

Moscas blancas y enemigos naturales asociados al cultivo de naranja bajo dos tipos de manejo sanitario en San Pedro, provincia de Buenos Aires

LÓPEZ, Silvia N.¹ & SEGADE, Gonzalo²

¹ Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica, Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). C.C. 25 (1712), Castelar, Buenos Aires, Argentina. E-mail: lopez.silvia@inta.gob.ar

² Estación Experimental Agropecuaria San Pedro, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ruta 9, km 170 (2930), San Pedro, Buenos Aires, Argentina

Received 10 - I - 2017 | Accepted 05 - V - 2017 | Published 29 - VI - 2017

<https://doi.org/10.25085/rsea.761202>

Whiteflies and natural enemies on orange crops under two types of sanitary management in San Pedro, Buenos Aires province

ABSTRACT. Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) are important pests that affect the genus *Citrus*. The objective of this study was to identify the species present in orange orchards in San Pedro (province of Buenos Aires) and to analyze their population evolution and that of their natural enemies under two sanitary management (conventional and organic). The density of adults, parasitized and non-parasitized nymphs, species and density of predators and parasitoids, presence of sooty mold on leaf/fruit, fruit yield and applied agrochemicals were recorded monthly. The prevalent species of whiteflies were *Dialeurodes citri* (Ashmead) and *Singhiella citrifolii* (Morgan), whose adult populations developed between October and May, without differences between types of management. The nymphs were present throughout the year, with higher density in organic crops. Sooty mold levels were similar for both managements. The predator *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) was the most abundant natural enemy, with higher density in organic crops compared to conventional ones. There were low levels of parasitism by *Encarsia protransvena* Viggiani, *Encarsia* group *strenua* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Neopomphale* sp. (Hymenoptera: Eulophidae). The fruit yield was higher in the conventional treatment. Results show the need of controlling the pest with less harmful products for the beneficial fauna.

KEYWORDS. *Dialeurodes citri*. *Singhiella citrifolii*. Parasitoids. Predators. Citrus.

RESUMEN. Las moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) son importantes plagas que afectan al género *Citrus*. En este trabajo se identificaron las especies presentes en naranjos de San Pedro (provincia de Buenos Aires) y se analizó su evolución poblacional y la de sus enemigos naturales bajo dos manejos sanitarios (convencional y orgánico). Mensualmente se registró la densidad de adultos y ninfas, la especie y densidad de parasitoides y predadores, la presencia de fumagina en hojas/frutos, el rendimiento y los agroquímicos aplicados. Las principales especies fueron *Dialeurodes citri* (Ashmead) y *Singhiella citrifolii* (Morgan), cuyas poblaciones de adultos predominaron entre octubre y mayo, sin diferencias entre los tipos de manejo. Las ninfas estuvieron presentes a lo largo del año, con mayores cantidades en los cultivos orgánicos. Los niveles de fumagina fueron similares para ambos manejos. El predador *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) fue el enemigo natural más abundante, con mayor densidad en los cultivos orgánicos. Hubo bajos niveles de parasitismo por *Encarsia protransvena* Viggiani, *Encarsia* grupo *strenua* (Hymenoptera: Aphelinidae) y

Neopomphale sp. (Hymenoptera: Eulophidae). El rendimiento de frutos fue mayor en el tratamiento convencional. Los resultados muestran la necesidad de controlar la plaga con productos menos nocivos para la fauna benéfica.

PALABRAS CLAVE. *Dialeurodes citri*. *Singhiella citrifolii*. Parasitoides. Predadores. Cítricos.

INTRODUCCIÓN

Bajo el nombre vulgar de “moscas blancas” se encuentran más de 1500 especies pertenecientes a la familia Aleyrodidae (Orden Hemiptera), siendo una pequeña proporción de este número (<15%) la que provoca daños de importancia económica en diversos cultivos (Evans, 2008). Sobre plantas del género *Citrus* han sido citadas más de sesenta especies de moscas blancas (Mound & Halsey, 1978). La gran mayoría de ellas no afectan de manera sensible al cultivo, pero hay unas pocas que pueden llegar a producir importantes pérdidas económicas. Las moscas blancas provocan un daño directo al alimentarse de los fotosintatos, dejando a la planta debilitada y marchita. A este, debe sumarse el daño indirecto por la excreción de sustancias azucaradas que favorecen el desarrollo de hongos (fumagina) sobre la superficie de las hojas. Esto acarrea reducción de la fotosíntesis, disminución del nivel de nitrógeno de las hojas e impedimento de la respiración de la planta. Con bajas poblaciones estos daños no afectan de manera sensible al cultivo, pero si las densidades poblacionales son altas, puede verse inhibido el crecimiento de la planta y la fumagina puede disminuir el valor comercial de los frutos o perjudicar su formación (Byrne & Bellows, 1991).

A pesar de que son plagas de gran importancia en cítricos, son pocos los estudios que relacionan las pérdidas en las cosechas con los daños debidos a las moscas blancas. Yothers (1913) estima la reducción en un 25-50% en cítricos, a causa de la infestación con *Dialeurodes citri* (Ashmead). Varela Fuentes *et al.* (2007) mencionan reducciones en la fructificación de hasta el 80% en cítricos de Brasil producidas por *Aleurocanthus woglumi* Ashby. En la Argentina no existe información de esta naturaleza.

De las especies presentes en las zonas de producción cítrica de la Argentina, tanto en el NOA como en el NEA, se destacan principalmente las “moscas blancas de los cítricos” *D. citri* y *Singhiella citrifolii* (Morgan), la “mosca blanca algodonosa” *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) y las “moscas blancas filamentosas” *Paraleyrodes citri* Bondar y *Paraleyrodes proximus* Terán (Tapia, 1970; Terán, 1979; Viscarret, 2000; Cáceres, 2006). Hace pocos años fue detectada la presencia de la “mosca negra de los cítricos” *A. woglumi* en la provincia de Formosa (López *et al.*, 2011). *Dialeurodes citri* y *S. citrifolii* son originarias de Asia aunque actualmente se distribuyen por la mayoría de

las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo (Evans, 2008). La presencia de *S. citrifolii* fue mencionada por primera vez en la Argentina en el año 1974, atacando cultivos cítricos en la región de Concordia (Vaccaro, 1992). Por su parte, *D. citri* fue citada por primera vez en el año 2000 en cítricos y ligustro en la zona de San Pedro y la ciudad de Buenos Aires (Viscarret *et al.*, 2000). No obstante, dada la similitud morfológica de ambas especies, existe la posibilidad de que el ingreso de esta especie haya ocurrido con anterioridad y haya pasado desapercibida al confundírsela con *S. citrifolii*.

La información referida a la entomofauna benéfica asociada a estos aleiródidos consiste básicamente en el relevamiento de las especies de parasitoides y predadores pero sin una evaluación del papel que juegan en la dinámica poblacional de las moscas blancas como factores de mortalidad (Viscarret, 2000; Ghiggia *et al.*, 2007; López *et al.*, 2008). En este sentido debe destacarse el trabajo de Gordó (2010), quien analizó los factores de mortalidad de *D. citri* en plantaciones orgánicas de naranjales en San Pedro, Buenos Aires, entre los cuales se incluyeron la depredación y el parasitismo.

