

Fluctuación poblacional y parasitismo de *Aleurothrixus floccosus* (Hemiptera: Aleyrodidae) en cítricos del Desierto de Atacama, Chile

Population fluctuation and parasitism of *Aleurothrixus floccosus* (Hemiptera: Aleyrodidae) in citrus trees from Atacama Desert, Chile

VÍCTOR TELLO-MERCADO¹,
MIGUEL ZARZAR-MAZA²

¹ Ph. D. Programa Doctoral en Agricultura para Ambientes Áridos-Desérticos, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Avenida Arturo Prat 2120, Casilla 121, Iquique, Chile, vetello@unap.cl, <https://orcid.org/0000-0002-2667-0470>. ² Ingeniero Civil Bioquímico, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Avenida Arturo Prat 2120, Casilla 121, Iquique, Chile, mzarzar@unap.cl, <https://orcid.org/0000-0003-3131-4486>.

Autor para correspondencia

Victor Tello-Mercado. Programa Doctoral en Agricultura para Ambientes Áridos-Desérticos, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Avenida Arturo Prat 2120, Casilla 121, Iquique, Chile, vetello@unap.cl.

Citación sugerida

TELLO-MERCADO, V.; ZARZAR-MAZA, M. 2021. Fluctuación poblacional y parasitismo de *Aleurothrixus floccosus* (Hemiptera: Aleyrodidae) en cítricos del Desierto de Atacama, Chile. Revista Colombiana de Entomología 47 (1): e7806. <https://doi.org/10.25100/socolen.v47.i1.7806>

Recibido: 20-mar-2020

Aceptado: 25-nov-2020

Publicado: 14-may-2021

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0
creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología

SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)

<https://www.socolen.org.co>

Universidad del Valle (Cali, Colombia)

<https://www.univalle.edu.co>

© 2021 Sociedad Colombiana de Entomología - SOCOLEN y Universidad del Valle - Univalle

Resumen: Se estudió el efecto del tipo de manejo de cultivo sobre el parasitismo de *Aleurothrixus floccosus* (Hemiptera: Aleyrodidae). Los parasitoides estudiados fueron: *Cales noacki* (Hymenoptera: Aphelinidae), *Eretmocerus paulistus* (Hymenoptera: Aphelinidae), *Amitus spiniferus* (Hymenoptera: Platygastridae) y el hiperparasitoide *Signiphora* sp. (Hymenoptera: Signiphoridae). El estudio se realizó en el Oasis de Pica, ubicado en el Desierto de Atacama, Región de Tarapacá, Chile, desde febrero del 2009 hasta febrero de 2011. Se seleccionaron tres huertos según el tipo de plantación: Bajo Miraflores con marco de plantación (5 x 5 m) y manejo de poda; San Lorenzo sin marco de plantación ni manejo de poda; y Miraflores que representa un sistema mixto entre los anteriores. Se aplicaron dos tipos de procedimientos de muestreo; uno de tipo absoluto, en el que se colectaron 36 hojas por árbol en cuatro árboles marcados, realizando dos muestreos por mes y el otro a través de trampas cromó-atrayentes pegajosas amarillas que se ubicaron en la parte central de cada árbol marcado en el muestreo absoluto. Los resultados indican que en el Oasis de Pica, los diferentes estadios de *A. floccosus* se distribuyen a través de todo el año, encontrándose todos ellos en cualquier mes. Los tres sectores muestreados mostraron diferentes niveles poblacionales de *A. floccosus*. El parasitismo de *A. floccosus* es afectado por el tipo de plantación. El hiperparasitoide *Signiphora* sp. presentó la mayor densidad poblacional. El porcentaje promedio de parasitismo de *A. floccosus*, en Pica, fue inferior al 15 %.

Palabras clave: Mosca blanca algodonosa de los cítricos, plaga de cítricos, fitófagos, Hemiptera, Hymenoptera, *Aleurothrixus floccosus*.

Abstract: The effect of three different types of crop management on parasitism of *Aleurothrixus floccosus* in the Atacama Desert was studied. The studied parasitoids were: *Cales noacki*, *Eretmocerus paulistus*, *Amitus spiniferus*, and the hyperparasitoid *Signiphora* sp. The study was performed in Pica Oasis, located in the Atacama Desert, Tarapacá region, Chile, from February 2009 until February 2011. Three orchards were selected based on the type of plantation: the Bajo Miraflores Sector with plantation frames (5 x 5 m) and pruning management; the San Lorenzo Sector without plantation frames or pruning management; and Miraflores Sector that represents a mixed system between both of them. Two sampling procedures were applied. One was of the absolute type, in which 36 leaves per tree were collected from four labeled trees that were sampled twice a month, and the other was collected through yellow sticky chrome-attracting traps set in the central part of each of the labeled trees used for absolute sampling. The results indicate that in the Oasis of Pica, the different stages of *A. floccosus* are distributed throughout the year; with all stages represented during every month. The three sampled sectors exhibited different population levels of *A. floccosus*. The hyperparasitoid *Signiphora* sp. presented the highest population density. The average parasitism percentage of *A. floccosus* in Pica was lower than 15 %.

Keywords: Woolly whitefly, citrus pests, phytophagous, Hemiptera, Hymenoptera, *Aleurothrixus floccosus*.

Introducción

La mosca blanca algodonosa de los cítricos, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell, 1895) (Hemiptera: Aleyrodidae) es una de las plagas más importantes en cítricos a nivel mundial (Giliomee y Millar 2009; Tello *et al.* 2014). Este insecto ocurre en las siguientes zonas biogeográficas: Neártica, Neotropical, Paleártica Oeste, Africa tropical, Paleártica Este, Islas Orientales y del Pacífico (Evans 2007). Está ausente en Australasia y Hawaii. Además, está asociada con alrededor de 31 familias botánicas (Evans 2007). En Chile, este hemíptero, se distribuye desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región Temuco, asociándose a guayaba (*Psidium guajava* L.), limón [*Citrus limon* (L.)], mandarina (*Citrus reticulata* B.), naranjo [*Citrus sinensis* (L.)], pomelo (*Citrus grandis* H.) (Klein y Waterhouse 2000).

