

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

SCOTTA, R. R.¹; SÁNCHEZ, D. A. E.¹ & ARREGUI M. C.¹

RESUMEN

La mosca blanca de los invernaderos produce daños en tomate, al afectar el crecimiento, transmitir virus que provocan enfermedades y favorecer el desarrollo de fumagina. El objetivo de este trabajo fue determinar las pérdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* sobre el rendimiento total y comercial de tomate bajo invernadero. El trabajo se realizó en CECIF-FCA-UNL, en cultivos trasplantados el 18/9/2002 y el 5/8/2004 a una densidad de 2,4 plantas.m². Los tratamientos fueron: a) cultivo libre de *T. vaporariorum* desde inicio de floración hasta cosecha, b) desde inicio de fructificación hasta cosecha y c) durante todo el ciclo, aplicando imidacloprid a una dosis de 52 g i.a. ha⁻¹. Antes de cada aplicación se monitorearon adultos y ninfas de *T. vaporariorum*; a cosecha se determinó el rendimiento total y comercial. El rendimiento total no tuvo diferencias entre tratamientos. El rendimiento comercial fue mayor en el tratado durante todo el ciclo.

Palabras claves: *Trialeurodes vaporariorum*, *fumagina*, *pérdidas*, *rendimiento*

SUMMARY

Determination of losses caused by the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in greenhouse tomatoes.

The greenhouse whitefly damages tomatoes by affecting growth, spreading disease and favouring the growth of sooty mold. We aimed to determine the losses caused by *Trialeurodes vaporariorum* on the total and commercial yields of greenhouse tomatoes. The study was carried out in crops at CECIF-FCA-UNL, which were transplanted on the 18/9/2002 and 5/8/2004 at a density of 2.4 plants.m². The treatments were: a) free culture *T. vaporariorum* from the start of flowering to harvest b) from the start of fruiting to harvest and c) throughout the cycle, using imidacloprid at a dose of 52 g ai.ha⁻¹. Before each application adults and nymphs of *T. vaporariorum* were monitored and at harvest the total and commercial yields were determined. The total yield did not vary much, whereas the greatest commercial yield took place throughout the cycle.

Key words: *Trialeurodes vaporariorum*, *fumagina*, *losses*, *yield*.

1.- Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Email: rrscotta@fca.unl.edu.ar

Manuscrito recibido el 10 de abril de 2014 y aceptado para su publicación el 2 de agosto de 2014.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es atacado por varias plagas, entre estas, la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) es una de las más importantes (Polack & Mitidieri, 2005). Afecta el crecimiento, transmite virus que provocan enfermedades y favorece 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 (Agris, 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 (Martin, 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 Cuadro 1.

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. 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.m⁻² cosechados) y comercial (kg obtenidos luego de descartar los frutos dañados por fumagina).

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. 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 (Cuadro 2).

El rendimiento de tomate se incrementa con el aumento de la temperatura media

Cuadro 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.

Cuadro 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 ($p < 0,05$).

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 (Cuadro 2). El rendimiento comercial fue de 32 a 76 % del rendimiento total, con diferencias significativas con aplicaciones desde floración y fructificación respectivamente (Cuadro 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 (Cuadro 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 (Cuadro 3) en todos los tratamientos.

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).

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 presencia de sustancias azucaradas fue observada con 10 a 25 adultos por hoja durante todo el ciclo del

Cuadro 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 ($p \leq 0,005$).

cultivo, especialmente hembras, si bien cinco adultos por hoja ya producen una significativa excreción (Yee *et al.*, 1998; Hong & Runei, 2009). Considerando ambos años, la población observada en los tratamientos a partir de floración y fructificación osciló entre un mínimo de 2,6 y un máximo de 77,1 adultos por hoja 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 ovipositar, 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 foliolo (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.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Profesora Luciana Cignetti.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **AGRIOS, G. N.** 1998. Fitopatología. Ed. Limusa S.A. 833 pp.
- 2.- **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.
- 3.- **BOUZO, C. A.; J. C. FAVARO; R. A. PILLATI & E. M. SCAGLIA.** 2005. Cinturón hortícola de Santa Fe: Descripción

- de la zona y situación actual. Revista FAVE-Ciencias Agrarias 4:63-69.
- 4.- **BYRNE, D.N.; T.S. BELLOWES 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.
 - 5.- **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.
 - 6.- **HONG, L. & X. RUMEL.** 2009. Studies on honeydew excretion by greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) on its host plant, Cucumis sativus. J. A. Entomol. 115: 43-51.
 - 7.- **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.
 - 8.- **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.
 - 9.- **LINDQUIST, R.K.** 1972. Effect of greenhouse whitefly on yields of greenhouse tomatoes. J. Econ. Entomol. 65: 1406-1408.
 - 10.- **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.
 - 11.- **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
 - 12.- **MARTIN, N.A.** 1999. Whitefly. Biology, identification and life cycle. Crop & Food Res. 8pp.
 - 13.- **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.
 - 14.- **PARR, W.J.** 1976. Progress towards a biological control programme for glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) on tomatoes. Ann. Appl. Biol. 83:349-363.
 - 15.- **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.
 - 16.- **POLACK, A.** 2005. Manejo integrado de Moscas Blancas. Boletín Hortícola N° 10. E.E.A. INTA San Pedro. 5p.
 - 17.- **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 Bemisia tabaci and *Trialeurodes vaporariorum* in protected tomato crops in Algarve (Portugal). Bull. OEPP/EPPO. 32:11-15.
 - 18.- **RUPPEL, R.F.** 1983. Cumulative insect-days as an index of crop protection. J. Econ. Entomol. 76:375-377.
 - 19.- **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.