En nuestro país, al igual que en el resto del mundo, las moscas blancas de los cítricos han sido controladas exclusivamente mediante el uso de insecticidas de síntesis. Sin embargo, este método ha resultado ser inefectivo con el agravante de que las recurrentes aplicaciones pueden facilitar el desarrollo de resistencias. La aparición de resistencia es un fenómeno estudiado principalmente para especies de moscas blancas que atacan cultivos hortícolas aunque existen antecedentes para moscas blancas en cítricos (García-Marí & Soto, 2001). Por otro lado, el control químico aplicado de forma reiterada y sin estar basado en monitoreos previos puede llevar a la desaparición del complejo de enemigos naturales parasitoides y predadores presentes en el sistema. Como contraparte de este tipo de manejo se encuentra aquel practicado en la agricultura orgánica, sistema de gestión integrado de producción que fomenta la salud del agroecosistema, contemplando la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo (FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2007). En lo que respecta al control de las plagas y las enfermedades, la producción orgánica se destaca por el uso de insumos naturales (minerales y productos derivados de plantas) y el no uso de pesticidas sintéticos. Solo un 7% de

la superficie con cultivos orgánicos en la Argentina corresponde a frutas, destacándose la producción de manzanas y peras. El manejo orgánico es poco frecuente en la citricultura en nuestro país, aplicándose principalmente en la producción de limones (SENASA, 2015).

Por lo expuesto es deseable aplicar programas de manejo de plagas basados en el uso integrado de distintas herramientas de control, siendo el uso racional de productos químicos una más de dichas herramientas. El desarrollo de un programa de manejo de este tipo exige profundizar los conocimientos sobre la taxonomía, biología y distribución de las especies de aleiródidos presentes así como estudiar el rol que la entomofauna benéfica asociada a dichas especies está cumpliendo en su control natural. Estos conocimientos se consideran herramientas básicas para el desarrollo y aplicación de las estrategias de manejo fitosanitarias de esta plaga.

Los objetivos del presente trabajo fueron identificar las especies de moscas blancas presentes en San Pedro, provincia de Buenos Aires, analizar la evolución anual de su abundancia poblacional en cultivos de naranja de diferentes superficies bajo dos tipos de manejo sanitario (convencional y orgánico) y evaluar su efecto sobre el rendimiento del cultivo. Asimismo, se procuró identificar y determinar la incidencia relativa de especies de enemigos naturales predadores y parasitoides asociadas a las moscas blancas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre enero de 2010 y mayo de 2012 se muestrearon mensualmente seis parcelas localizadas en el partido de San Pedro. Las parcelas eran de uso comercial, con árboles de naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.)) de entre 10 y 20 años de edad, pertenecientes a las variedades Navelina y Washington Navel. Tres de las parcelas estuvieron sometidas a un manejo sanitario convencional (con aplicación de pesticidas naturales y de síntesis) y las otras tres a uno de tipo orgánico (con aplicación de pesticidas naturales pero no sintéticos). Estos establecimientos fueron seleccionados por tener el mismo manejo sanitario por más de cinco años y por considerarse representativos de cada tipo dentro del partido de San Pedro. Las parcelas relevadas tuvieron distancias semejantes de plantación (entre plantas y entre líneas) aunque diferentes superficies (Tabla I).

En cada muestreo se seleccionaron al azar 10 plantas en cada parcela. En cada árbol se eligieron seis hojas, buscando dos hojas tiernas con presencia de adultos de moscas blancas y cuatro hojas con ninfas de 4º estadio tardío y exuvias del último estadio ninfal (adultos ya emergidos). Se contó el número de adultos en el envés de las dos hojas tiernas seleccionadas en cada árbol. Las cuatro hojas con presencia de ninfas de moscas blancas fueron colocadas en bolsas de plástico y revisadas en laboratorio bajo microscopio

estereoscópico, registrando el número de ninfas IV avanzadas con y sin signos de parasitismo en el envés de las hojas para cada especie de mosca blanca hallada. Las ninfas con signos de parasitismo fueron aisladas individualmente en tubos de vidrio hasta la emergencia del parasitoide adulto. Se registró la especie y número de parasitoides asociado a cada especie de mosca blanca.

Simultáneamente con el monitoreo de las moscas blancas, se registró la presencia y número de predadores presentes en las hojas seleccionadas para el monitoreo de los aleiródidos.

Se registró la presencia/ausencia de fumagina en hojas y frutos de cada árbol seleccionado según una escala categórica de 0 a 5 elaborada ad hoc, en la que cada valor representa el porcentaje de la superficie con fumagina según lo siguiente: 0: sin fumagina, 1: <20%, 2: 20-<40%, 3: 40-<60%, 4: 60-<80% y 5: 80-100%.

Para cada establecimiento se contó con el listado de productos agroquímicos aplicados por el productor así como el rendimiento en kg/planta.

Los datos de temperatura y humedad relativa medias (máxima y mínima) y precipitaciones de cada mes fueron provistos por el servicio de Información agrometeorológica de la EEA INTA San Pedro (INTA, 2016).

Análisis estadístico

Las abundancias de adultos y ninfas de moscas blancas y de acarófagos fueron analizadas mediante un modelo lineal para evaluar los efectos de los tratamientos sanitarios y de la superficie de la finca a través del tiempo, previa transformación de los datos mediante Box-Cox. El árbol y la finca se consideraron factores aleatorios anidados. El análisis se circunscribió a aquellos períodos en los que el número de individuos fue mayor a cero en todas las fincas monitoreadas. Se eligió una estructura de error en donde se asumió una correlación entre las fechas con la forma de una matriz de simetría compuesta. La heterogeneidad de varianza entre los tratamientos fue modelada mediante la función VarIdent (Zuur *et al.*, 2009). Se evaluó la estructura de la matriz de varianza-covarianza con el criterio de Akaike (AIC) y se construyeron Tests de Verosimilitud para evaluar los efectos de los factores (Zuur *et al.*, 2009). El mismo procedimiento se usó para el análisis del nivel de fumagina y la cantidad de exuvias de moscas blancas incorporando en este último caso a la especie como otro factor dentro del análisis. El nivel de significancia utilizado fue 0,10. Los datos fueron analizados con "R" versión 3.2.3. Se utilizó la función gls de la librería nlme (R Core Team, 2015).

La relación entre la abundancia de adultos y ninfas de moscas blancas, acarófagos y fumagina y las variables meteorológicas fue evaluada mediante la prueba de correlación de Spearman (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Tabla I. Principales características de las parcelas seleccionadas para realizar los muestreos.

Manejo sanitario	Parcela	Superficie (ha)	Marco de plantación (m x m)	Número de plantas
Orgánico	1	0,18	5 x 4	90
	2	0,40	5 x 4	200
	3	3,51	5 x 3	2340
Convencional	1	2,04	6 X 5	680
	2	1,54	6 X 4	340
	3	0,21	6 X 3	130

RESULTADOS

Población de moscas blancas.