Las formas imaginales, tanto machos como hembras, tienen sus cuerpos y alas cubiertos con una sustancia cerosa de color blanco. Los huevos son pedunculados, curvados (reniformes), ovipuestos en círculo o semi-círculo. Los tres primeros estadios ninfales son sésiles, de forma oval, dorso-ventralmente aplanadas, color transparente, protegidas por una masa de hebras cerosas. Las ninfas de cuarto estadio, también sésiles y de forma suboval, de color blanco amarillo pálido, siendo de color marrón en su madurez, cubiertas por hebras algodonosas cerosas (Paulson y Kumashiro 1985; Luppichini *et al.* 2008; Alford 2014).

Las moscas blancas prefieren alimentarse y oviponer sobre la superficie abaxial de las hojas jóvenes (Ripa *et al.* 1999; Giliomee y Millar 2009). En el Desierto de Atacama (Regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá), esta especie se reproduce continuamente a través del año, constituyendo una plaga importante en cítricos (Luppichini *et al.* 2008).

El Oasis de Pica se localiza a 300 msnm y presenta temperaturas que varían entre 2 a 3 °C en invierno y desde 10 a más de 45 °C en verano. No existen lluvias a lo largo del año. El agua de riego se obtiene por bombeo desde napas subterráneas (20-40 m de profundidad). El tipo de suelo es arenoso y se utiliza estiércol de aves marinas y de cabras como fertilizantes. En el Oasis de Pica, se entremezclan diferentes sistemas de manejo de cultivo: sistema tradicional, el cual no presenta marco de plantación ni manejo de poda; sistema intensivo, con marco de plantación (5 x 5 m) y con manejo de poda y un tercer sistema que es una mezcla de los mencionados. Las plagas más relevantes que afectan a los cítricos son: *A. floccosus*, *Aphis citricola* (van der Goot, 1914) (Hemiptera: Aphididae) y la araña *Panonychus citri* (McGregor, 1916) (Acari: Tetranychidae). Para el manejo de estas plagas no se aplican pesticidas sintéticos (Rojas 2005), solamente se realizan lavados con agua a alta presión (Ragusa *et al.* 2000; Tello *et al.* 2014).

Tres especies de Hymenoptera, dos Aphelinidae *Cales noacki* (Howard, 1907) y *Eretmocerus paulistus* (Hempel, 1904) y un Platygasteridae *Amitus spiniferus* (Brethes, 1914) son los enemigos naturales conocidos de *A. floccosus*. *C. noacki* es una microavispa endémica de Chile que no siempre se ha comportado como un buen agente de control biológico de la mosca blanca de los cítricos, situación que ha sido claramente observada en cítricos cultivados en la zona central de Chile (Rojas 2005). *A. spiniferus* fue introducido en Chile desde Perú entre 1965 y 1968, logrando su establecimiento a partir de 1970 y posteriormente mostrando una alta efectividad en reducir la plaga en el Valle de La Ligua (Región

de Valparaíso). Con respecto a *E. paulistus*, la información generada en este estudio es la primera documentación acerca de esta avispa para el Oasis de Pica. Acerca del hiperparasitoides *Signiphora* sp., Ripa *et al.* (1999) reportaron que este insecto fue registrado por primera vez para Chile en 1997, actuando como parásito secundario sobre ninfas ya parasitadas por *A. spiniferus* y *C. noacki*. Sin embargo, la fluctuación poblacional y la efectividad de estos parasitoides aún no ha sido evaluada así como tampoco el efecto que podría tener el tipo de manejo de cultivo sobre el parasitismo ejercido por estas microavispas sobre la mosca blanca algodonosa de los cítricos, en las condiciones de ecosistema de oasis en el Desierto de Atacama, el más árido del mundo.

Materiales y métodos

Material biológico. Con anterioridad a los muestreos se realizó una minuciosa clasificación de las especies. *C. noacki* y *A. spiniferus* se identificaron mediante claves y por comparación con material de referencia depositado en la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Arturo Prat. *E. paulistus* fue identificado por las doctoras Svetlana Myartseva y Juana M. Coronado-Blanco, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Actualmente, aún se trabaja en el reconocimiento de la especie *Signiphora* sp. con la colaboración de Jim Woolley de Texas A&M University, Estados Unidos.

Muestreo absoluto en hojas de *Citrus sinensis*. Los trabajos de campo se realizaron en árboles de *C. sinensis* en tres huertos típicos del oasis de Pica: 1) Sector Miraflores Bajo (20°29'12,1''S, 69°19'34,7''O) con marco de plantación (5 x 5 m) y manejo de poda, 2) Sector San Lorenzo (20°28'48,6''S, 69°19'18,3''O) sin marco de plantación ni manejo de poda y 3) Sector Miraflores (20°28'54,4''S, 69° 19'14,7''O) que representa un sistema mixto entre los dos, es decir, con poda pero sin marco de plantación. Se muestreó, en forma quincenal, desde febrero del 2009 hasta febrero del 2011.

