporariorum* durante el periodo de fructificación. La mayor población de adultos y ninfas aumentan las pérdidas por presencia de fumagina.

El uso de insecticidas neonicotinoides como acetamiprid, imidacloprid, tiametoxam y tiacloprid fueron eficaces para el control de *T. vaporariorum* y pueden ser herramientas útiles para emplear en programas de manejo integrado de mosca blanca en tomate. El cartap es otro insecticida con buena performance para el control de adultos a dosis recomendadas de aplicación.

El parasitismo observado en cultivos bajo invernadero sin aplicaciones de insecticidas, permite afirmar que *Encarsia porteri* y *Eretmocerus paulistus* están establecidos en los sistemas productivos. Es posible considerar al control natural como una herramienta importante para mantener en niveles aceptables la población de *T. vaporariorum*.

Los cultivos donde se observó mayor presencia de *T. vaporariorum* fueron zapallito de tronco y tomate. Las malezas hospederas más importantes fueron *Urtica urens*, *Sonchus oleraceus* y *Anoda cristata*. *Urtica urens* fue el hospedero donde se observó la mayor cantidad de enemigos naturales como arañas e insectos predadores de las familias Syrphidae, Coccinellidae y Anthocoridae y parasitoides como *Encarsia* sp. y *Eretmocerus* sp.