Las especies predominantes fueron *D. citri* y *S. citrifolii*, consideradas en conjunto en las Figuras 1 y 3. La población de adultos de moscas blancas se desarrolló entre los meses de octubre y mayo (Fig. 1). Si bien se observó un mayor número de adultos en los cultivos con manejo orgánico, las diferencias no fueron significativas ($F_{1,3} = 4,44$; $P = 0,12$ para enero-abril 2010, $F_{1,3} = 2,16$; $P = 0,24$ para enero-marzo 2011 y $F_{1,3} = 3,19$; $P = 0,17$ para octubre 2011-abril 2012). Esto se debió probablemente a la gran variabilidad en los datos registrados, especialmente en las producciones orgánicas. En todos los casos se observó una relación inversa entre el tamaño poblacional y la superficie de la finca con mayor cantidad de adultos en las de menor tamaño ($F_{1,3} = 6,36$; $P = 0,086$ para enero-abril 2010, $F_{1,3} = 7,84$; $P = 0,068$ para enero-marzo 2011 y $F_{1,3} = 8,66$; $P = 0,060$ para octubre 2011-abril 2012). A lo largo del invierno se observó un descenso en la población de adultos de moscas blancas, con niveles nulos en ambos tratamientos.

La abundancia de adultos de moscas blancas se correlacionó positivamente con la temperatura media máxima (correlación de Spearman: $r = 0,61$; $P = 0,00088$ para tratamiento orgánico y $r = 0,60$; $p = 0,0012$ para tratamiento convencional), la temperatura media mínima ($r = 0,65$; $P = 0,00034$ para tratamiento orgánico y $r = 0,68$; $p = 0,0012$ para tratamiento convencional) y con las precipitaciones ($r = 0,53$; $P = 0,01$ para tratamiento orgánico y $r = 0,50$; $p = 0,01$ para tratamiento convencional) (Fig. 2). Por el contrario, no se observó

una relación significativa con la humedad relativa media ($P > 0,10$).

La población de ninfas no parasitadas de moscas blancas se mantuvo regular a lo largo del año con una caída en el mes de noviembre (Fig. 3). Se observaron cantidades significativamente mayores en los cultivos bajo tratamiento orgánico en 2010 y 2012, con diferencias no significativas en 2011 ($F_{1,3} = 167,46$; $P = 0,0010$ para enero-abril 2010, $F_{1,3} = 4,55$; $P = 0,12$ para diciembre 2010-septiembre 2011 y $F_{1,3} = 9,44$; $P = 0,055$ para enero-mayo 2012). Al igual que para la población de adultos, la densidad de ninfas se relacionó inversamente con la superficie de la finca, siendo menor cuanto mayor el área del establecimiento ($F_{1,3} = 74,68$; $P = 0,0033$ para enero-abril 2010, $F_{1,3} = 13,06$; $P = 0,036$ para diciembre 2010-septiembre 2011 y $F_{1,3} = 21,38$; $P = 0,019$ para enero-mayo 2012). Hacia mayo-junio la población de ninfas se estabilizó tanto en 2010 como 2011, lo que indica que es en este estado en el cual estas especies invernan. Estas ninfas dieron origen al primer pico en la población de adultos en octubre-noviembre. No se detectó una correlación significativa entre la densidad de ninfas sanas de moscas blancas y las variables meteorológicas analizadas ($P > 0,10$).

Dada la dificultad en distinguir las ninfas normales de ambas especies, a partir de enero de 2011 se decidió contabilizar también las exuvias, cuya morfología permite diferenciar las especies con mayor facilidad mediante el uso de un microscopio estereoscópico. En ambos tratamientos se observó una mayor cantidad de exuvias de *D. citri* (Fig. 4), constituyendo más del 60% de las exuvias contabilizadas ($F_{1,1737} = 1641,01$; $P < 0,0001$). No se observaron diferencias significativas en

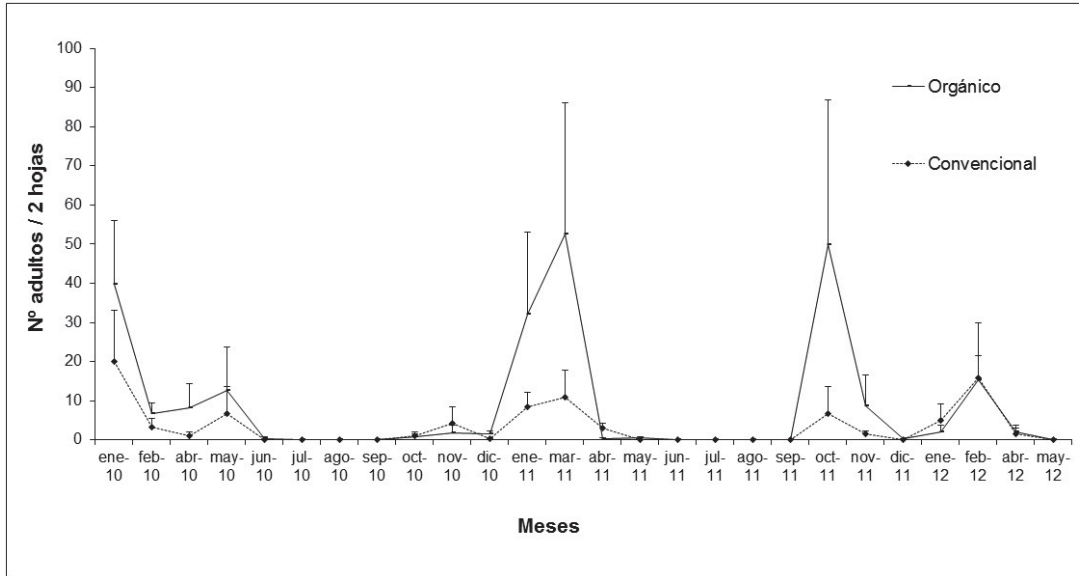


Fig. 1. Fluctuación poblacional de adultos de moscas blancas (*Dialeurodes citri* / *Singhiella citrifolii*) (media + error estándar) bajo manejo orgánico y convencional durante el período de enero 2010 a mayo 2012.

la cantidad de exuvias entre los tipos de manejo ($F_{1,3} = 0,13$; $P = 0,29$; $P = 0,62$).

A lo largo de los muestreos fueron halladas ninfas de *A. floccosus* en los meses de primavera y verano en muy bajas densidades en ambos tipos de manejo (<1,5 ninfas/4 hojas). También fueron circunstancialmente encontradas ninfas de *Paraleyrodes* spp., principalmente en los cultivos con manejo convencional, en los meses de otoño de 2010 y 2011 y primavera de 2011 (<0,5 ninfas/4 hojas).

Fumagina.

No hubo diferencias significativas en los niveles de fumagina en hojas/frutos entre ambos tipos de manejo a lo largo de todo el período en estudio ($F_{1,1499} = 4,28$; $P = 0,03$).

En concordancia con la población de moscas blancas el nivel de fumagina se relacionó inversamente con la superficie de la finca, siendo menor cuanto mayor el área del establecimiento ($F_{1,3} = 11,29$; $P = 0,044$) (Fig. 5). Asimismo, las temperaturas medias mínima y máxima se correlacionaron negativamente con la cantidad de fumagina aunque solo en el tratamiento orgánico ($r = -0,41$; $P = 0,04$ para temperatura mínima y $r = -0,34$; $P = 0,09$ para temperatura máxima).