Para el muestreo absoluto se siguió el método aplicado por Katsoyannos *et al.* (1997) y Ulusoy *et al.* (2003). Se recolectaron 36 hojas por árbol (tres de la zona apical, tres de la parte media y otras tres hojas basales escogidas de cada cuadrante de cuatro árboles marcados), obteniéndose 144 hojas por sector, y muestreando dos veces por mes. Las hojas se examinaron en el laboratorio bajo microscopio estereoscópico con un aumento de 50 x (Carl Zeiss, modelo Stemi SV6, Alemania). Se registró el número de huevos y ninfas de *A. floccosus* parasitadas y no parasitadas, con lo cual se calculó el nivel de infestación como el número promedio de huevos y ninfas vivas de *A. floccosus* en cinco cuadrados de 0,25 cm² de superficie foliar, llevándose a 1 cm². El examen de las ninfas parasitadas se realizó aplicando la técnica desarrollada por Garrido *et al.* (1978) que consistió en introducir la hoja completa en una placa Petri con xilol. Una vez impregnados los especímenes se separaron de la hoja con ayuda de una aguja entomológica. Posteriormente, con un pincel se depositaron en otra placa Petri con una capa de xilol de 1,5 cm de espesor para permitir que se fueran al fondo y aclararan. Se mantuvieron por espacio de 3 h y se procedió a su observación con un microscopio estereoscópico con fondo negro. El porcentaje de parasitismo fue calculado siguiendo a Santamaría *et al.* (1998) y Hoelmer y Simmons (2008).

Muestreo relativo (trampas amarillas pegajosas). Se siguió una modificación del método propuesto por Ekbohm y Xu (1990). Se muestrearon adultos de *A. floccosus*, *C. noacki*, *E. paulistus* y *Signiphora* sp. a través de trampas cromoaerayentes de color amarillo rey (Industrias Ceresita®), con una superficie útil de 199,92 cm², se aplicó como adherente el pegamento Point Sticky Glue® (Point Chile, SA). Las trampas se colocaron en la parte central de cada uno de los cuatro árboles marcados y utilizados para el muestreo de hojas. Las 12 trampas se reemplazaron dos veces al mes, abarcando el mismo período que el muestreo absoluto.

Análisis estadístico. Se comparó el número promedio de huevos y ninfas (parasitadas y no parasitadas) y los adultos capturados en trampas amarillas pegajosas, entre los tres manejos del cultivo. Los datos se analizaron con el software R version 3.5.1 (R Core Team 2018). Al no cumplir los residuales los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el análisis factorial de datos no paramétrico denominado Transformación de Rango Alineado (“Aligned Rank Transform”) mediante la función *art* en la librería “ARTool” (Wobbrock *et al.* 2011; Kay and Wobbrock 2018). Las pseudo-repeticiones fueron tratadas con un análisis de varianza de medidas repetidas sobre las respuestas y prueba post-hoc de Tukey (contrastes a pares respecto a cada sector) mediante la función *emmeans* (Lenth 2018). La comparación de dos medias fue realizada con la prueba no paramétrica de rango con signo de Wilcoxon. El nivel de significancia utilizado fue 0,05. Se graficó mediante la librería *plotrix* (Lemon 2006). Se realizaron correlaciones sobre el número de ninfas y “pupas” parasitadas *A. floccosus* registradas en hojas y adultos de parasitoides capturados por trampas pegajosas amarillas. Se utilizó la correlación de Spearman debido a que los residuales no se distribuyeron con normalidad.

Resultados

Fluctuación poblacional de *A. floccosus*, *C. noacki*, *E. paulistus*, *Signiphora* sp. en hojas y en trampas cromoaerayentes. Las temperaturas promedios mensuales registradas en el Oasis de Pica para el período que abarcó el estudio son mostradas en la Figura 1. En 2009, la temperatura promedio fue de 19,67 ± 0,04 °C, la temperatura mínima promedio que se registró en julio (invierno) fue 16,55 ± 0,13 °C y la máxima promedio fue 22,02 ± 0,20 °C en noviembre (primavera). El año 2010 la temperatura promedio registrada fue de 19,74 ±

0,04 °C, la mínima promedio fue de 14,69 ± 0,14 °C (julio) y la máxima promedio de 23,26 ± 0,13 °C, registrada en febrero.

Muestreo absoluto: muestreo en hojas. Los resultados para la fluctuación poblacional de huevos, ninfas y “pupas” de *A. floccosus* se muestran en la Tabla 1 y Figura 1. La multiplicación de *A. floccosus* fue continua para los dos años de muestreo (2009 y 2010) superponiéndose los diferentes estadios (huevos, ninfas y “pupas”). Los máximos poblacionales de huevos coincidieron con los de las ninfas 1 en el sector de Miraflores Bajo. Un descenso en las densidades poblacionales se registró en los sectores de San Lorenzo y Miraflores, que coincidió con lavados con agua a presión realizados en febrero del 2010, los cuales no se realizaron en Miraflores Bajo.

Huevos. La densidad promedio de huevos de *A. floccosus* fluctuó entre 1,59 y 13,51 huevos·cm⁻² (Tabla 1). Hubo diferencias significativas entre los tres sectores para los dos años de muestreo (2009: $F_{(2, 10.362)} = 15,35, P < 0,0001$; 2010: $F_{(2, 10.794)} = 110,49, P < 0,0001$), siendo Miraflores Bajo el que presentó las mayores densidades.

Ninfas (estadios 1, 2, 3 y 4 temprana). La densidad promedio de ninfas de *A. floccosus* fluctuó entre 0,23 y 3,70 ninfas/cm² (Tabla 1). Las ninfas de primer instar fueron más abundantes en el sector de Miraflores Bajo, las de segundo fueron más abundantes en el sector de Miraflores, las de tercer en el sector de Miraflores y las de cuarto en los sectores Miraflores y Miraflores Bajo. Al analizar las ninfas totales se encontraron diferencias significativas entre los tres sectores (2009: $F_{(2, 10.362)} = 26,79, P < 0,0001$; 2010: $F_{(2, 10.794)} = 116,69, P < 0,0001$).

Ninfas 4 avanzadas. La densidad promedio de ninfas 4 avanzadas de *A. floccosus* fluctuó entre 0,06 y 0,73 “pupas”·cm⁻² (Tabla 1). Al comparar los sectores, se presentaron diferencias significativas para cada año de muestreo, siendo los sectores de Miraflores y Miraflores Bajo los que presentaron las mayores densidades.

Según este estudio, para los cítricos de Pica las mayores infestaciones ocurrieron en el 2009 con un promedio de 8,22 ± 0,18 ninfas·cm⁻², en cambio el 2010 se registró un promedio de 3,42 ± 0,10 ninfas·cm⁻², alcanzando su mayor población en plena primavera (octubre con 13,11 ± 0,78 ninfas de *A. floccosus*·cm⁻²). Los mayores aumentos en el 2009 se obtuvie-

Tabla 1. Número (media ± EE¹) de juveniles (huevos, ninfas y pupoides) por cm² de *Aleurothrixus floccosus* en hojas de *Citrus sinensis* cultivados en tres huertos con distinto manejo del cultivo en el Oasis de Pica, Desierto de Atacama, Chile. Período 2009-2010.

Sector	Huevos		Ninfa 1		Ninfa 2		Ninfa 3		Ninfa 4		“Pupa”	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Miraflores ²	8,31 ± 0,47 b ³	3,73 ± 0,29 b	3,03 ± 0,15 b	1,12 ± 0,07 a	2,36 ± 0,12 a	1,03 ± 0,07 a	1,67 ± 0,07 a	0,72 ± 0,04 a	2,00 ± 0,08 a	1,43 ± 0,07 a	0,56 ± 0,03 a	0,23 ± 0,02 a
San Lorenzo ⁴	5,95 ± 0,12 c	1,59 ± 0,05 c	2,23 ± 0,03 b	0,52 ± 0,01 b	2,03 ± 0,03 b	0,35 ± 0,01 c	1,13 ± 0,02 c	0,23 ± 0,01 c	1,29 ± 0,02 b	0,42 ± 0,01 c	0,44 ± 0,01 b	0,06 ± 0,00 c
Miraflores Bajo ⁵	13,51 ± 0,21 a	9,28 ± 0,15 a	3,70 ± 0,07 a	1,93 ± 0,03 a	1,71 ± 0,03 c	0,81 ± 0,02 b	1,44 ± 0,02 b	0,46 ± 0,01 b	2,07 ± 0,02 a	1,25 ± 0,02 b	0,73 ± 0,01 a	0,17 ± 0,00 b
F	15,35	110,49	8,13	66,9	30,26	65,12	21,18	85,09	30,39	109,13	19,49	56,46
P-valor	<0,0001	<0,0001	0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹ EE: Error estándar. ² Con marco de plantación y con poda. ³ Medias con diferentes letras minúsculas dentro de cada columna son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey (P < 0,05). ⁴ Sin marco de plantación y sin poda. ⁵ Mixto.

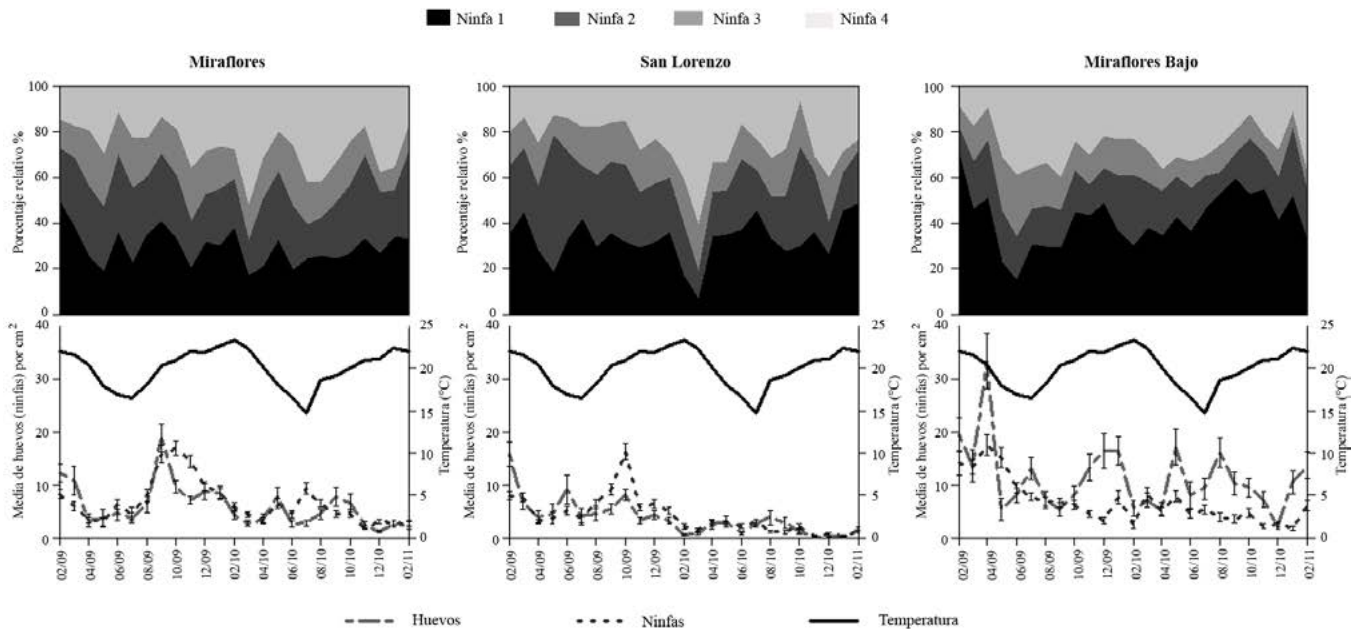


Figura 1. Fluctuación poblacional de huevos, ninfas y “pupas” de *Aleurothrix floccosus* en hojas de *Citrus sinensis* en tres huertos con distinto manejo de cultivo en el Oasis de Pica. Período 2009-2010.

ron en el sector Miraflores Bajo en otoño, en abril y mayo con $17,50 \pm 1,95$ y $15,10 \pm 1,89$ ninfas·cm⁻², respectivamente. En Miraflores, en octubre y noviembre se obtuvieron $16,86 \pm 1,41$ y $15,72 \pm 1,72$ ninfas·cm⁻², respectivamente, y en San Lorenzo en octubre y septiembre fueron de $16,28 \pm 1,58$ y $9,14 \pm 1,09$ ninfas·cm⁻², respectivamente. Es decir que, en estos dos últimos huertos, los más altos niveles de población de ninfas se registraron principalmente en el periodo de primavera.