Enemigos naturales.

Si bien de manera aislada fueron hallados crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae) y coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae), el principal enemigo natural asociado a la población de moscas blancas *D. citri*/S. *citrifolii*

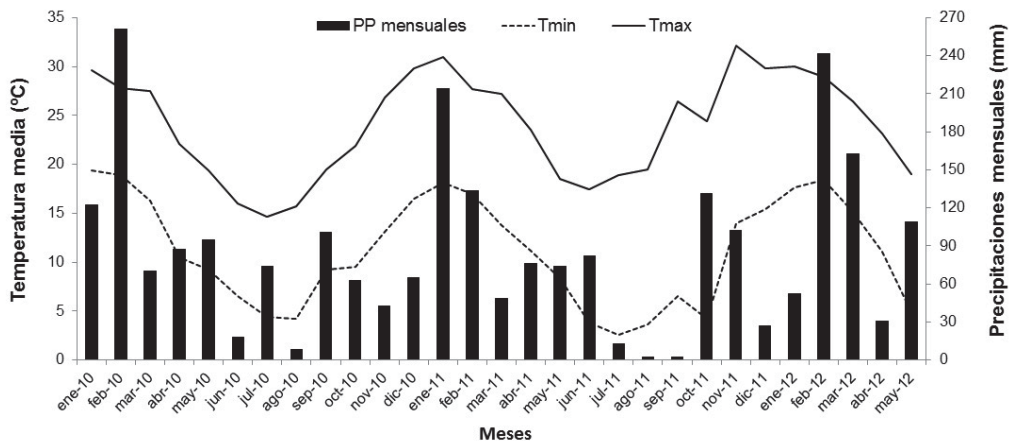


Fig. 2. Temperaturas y precipitaciones registradas a lo largo del estudio.

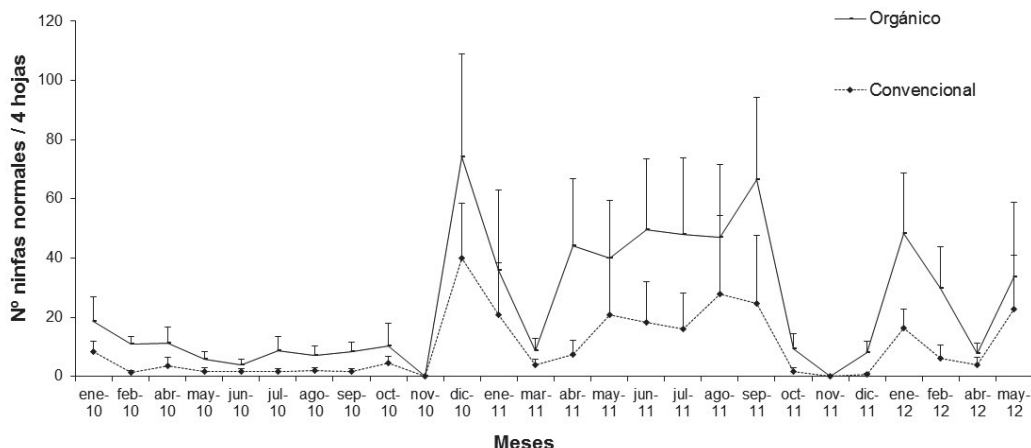


Fig. 3. Fluctuación poblacional de ninfas de moscas blancas (*Dialeurodes citri* / *Singhiella citrifolii*) (media + error estándar) bajo manejo orgánico y convencional durante el período de enero 2010 a mayo 2012. Se observaron diferencias significativas en la abundancia de ninfas entre los tipos de manejo en los períodos enero-abril 2010 y enero-mayo 2012 ($P < 0,10$).

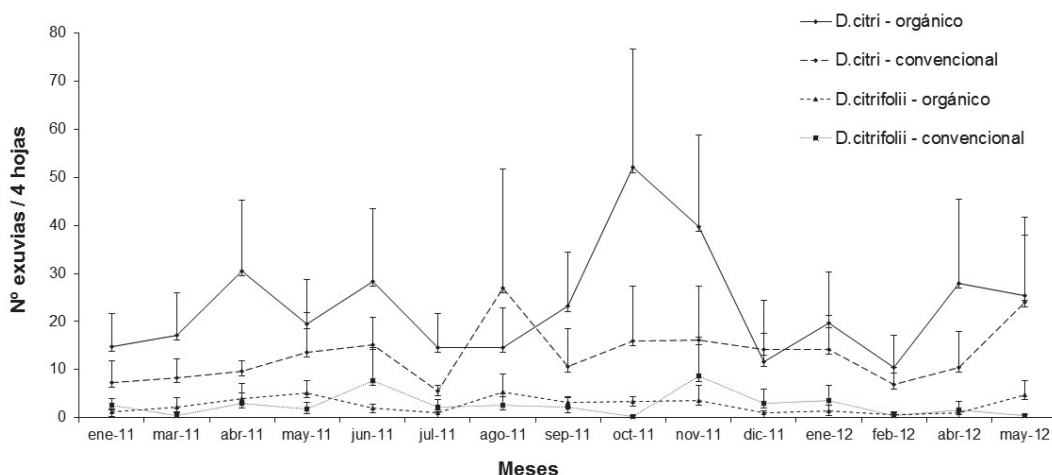


Fig. 4. Fluctuación poblacional de exuvias de *Dialeurodes citri* y *Singhiella citrifolii* (media + error estándar) bajo manejo orgánico y convencional durante el período de enero 2011 a mayo 2012. Se observaron diferencias significativas en la abundancia de exuvias entre especies ($P < 0,10$).

fue el ácaro predador *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae), hallado especialmente durante los meses de primavera, verano y otoño, con una disminución en invierno (Fig. 6). Se observó un desarrollo de la población del acarófago significativamente mayor en los cultivos orgánicos respecto de los convencionales ($F_{1,3} = 31,30$; $P = 0,011$ para enero-julio 2010, $F_{1,3} = 21,36$; $P = 0,019$ para noviembre 2010-abril 2011 y $F_{1,3} = 5,91$; $P = 0,093$ para noviembre 2011-mayo 2012). En concordancia con la población de moscas blancas la densidad del predador se relacionó inversamente con la superficie de la finca, siendo menor cuanto mayor el área del establecimiento ($F_{1,3} = 52,17$; $P = 0,0055$

para enero-julio 2010, $F_{1,3} = 136,13$; $P = 0,0014$ para noviembre 2010-abril 2011 y $F_{1,3} = 9,64$; $P = 0,053$ para noviembre 2011-mayo 2012). No se observó una correlación significativa entre la densidad del predador y las variables meteorológicas analizadas ($P > 0,10$).

Los mayores niveles de parasitismo se encontraron en los cultivos orgánicos durante los veranos de 2010 y 2011, con una importante disminución en el otoño y niveles nulos durante invierno y primavera (Fig. 7). Debido a las bajas cantidades de ninfas parasitadas, especialmente en el tratamiento convencional, no fue posible analizar estadísticamente los datos.

Se registraron las siguientes especies de

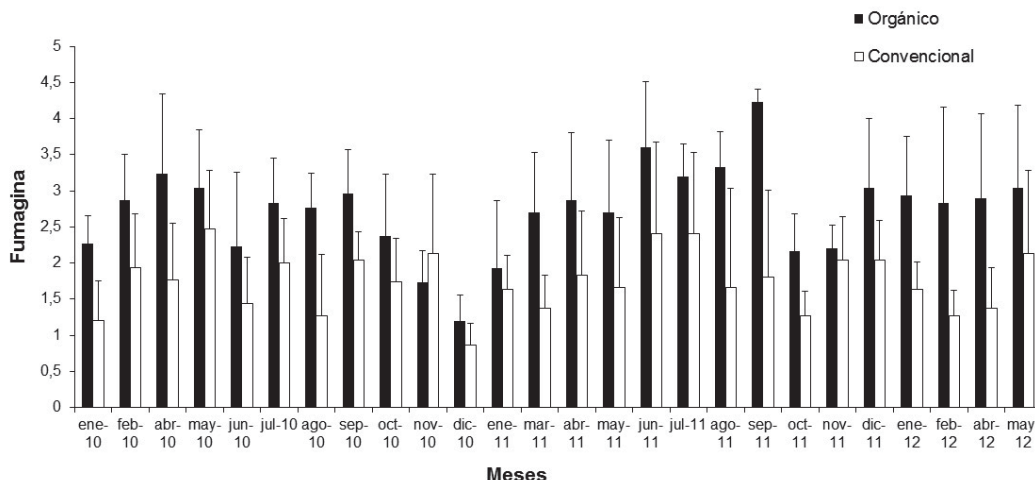


Fig. 5. Nivel de fumagina provocada por moscas blancas (*Dialeurodes citrifolia* / *Singhiella citrifolia*) (media + error estándar) bajo manejo orgánico y convencional durante el período de enero 2010 a mayo 2012. Valores de categorías de fumagina: 0: sin fumagina, 1: <20%, 2: 20-<40%, 3: 40-<60%, 4: 60-<80% y 5: 80-100% de la superficie de hojas y frutos con fumagina.

parasitoides:

Tratamiento orgánico: 1) asociados a colonias de ninfas de mosca blanca constituidas principalmente por *D. citrifolia*: *Encarsia protransvena* Viggiani (Hymenoptera: Aphelinidae), *Encarsia* grupo *strenua* (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Neopomphale* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), y 2) asociado a colonias de mosca blanca constituidas principalmente por *S. citrifolia*: *E. protransvena*

Tratamiento convencional: 1) asociados a colonias de mosca blanca constituidas principalmente por *D. citrifolia*: *E. protransvena* y *Encarsia* grupo *strenua*, y 2) asociado a colonias de mosca blanca constituidas por

ambas especies de moscas blancas en proporciones semejantes: *E. protransvena*

Rendimiento y aplicaciones de agroquímicos.

Se observó un rendimiento de frutos muy variable entre fincas y entre años. No obstante, el análisis estadístico mostró que el rendimiento fue mayor en el tratamiento convencional (año 1: 83,19 ± 8,80 kg/planta, año 2: 80,00 ± 6,12 kg/planta, año 3: 38,36 ± 7,46 kg/planta) respecto del orgánico (año 1: 56,55 ± 11,75 kg/planta; año 2: 56,20 ± 8,78 kg/planta, año 3: 5,16 ± 1,58 kg/planta) ($F_{1,3} = 34,86$; $P = 0,01$), e independiente

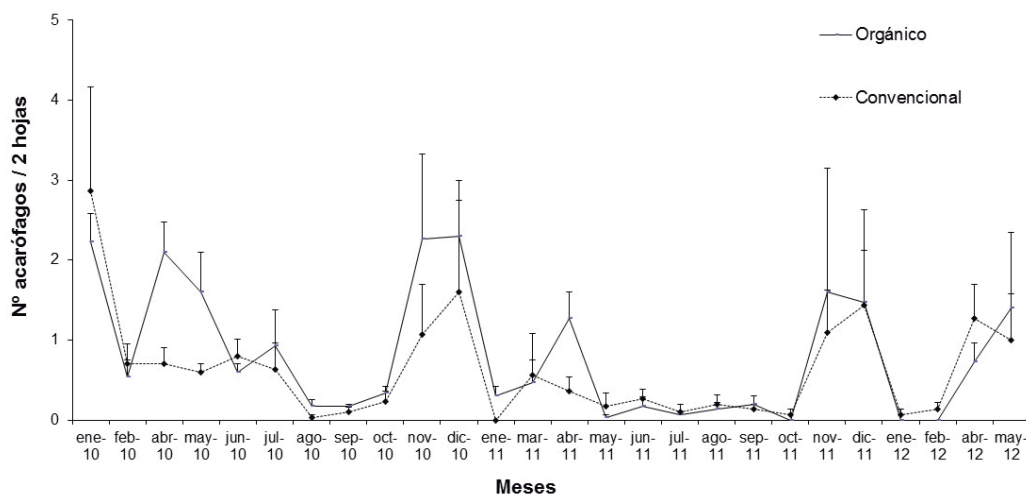


Fig. 6. Fluctuación poblacional del acarófago *Euseius concordis* (media + error estándar) bajo manejo orgánico y convencional durante el período de enero 2010 a mayo 2012. Se observaron diferencias significativas entre los tipos de manejo en los períodos enero-julio 2010, noviembre 2010-abril 2011 y noviembre 2011-mayo 2012 ($P < 0,10$).

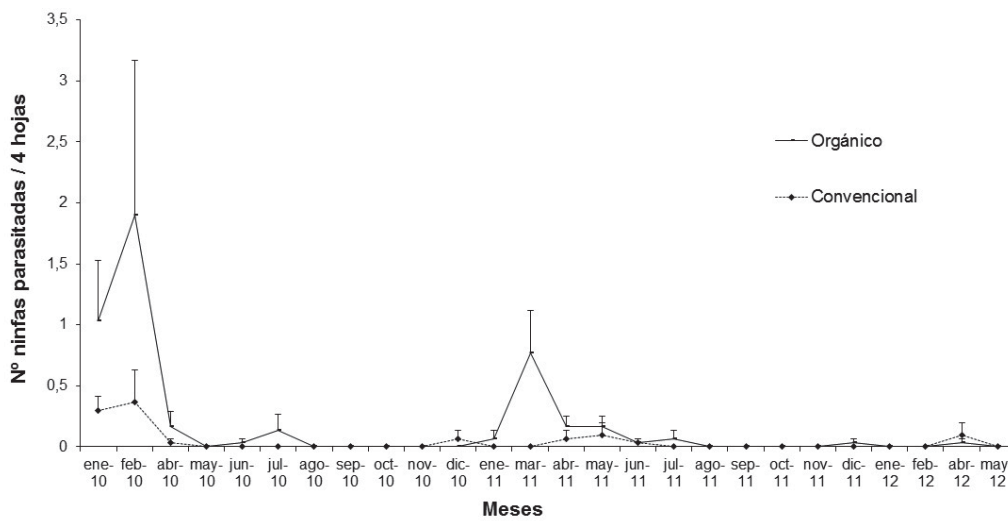


Fig. 7. Fluctuación poblacional de ninfas de moscas blancas (*Dialeurodes citri*/*Singhiella citrifolii*) parasitadas (media + error estándar) bajo manejo orgánico y convencional durante el período de enero 2010 a mayo 2012.

de la superficie de la finca ($F_{1,3} = 4,33$; $P = 0,13$). La menor cantidad de fruta cosechada en el tercer año pudo deberse a las bajas temperaturas registradas hasta mediados de la primavera de 2011, lo que pudo haber afectado la última floración (Tabla II).