La supervivencia media de huevo a ninfa de primer instar fue muy similar para los sectores de San Lorenzo y Miraflores y levemente menor para Miraflores Bajo (36,50; 34,41 y 24,66 %, respectivamente). La supervivencia de huevo a “pupa” fue inferior al 10 % en todos los sectores (6,62; 6,59 y 3,90 % para San Lorenzo, Miraflores y Miraflores Bajo, respectivamente).

Muestreo relativo: Muestreo con trampas cromotransparentes. *Aleurothrix floccosus*. Este estudio muestra que para las moscas blancas existió un descenso de la población del

año 2009 al 2010 (Tabla 2, Fig. 2). En 2009 la mayor captura de adultos de *A. floccosus* se registró en el sector de Miraflores Bajo (menor cobertura) en marzo y abril, con $5,25 \pm 0,73$ adultos·cm⁻² y $5,25 \pm 0,90$ adultos·cm⁻², respectivamente. En el sector de San Lorenzo (el de mayor cobertura) las mayores capturas se registraron en abril y mayo con $4,45 \pm 0,68$ adultos·cm⁻² y $3,00 \pm 0,45$ adultos·cm⁻², respectivamente. En el sector de Miraflores (cobertura intermedia) la mayor captura se registró en agosto con $3,50 \pm 0,40$ adultos·cm⁻². El año 2010, el número mayor de adultos de *A. floccosus* se capturó en el sector de Miraflores Bajo en abril y febrero ($3,43 \pm 0,41$ y $3,25 \pm 0,48$ adultos·cm⁻², respectivamente). En el sector de Miraflores el máximo de captura fue en enero con $1,90 \pm 0,42$ adultos·cm⁻² y por último en el Sector de San Lorenzo, el máximo de capturas de adultos de *A. floccosus* se registró en agosto con $1,35 \pm 0,28$ adultos·cm⁻².

***Cales noacki*.** Las capturas más altas de adultos de *C. noacki* registradas el año 2009 en los tres sectores fueron: San

Tabla 2. Número (media ± EE¹) de adultos de *Aleurothrix floccosus*, *Cales noacki*, *Signiphora* sp., *Eretmocerus paulistus* y *Amitus spiniferus* colectados en trampas amarillas pegajosas en árboles de *Citrus sinensis* cultivados en tres huertos con distinto manejo del cultivo en el Oasis de Pica, Desierto de Atacama, Chile. Período 2009-2010.

Sector	<i>Aleurothrix floccosus</i>		<i>Cales noacki</i>		<i>Signiphora</i> sp.		<i>Eretmocerus paulistus</i>		<i>Amitus spiniferus</i>	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Miraflores ²	2,20 ± 0,11 b ³	0,95 ± 0,07 b	0,24 ± 0,04 b	0,19 ± 0,02 a	0,39 ± 0,05 b	0,34 ± 0,05 b	0,34 ± 0,04 a	0,15 ± 0,02 a	0,02 ± 0,01 a	0,00 ± 0,00 a
San Lorenzo ⁴	1,31 ± 0,09 c	0,51 ± 0,04 c	0,15 ± 0,03 b	0,11 ± 0,02 b	0,31 ± 0,04 b	0,08 ± 0,01 c	0,41 ± 0,04 a	0,16 ± 0,02 a	0,01 ± 0,01 a	0,01 ± 0,01 a
Miraflores Bajo ⁵	2,99 ± 0,14 a	1,56 ± 0,08 a	0,01 ± 0,00 a	0,03 ± 0,02 c	1,12 ± 0,13 a	0,58 ± 0,08 a	0,37 ± 0,04 a	0,23 ± 0,02 a	0,01 ± 0,01 a	0,00 ± 0,00 a
F	69,65	64,43	23,14	32,81	32,33	44,42	1,56	2,55	0,29	0,80
P-valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,2108	0,0786	0,7483	0,4481

¹ EE: Error estándar. ² Con marco de plantación y con poda. ³ Medias con diferentes letras minúsculas dentro de cada columna son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey (P < 0,05). ⁴ Sin marco de plantación y sin poda. ⁵ Mixto.