Respecto de los agroquímicos, se observó que en las fincas de producción orgánica se realizaron en promedio entre 7 y 11 aplicaciones al año. Los productos utilizados en este manejo fueron aceite mineral y oxiclورو de cobre más aceite mineral, ambos aceptados en la producción orgánica, aunque uno de los productores aplicó dos productos no permitidos en este tipo de sistema: abamectina, en una oportunidad, y spinosad en cebo tóxico, en cinco oportunidades. En las fincas de producción convencional la cantidad promedio de aplicaciones fue de entre 12 y 15 al año, de las que solo un 30-40% correspondió a oxiclورو de cobre y aceite mineral (Tabla II).

DISCUSIÓN

La especie de mosca blanca más abundante en los cultivos de naranjos en la zona de San Pedro fue *D. citri* (más del 70% en promedio), seguida en importancia por *S. citrifolii*. En menor cantidad se registró *A. floccosus* y circunstancialmente *Paraleyrodes* spp. Las dos especies más abundantes son las que predominan en otras áreas cítricas de nuestro país como el NEA y el NOA (Anderson *et al.*, 1996; Cáceres, 2006; Ghiggia *et al.*, 2007). En la zona de San Pedro *D. citri* y *S. citrifolii* estuvieron presentes durante todo el año y pasaron los meses de invierno en el estado de ninfa de cuarto estadio puesto que los adultos desaparecen con las bajas temperaturas. Pasado este período, los primeros adultos emergieron en octubre-noviembre y permanecieron en el ambiente hasta mayo-junio del

siguiente año. Estos resultados coinciden con lo hallado por Gordó (2010) para *D. citri* en esta misma región. Asimismo, diversos autores de distintos lugares del mundo encontraron también que el estado de desarrollo que sobrevive al invierno es la ninfa de cuarta edad en las poblaciones de *D. citri* asociadas a cultivos de cítricos (Soto *et al.*, 2001; Zanic *et al.*, 2001; Bellows & Meisenbacher, 2007; Zeb *et al.* 2011).

El tipo de tratamiento sanitario aplicado por los productores no afectó la cantidad de adultos de *D. citri*/*S. citrifolii* aunque sí los niveles poblacionales de ninfas en dos de los tres años estudiados, con mayores cantidades en las fincas con tratamiento orgánico en comparación con las convencionales. No obstante, esta diferencia no se vio reflejada en los niveles de fumagina en hoja y frutos ya que no difirieron significativamente entre ambos tipos de manejo. Este resultado pone en duda la eficacia de las aplicaciones realizadas para el control de esta plaga con productos de síntesis más nocivos para el ambiente que aquellos utilizados en la producción orgánica.

Independientemente del tratamiento sanitario practicado, se observó una relación inversa entre los niveles poblacionales de moscas blancas y la superficie de la finca. Este resultado puede relacionarse con el patrón de distribución espacial que presentan las moscas blancas en relación con la superficie del cultivo atacado. Para la mosca blanca de los invernáculos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), especie que ataca cultivos hortícolas, se ha estudiado que dicho patrón es aleatorio en invernáculos de pequeñas dimensiones mientras que en invernáculos grandes se observan distintos grados de agregación en zonas o focos de infestación del cultivo: la población de moscas blancas en un invernáculo pequeño se corresponde con la de una zona o foco de uno más grande (Eggenkamp

Tabla II. Rendimiento y aplicaciones de agroquímicos para el control de diversas plagas en cada parcela entre junio de 2009 y julio de 2012.

Periodo	Parcela Variedad Naranja	Manejo orgánico			Manejo convencional		
		1 Washington Navel	2 Washington Navel	3 Washington Navel	1 Washington Navel	2 Washington Navel	3 Navelina
06/2009- 07/2010	Rendimiento (kg/planta)	52,75	83,17	33,74	61,75	95,83	92
	Aceite mineral	3 (MB ^a , P ^b , C ^c y MH ^d)	4 (MB, P, C y MH)	4 (MB P, C y MH)	2 (MB P, C y MH)	2 (MB, P y C)	
	Oxcloruro de cobre + aceite mineral	3 (P)	3 (F)	4 (F)	2 (F)	3 (F)	3 (F)
	Abamectina + aceite mineral				2 (MH)	3 (MH)	2 (MH)
	Clorpirifós 48%					1 (C)	
	Dimetoato				2 (MF)		
	Imidacloprid						1 (MB, P y MH)
	Mercaptotión 100%				2 (MB, C y P)	2 (MB, C y P)	
	Mercaptotión 100% + aceite mineral						3 (MB y C)
	Metidation					1 (MB)	
Spinosad (en cebo tóxico)						9 (MF)	
Rendimiento (kg/planta)	48,70	77,40	42,50	65,25	89,75	85	
08/2010- 07/2011	Aceite mineral	6 (MB, P y C)	6 (MB, P y C)	6 (MB, P y C)		3 (MB y P)	3 (MB y P)
	Oxcloruro de cobre + aceite mineral	4 (F)	4 (F)	4 (F)	2 (F)	2 (F)	4 (F)
	Abamectina			1 (MH)	1 (MH)	3 (MH)	1 (MH)
	Clorpirifós 48%				2 (MB y P)	3 (MF)	
	Clorpirifós 48% + aceite mineral				2 (MH, P, MB y C)		
	Dimetoato				2 (MF)		
	Imidacloprid						1 (MB)
	Mercaptotión 100%				1 (C)	1 (MB y MF)	1 (C)
	Mercaptotión 100% + aceite mineral					2 (MB, P y C)	
	Mercaptotión 100% (en cebo tóxico)						3 (MF)
Spinosad						1 (MF)	
Spinosad (en cebo óxico)			2 (MF)				
Rendimiento (kg/planta)	1,66	8,32	5,51	43,91	50,67	20,52	
08/2011- 07/2012	Aceite mineral	3 (MB, P, C y MH)	3 (MB, P, C y MH)	3 (MB, P, C y MH)	3 (MB, P, C y MH)	3 (MB, P, C y MH)	
	Oxcloruro de cobre + aceite mineral	4 (F)	4 (F)	3 (F)	4 (F)	4 (F)	4 (F)
	Abamectina + aceite mineral				1 (MH)	2 (MH)	3 (MH)
	Clorpirifós 48%				1 (C)	2 (C)	
	Imidacloprid						2 (MB, P y MH)
	Mercaptotión 100%				4 (MB, C, P y MF)	2 (MB, C y P)	
	Mercaptotión 100% + aceite mineral						5 (MB, C y MF)
Spinosad (en cebo tóxico)			3 (MF)			5 (MF)	

a: MB, mosca blanca; b: P, pulgones; c: C, cochinillas; d: MH, minador de la hoja; e: F, fungicida; f: MF, mosca de la fruta.

et al., 1982). Argov *et al.* (1999) y Soto *et al.* (2002) encontraron una distribución agregada para todos los estados de desarrollo de diversas especies de moscas blancas en cítricos, entre ellas *D. citri*, sin especificar el tamaño de las fincas en donde hicieron los muestreos. Entonces, si para las moscas blancas de cítricos se repite la relación entre el patrón de distribución y el área del cultivo hallada para las especies hortícolas, es esperable una mayor densidad poblacional en una finca de menor tamaño frente a una de mayor tamaño al realizar un muestreo al azar como el que se llevó adelante en este trabajo.