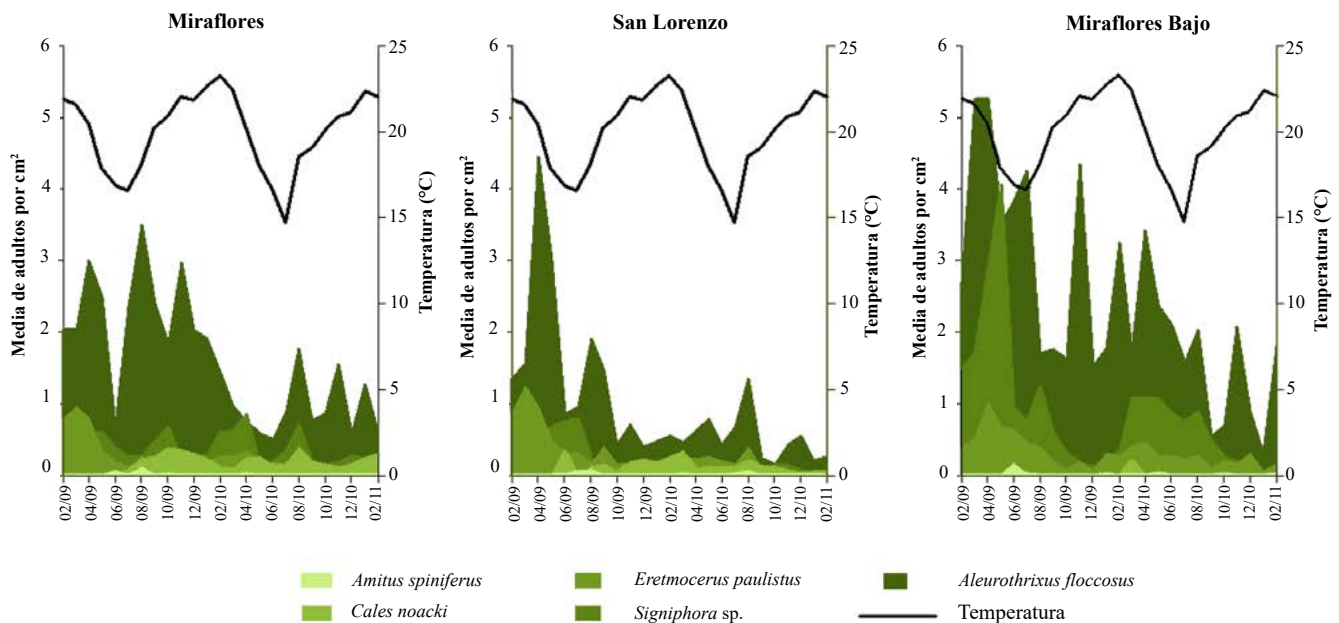


Figura 2. Fluctuación poblacional de adultos de *Amitus spiniferus*, *Cales noacki*, *Eretmocerus paulistus*, *Signiphora* sp. y *Aleurothrix floccosus* registrada en trampas amarillas pegajosas en tres huertos con distinto manejo de cultivo en el Oasis de Pica. Período 2009-2010.

Lorenzo con $1,25 \pm 0,29$ adultos·cm⁻² en marzo; seguido de Miraflores Bajo con $1,00 \pm 0,38$ adultos·cm⁻² y por último Miraflores registró, en abril, una captura máxima promedio de $0,95 \pm 0,28$ adultos·cm⁻² (Tabla 2). El año 2010 las capturas máximas de *C. noacki*, por sector, fueron: Miraflores con $0,38 \pm 0,12$ adultos·cm⁻² en agosto; San Lorenzo con $0,33 \pm 0,17$ adultos·cm⁻² en marzo y Miraflores Bajo con $0,20 \pm 0,20$ adultos·cm⁻² en marzo.

***Eretmocerus paulistus*.** Registró un promedio máximo en marzo del 2009 en el sector de San Lorenzo con $1,25 \pm 0,29$ adultos·cm⁻², en Miraflores Bajo se registró un promedio máximo, en abril del 2009, de $1,00 \pm 0,38$ adultos·cm⁻² y en Miraflores se registró un promedio máximo de $0,95 \pm 0,28$ adultos·cm⁻² en marzo del 2009 (Tabla 2). El año 2010 la captura máxima fue en el sector Miraflores Bajo en abril con $0,45 \pm 0,11$ adultos·cm⁻²; en San Lorenzo la máxima captura promedio fue de $0,38 \pm 0,09$ adultos·cm⁻² en agosto y en Miraflores fue de $0,33 \pm 0,08$ adultos·cm⁻² en abril.

***Amitus spiniferus*.** La captura de *A. spiniferus* en los dos años y en los tres sectores muestreados fue la más baja de los parasitoides estudiados. No hubo diferencias significativas entre los tres sectores para los años 2009 ($F_{(2,894)} = 0,29$, $P = 0,7483$) y 2010 ($F_{(2,1.434)} = 0,80$, $P = 0,4481$) (Tabla 2). La mayor captura se registró el mes de agosto del 2009 en el sector de Miraflores con $0,10 \pm 0,05$ adultos·cm⁻²; en los sectores de Miraflores Bajo y San Lorenzo, se registró el mismo nivel de captura de $0,08 \pm 0,04$ adultos·cm⁻² en junio y agosto del 2009, respectivamente. El año 2010 la mayor captura se registró en el sector de San Lorenzo ($0,05 \pm 0,05$ adultos·cm⁻² el mes de agosto). En los sectores de Miraflores Bajo y Miraflores se registró el mismo nivel máximo de capturas ($0,03 \pm 0,03$ adultos·cm⁻²) en los meses de enero y abril, respectivamente.

***Signiphora* sp.** En cuanto a *Signiphora* sp., los muestreos de adultos mostraron diferencias significativas entre los tres sec-

tores, tanto para el año 2009 ($F_{(2,1.374)} = 32,33$, $P < 0,0001$) como para el 2010 ($F_{(2,1.434)} = 44,42$, $P < 0,0001$) (Tabla 2). Es importante destacar la alta captura de este hiperparasitoides en el sector de Miraflores Bajo la cual alcanzó un valor de $4,08 \pm 1,02$ adultos·cm⁻². En San Lorenzo, en julio del 2009, la máxima captura de adultos de *Signiphora* sp. fue de $0,80 \pm 0,27$ adultos·cm⁻². En Miraflores la máxima captura se registró en octubre con $0,68 \pm 0,28$ adultos·cm⁻². En 2010 las máximas capturas se registraron en marzo, abril y mayo en el sector de Miraflores Bajo con el mismo nivel de $1,08$ adultos·cm⁻². En Miraflores la máxima cantidad de individuos capturados se registró en abril con $0,85 \pm 0,31$ adultos·cm⁻². En San Lorenzo se registró un nivel máximo de $0,28 \pm 0,09$ adultos·cm⁻² en agosto.

En resumen, la abundancia promedio de adultos de parasitoides capturados por trampas, integrando los tres sectores y los dos años de muestreo, de mayor a menor densidad es: *Signiphora* sp.: $0,47 \pm 0,03$ adultos·cm⁻², *E. paulistus*: $0,27 \pm 0,01$ adultos·cm⁻², *C. noacki*: $0,21 \pm 0,01$ adultos·cm⁻² y *A. spiniferus*: $0,01 \pm 0,00$ adultos·cm⁻².

Evaluación de parasitismo en ninfas y “pupas” de *A. floccosus*. Respecto al parasitismo de enemigos naturales de la mosca blanca, en la Figura 3 se muestra la acción de *C. noacki*, *E. paulistus*, *A. spiniferus* y *Signiphora* sp. sobre ninfas y “pupas” de *A. floccosus*. La cantidad de ninfas parasitadas disminuye en 2010 con respecto a 2009. El parasitismo de ninfas fue estadísticamente igual para los sectores de Miraflores y Miraflores Bajo y ambos fueron diferentes al sector de San Lorenzo, que registró el menor número de ninfas parasitadas (Tabla 3).

Al comparar el número de ninfas parasitadas con las no parasitadas, se observa que para los tres sectores se registraron diferencias significativas (Miraflores: $V = 2725800$, $P < 0,0001$; San Lorenzo: $V = 1221400$, $P < 0,0001$; Miraflores Bajo: $V = 2098200$, $P < 0,0001$) (Tabla 4). En cuanto parasitismo de “pupas”, éste fue estadísticamente igual para los sectores de Miraflores y Miraflores Bajo y ambos diferentes al sector San Lorenzo con el nivel de parasitismo más bajo.

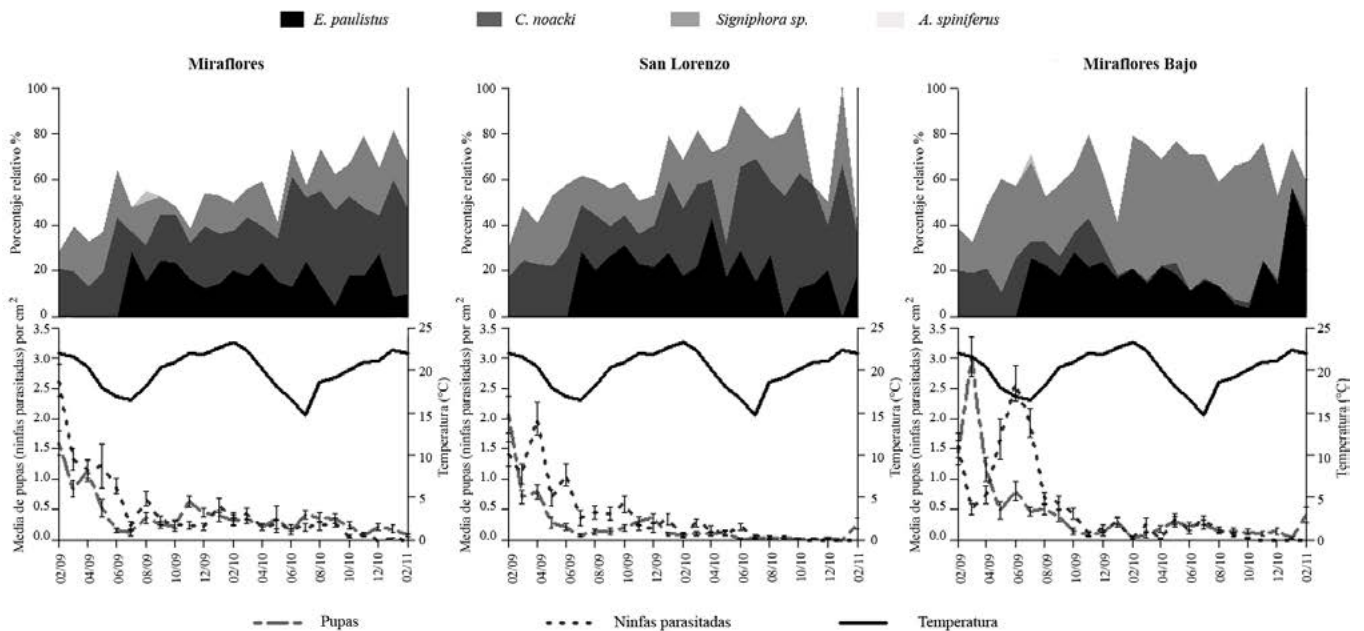


Figura 3. Número de ninfas de mosquita blanca parasitadas y porcentaje relativo de *Cales noacki*, *Eretmocerus paulistus* y *Amitus spiniferus* sobre *Aleurothrixus floccosus* e hiperparasitismo de *Signiphora* sp. en hojas de *C. sinensis* en tres huertos con distinto manejo de cultivo en el oasis de Pica. Periodo 2009-2010.

Al comparar el número de “pupas” parasitadas con las no parasitadas se observa que para el sector Miraflores no hubo diferencias significativas ($V = 321360$, $P = 0,1327$), las que sí se registraron para los sectores de San Lorenzo ($V = 116030$, $P < 0,001$) y Miraflores Bajo ($V = 249840$, $P < 0,0001$) (Tabla 4). Al analizar en forma conjunta las ninfas + “pupas” se observaron diferencias significativas entre los tres sectores (Tabla 4) siendo Miraflores el que presentó el mayor número de ninfas + “pupas” parasitadas, seguido por Miraflores Bajo y por último San Lorenzo. También hubo diferencias significativas al comparar, para cada sector, el número de ninfas + “pupas” no parasitadas con las parasitadas (Miraflores: $V = 2787500$, $P < 0,0001$; San Lorenzo: $V = 1272700$, $P < 0,0001$; Miraflores Bajo: $V = 2184900$, $P = 0,0001$).