La entomofauna benéfica asociada a moscas blancas en la región estuvo compuesta por tres especies de parasitoides himenópteros y una especie de ácaro predador fitoseido, todos ellos relacionados con colonias de *D. citri* y *S. citrifolii*. La especie más frecuente fue *E. concordis*, ya citada en la Argentina en cultivos de cítricos del NEA y el NOA aunque no estrictamente asociado a colonias de moscas blancas (Fernández *et al.*, 1987; Cáceres, 2006; Carrizo *et al.*, 2016). Esta especie estuvo presente todo el año aunque su abundancia disminuyó en los meses de invierno y principios de la primavera. Durante el verano y el otoño

las poblaciones del acarófago fueron mayores en las fincas orgánicas que en las convencionales. Al igual que Gordó (2010), se registró muy circunstancialmente la presencia de otros predadores generalistas (crisópidos y coccinélidos).

Los parasitoides asociados a las dos especies de moscas blancas más abundantes fueron *E. protransvena* y *E. grupo strenua*. Aparecieron en los cultivos al final de la primavera en el mes de diciembre parasitando a las ninfas descendientes de los primeros adultos emergidos en octubre-noviembre tras el período de bajas temperaturas. Permanecieron en el ambiente hasta julio del año siguiente pero con muy bajos niveles de parasitismo. El máximo nivel alcanzado ocurrió en febrero de 2010 con un 15% promedio de las ninfas parasitadas en el tratamiento orgánico. Esto concuerda con resultados hallados por otros autores como Soto *et al.* (2001) quienes registraron menos del 20% de las ninfas de *D. citri* parasitadas por *E. strenua* en cultivos cítricos de Valencia. Si bien no fue posible analizar estadísticamente los datos, se observaron mayores cantidades de ninfas parasitadas durante los veranos de 2010 y 2011 en el tratamiento orgánico respecto del convencional.

Como era esperable, las poblaciones de los enemigos naturales de las moscas blancas aumentaron sus poblaciones cuando lo hicieron sus huéspedes/presas. Pudo observarse que el esquema de aplicación de productos fitosanitarios para combatir esta y otras plagas presentes en los naranjos afectó el desarrollo de la fauna auxiliar, observándose un perjuicio en los establecimientos con manejo convencional de agroquímicos. Un análisis detallado del efecto que estos productos provocan en parasitoides/predadores pertenecientes a los mismos géneros/familias que los enemigos naturales registrados en este estudio permite explicar este resultado. Los productos aplicados por los productores orgánicos (oxicloruro de cobre y aceite mineral) son no tóxicos a ligeramente tóxicos para especies de acarófagos (*Amblyseius swirskii* Athias-Henriot) y parasitoides afelinidos de moscas blancas (*Encarsia formosa* Gahan y *Eretmocerus* sp.). Por el contrario, los productos aplicados por los productores convencionales son tóxicos para estas especies con persistencias en el cultivo que pueden superar inclusive las ocho semanas como es el caso del dimetoato (Biobest, 2016). Estos efectos deberían tenerse en cuenta para seleccionar adecuadamente los productos fitosanitarios al momento de combatir las plagas en los períodos críticos para los insectos auxiliares.

Se observó mayor rendimiento en los establecimientos con manejo sanitario convencional respecto del orgánico. Dado que sólo se observaron diferencias significativas entre ambos tipos de manejo en la población de ninfas de moscas blancas en dos de los tres años estudiados y que no hubo diferencias en la población de adultos y el nivel de fumagina, es factible pensar que esta diferencia en los rendimientos tenga un origen que va más allá del desarrollo de esta plaga. La productividad del cultivo es el resultado de la suma interactiva de una variada gama de factores, referidos a las características propias de la planta, al medio ambiente y a los cuidados que se le brinden (Anderson *et al.*, 1996). Es posible entonces que otros factores no analizados en este trabajo tales como el tipo de suelo, fertilización, riego, poda, raleo de flores/frutos, etc. hayan influido en los rendimientos obtenidos.

CONCLUSIONES

Las especies de moscas blancas más abundantes en la zona de San Pedro fueron *D. citri* y *S. citrifolii*, con mayores niveles poblacionales en primavera y verano. Asociados a ellas, los principales insectos benéficos hallados fueron dos especies de parasitoides afelinidos y un predador fitoseido, cuyas máximas abundancias se produjeron en verano y otoño.

Los resultados de este estudio permiten concluir que un manejo sanitario convencional no es más eficaz que uno orgánico para disminuir los niveles poblacionales de las moscas blancas, y que el desarrollo de esta plaga no es determinante de los rendimientos de frutos

alcanzados en cada tratamiento.

La aplicación convencional de fitosanitarios afectó negativamente a la fauna auxiliar por lo que debería realizarse un manejo adecuado seleccionando aquellos que tienen un efecto menos nocivo. El trabajo conjunto que pueden ejercer parasitoides y predadores es importante en la regulación poblacional de las plagas por lo que debe procurarse conservar e incrementar sus poblaciones, enmarcando el manejo sanitario dentro de un esquema de manejo integrado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Andrea Andorno, Cynthia Cagnotti, Eliana Cuello y Mariana Viscarret del IMYZA, INTA Castelar, por los comentarios sobre el manuscrito. A Claudia Cédola (CEPAVE) y Stefan Schmidt (Museo de Zoología, Munich, Alemania) por su colaboración en la identificación del predador y los parasitoides, respectivamente. Este estudio fue financiado por proyectos del Programa Nacional de Frutales (PNFRU) del INTA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Anderson, C., Banfi, G., Beñatena, H., Casafus, C. M., Costa, N. B., Danos, E., Fabiani, A., Garran, S. M., Larocca, L., Marco, G., Messina, M., Mika, R., Mousques, J., Plata, M. I., Ragone, M., Rivas, R., Vaccaro N. C., & Vázquez, D. (1996) *Manual para productores de naranja y mandarina de la región del Río Uruguay* (ed. Fabiani, A., Mika, R., Larocca, L. & Anderson, C.). INTA, EEA Concordia, Concordia, Entre Ríos, Argentina (disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/manual-para-productores-de-naranja-y-mandarina-de-la-region-del-rio-uruguay>).
- Argov, Y., Rössler, Y., Voet, H., & Rose, D. (1999) Spatial dispersion and sampling of citrus whitefly, *Dialeurodes citri*, for control decisions in citrus orchards. *Agricultural and Forest Entomology*, **11**, 305-318
- Bellows, T.S., & Meisenbacher, C. (2007) Field population biology of citrus whitefly, *Dialeurodes citri* (Ashmead) (Heteroptera: Aleyrodidae), on oranges in California. *Population Ecology*, **49**, 127-134.
- Biobest (2016) Manual de efectos secundarios (disponible en <http://www.biobestgroup.com/es/manual-de-efectos-secundarios>).
- Byrne, D. N., & Bellows, J. R. (1991) Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, **36**, 431-457.
- Cáceres, S. (2006) *Guía práctica para la identificación y el manejo de las plagas de citrus*. Zárate, A. A. (ed. literario). Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Carrizo, B. N., Macián A. J. & Cédola, C. (2016) Avances en el conocimiento de géneros de ácaros fitoseidos (Acari: Phytoseiidae) presentes en plantaciones cítricas de Tucumán, Argentina. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, **36**, 47-50.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, I., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2016) InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (disponible en <http://www.infostat.com.ar>).

- Eggenkamp-Rotteveel Mansveld, M. H., Van Lenteren, J. C., Ellenbroek, J. M., & Woets, J. (1982) The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). XII. Population dynamics of parasite and host in a large, commercial glasshouse and test of the parasite-introduction method used in the Netherlands. *Journal of Applied Entomology*, **93**, 113-130, 258-279.
- Evans, G. A. (2008) *The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies* (disponible en <http://www.sel.barc.usda.gov:5911/WF/World-Whitefly-Catalog.pdf>).
- FAO (Food and Agriculture Organization) y WHO (World Health Organization) (2007) Codex Alimentarius: organically produced food. Third edition (disponible en <http://www.codexalimentarius.org/standards/thematic-compilations/en/>).
- Fernández, R.V., Jaime de Herrero, A. P., & Escudero, L. A. (1987) *Euseius concordis* (Chant) (Acari – Phytoseiidae) predador de ácaros perjudiciales ampliamente distribuido en los cítricos de Tucumán. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, **24**, 65-79.
- García-Marí, F., & Soto, A. (2001) Monitoring butocarboxim resistance of the woolly whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in citrus from Valencia, Spain. *Journal of Economic Entomology*, **94**, 1558-1563.
- Ghiggia, L.I., Paz M. R., & Fernández R.V. (2007) *Encarsia protransvena* Viggiani (Hymenoptera – Aphelinidae) parasitoid of *Dialeurodes citrifolii* (Morgan) (Homoptera – Aleyrodidae) in the citric agroecosystem of Tucumán. *Biocell*, **31**, 259.
- Gordó, M. (2010) *Análisis de la mortalidad en poblaciones de Dialeurodes citri (Hemiptera: Aleyrodidae) en plantaciones de naranjas de San Pedro, Buenos Aires*. Tesis Magister de la Universidad de Buenos Aires, área: Protección Vegetal. 79 pp.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) (2016) Información agrometeorológica - EEA San Pedro (disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/informacion-agrometeorologica-eea-san-pedro>).
- López, S. N., Segade, S., Gordó, M., & Schmidt, S. (2008) Las especies de moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) y sus enemigos naturales parasitoides (Hymenoptera: Aphelinidae) en cultivos de cítricos en San Pedro, Buenos Aires. *En: Libro de Resúmenes del VII Congreso Argentino de Entomología, 2008*, Huerta Grande, Córdoba, Argentina, p. 222.
- López, S. N., Peralta, C., Aguirre, A., & Cáceres, S. (2011) Primer registro de "la mosca negra de los cítricos" *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae) en la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, **70**, 185-187.
- Mound, L. A. & Halsey, S. H. (1978) *Whitefly of the world. A systematic catalogue of the aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data*. British Museum (Natural history) & John Wiley and Sons, London, Gran Bretaña.
- R Core team (2015) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (disponible en <https://www.R-project.org/>)
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) (2016) Situación de la Producción Orgánica en la Argentina durante el año 2015 (disponible en http://www.mapo.org.ar/web_2007/wp-content/uploads/2008/08/Informe-SENASA-2015.pdf).
- Soto, A., Ohlenschläger, F. & García-Marí, F. (2001) Dinámica poblacional y control biológico de las moscas blancas *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri* y *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae) en los cítricos valencianos. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, **27**, 3-20.
- Soto, A., Ohlenschläger, F. & García-Marí, F. (2002) Distribution and sampling of the whiteflies *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri* and *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae) in citrus in Spain. *Journal of Economic Entomology*, **95**, 167-173.
- Tapia, E. A. (1970). Estudio preliminar de los Aleirodideos hallados en la Argentina (Homoptera). *En: Actas y Trabajos del IV Congreso Latinoamericano de Zoología, 1968*, Caracas, Venezuela, pp. 219-234.
- Terán, A. L. (1979) Dos *Paraleyrodes* (Homoptera: Aleyrodidae) nuevos en los cítricos de Tucumán. *En: Actas y Trabajos de la Jornada Fitosanitaria Argentina, 1979*, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina, pp. 161-189.
- Vaccaro, N.C. (1992) Mosca blanca de los citrus *Dialeurodes citrifolii* (Morgan) Homoptera, Aleyrodidae. Descripción, comportamiento y control. G Enfermedades, Plagas y su Control. *Carpeta de Información Citrícola 2. Sección G (22)*, EEA INTA Concordia, Concordia, Entre Ríos, Argentina.
- Varela Fuentes, S. E., Silva Aguirre, G. L. & Myartseva, S. N. (2007) *Manual para el manejo de la mosca prieta de los cítricos y sus parasitoides en el noroeste de México y la Región Huasteca*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- Viscarret, M. M. (2000) *Estudios biológicos sobre Aleyrodida (Insecta: Hemiptera) con especial énfasis en el complejo Bemisia tabaci (Gennadius) y su posible control biológico*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 131 pp.
- Viscarret, M., Botto E. N. & Polaszek, A. (2000) Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of economic importance and their natural enemies (Hymenoptera: Aphelinidae, Signiphoridae) in Argentina. *Revista Chilena de Entomología*, **26**, 1-11.
- Yothers, W. W. (1913) *Spraying for Whiteflies in Florida*. Cir. 8, 8 pp., U. S. Department of Agriculture, Washington, USA.
- Zanic, K., Igrc Barcic, J. & Kacic, S. (2001) *Dialeurodes citri* (Ashmead, 1885) in the Adriatic Region of Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, **66**, 161-168
- Zeb, Q., Khan, I., Inayatullah, M., Hayat, Y., Saljoqi, A. R. & Khan, M. A. (2011) Population dynamics of citrus whiteflies, aphids, citrus psylla leaf miner and their biocontrol agents in Khyber Pakhtunkhwa. *Sarhad Journal of Agriculture*, **27**, 451-457
- Zuur, A. F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A. & Smith, G.M (2009). *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, New York, USA.