Finalmente, se examinaron las exuvias ninfales vacías como signos de parasitación. La típica forma de letra “T” del agujero de salida en la ninfa indica la emergencia de un adulto de la mosca blanca, mientras que la emergencia de un parasitoide se corresponde a un agujero circular. La emergencia de adultos de *A. floccosus* desde sus propias exuvias fue diferente entre los tres sectores (Tabla 5) produciéndose la mayor eclosión de adultos en el sector de Miraflores Bajo y la menor en San Lorenzo. En cuanto a la emergencia de parasitoides, también fue diferente entre los tres sectores, re-

gistrándose en Miraflores Bajo la emergencia y en San Lorenzo la menor eclosión de adultos. También se registraron diferencias significativas para los tres sectores al comparar la eclosión de *A. floccosus* y parasitoides (Tabla 4) (Miraflores: $W = 23804000$; $P < 0,0001$; San Lorenzo: $W = 23794000$; $P < 0,0001$; Miraflores Bajo: $W = 23637000$; $P < 0,0001$). La mayor emergencia de parasitoides se registró en Miraflores Bajo y la menor en San Lorenzo.

Análisis de correlaciones. Los resultados de las correlaciones entre la cantidad de adultos capturados en trampas y los conteos de los diferentes estadios de *A. floccosus* en hojas de *C. sinensis* son mostrados en la Tabla 6.

En el sector de Miraflores el coeficiente de Spearman varió entre 0,16 y 0,58, siendo significativo ($P < 0,05$) sólo para huevos y “pupas”. En el sector de San Lorenzo el coeficiente de Spearman varió entre 0,37 y 0,61, siendo significativo ($P < 0,05$) para huevos, ninfa 1, ninfa 2, ninfa 3, ninfas totales y “pupas”. En Miraflores Bajo el coeficiente de Spearman varió entre 0,17 y 0,62 siendo significativo ($P < 0,05$) para todos los estadios ninfales.

Los resultados de las correlaciones entre los parasitoides adultos capturados en trampas y los conteos de ninfas y “pupas” parasitadas de *A. floccosus* en hojas de *C. sinensis*

Tabla 3. Número (media \pm EE¹) de ninfas y “pupas” de *Aleurothrixus floccosus* parasitadas por *Cales noacki*, *Eretmocerus paulistus*, *Amitus spiniferus* y *Signiphora* sp. en hojas de *Citrus sinensis* cultivados en tres tipos de huertos en el Oasis de Pica, Desierto de Atacama, Chile. Periodo 2009-2010.

Sector	Ninfas parasitadas			“Pupas” parasitadas por			
	2009	2010	Total	<i>C. noacki</i>	<i>E. paulistus</i>	<i>A. spiniferus</i>	<i>Signiphora</i> sp.
Miraflores ²	0,79 \pm 0,04 a ³	0,16 \pm 0,02 a	0,47 \pm 0,02 a	0,21 \pm 0,01 a	0,11 \pm 0,01 a	0,00 \pm 0,00 a	0,12 \pm 0,01 b
San Lorenzo ⁴	0,71 \pm 0,01 b	0,07 \pm 0,00 b	0,39 \pm 0,02 b	0,12 \pm 0,01 b	0,07 \pm 0,01 b	0,00 \pm 0,00 a	0,10 \pm 0,01 b
Miraflores Bajo ⁵	0,87 \pm 0,01 a	0,11 \pm 0,00 b	0,48 \pm 0,02 a	0,12 \pm 0,01 b	0,13 \pm 0,01 a	0,00 \pm 0,00 a	0,30 \pm 0,02 a
F	8,01	15,05	13,57	44,16	18,19	2,72	65,10
P-valor	0,0003	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0662	< 0,0001

¹ EE: Error estándar. ² Con marco de plantación y con poda. ³ Medias con diferentes letras minúsculas dentro de cada columna son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0,05$). ⁴ Sin marco de plantación y sin poda. ⁵ Mixto.

Tabla 4. Parasitismo total de ninfas y pupoides (media ± EE¹) y eclosión de adultos (media ± EE) de *Aleurothrixus floccosus* en hojas de *Citrus sinensis* cultivado en tres huertos del Oasis de Pica, Desierto de Atacama, Chile. Período 2009-2010.

Sector	Parasitismo total						Eclosión de adultos	
	Ninfas		"Pupas"		Ninfas + "Pupas"		<i>A. floccosus</i>	Parasitoides
	No parasitadas	Parasitadas	No parasitadas	Parasitadas	No parasitadas	Parasitadas		
Miraflores ²	6,63 ± 0,18 Ab ³	0,47 ± 0,02 Bb	0,39 ± 0,02 Ab	0,43 ± 0,02 Ab	7,02 ± 0,19 Ab	0,89 ± 0,033 Bb	0,46 ± 0,02 Bb	0,83 ± 0,04 Ab
San Lorenzo ⁴	4,05 ± 0,141 Aa	0,39 ± 0,022 Ba	0,25 ± 0,02 Aa	0,27 ± 0,02 Ba	4,29 ± 0,14 Aa	0,66 ± 0,03 Ba	0,24 ± 0,02 Ba	0,62 ± 0,031 Aa
Miraflores Bajo ⁵	6,63 ± 0,21 Ac	0,48 ± 0,02 Bb	0,44 ± 0,02 Ab	0,53 ± 0,03 Bb	7,07 ± 0,22 Ac	1,01 ± 0,04 Bc	0,64 ± 0,031 Bc	1,65 ± 0,06 Ac
Valor F	111,36	13,57	50,64	38,67	112,60	44,35	54,02	46,58
P-value	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

¹ EE: Error estándar. ² Con marco de plantación y con poda. ³ Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma fila y para cada ítem, son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Wilcoxon (P < 0,05). Medias con diferentes letras minúsculas dentro de cada columna son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey (P < 0,05). ⁴ Sin marco de plantación y sin poda. ⁵ Mixto.

son mostrados en la Tabla 7. Los adultos de *C. noacki* se correlacionaron significativamente (P ≤ 0,05) sólo con ninfas parasitadas en el Sector de Miraflores. Los adultos de *E. paulistus* se correlacionaron significativamente (P ≤ 0,05) tanto con ninfa como con "pupas" parasitadas en los tres sectores. Los adultos de *Signiphora* sp. se correlacionaron significativamente (P ≤ 0,05) con ninfas parasitadas en los sectores de San Lorenzo y Miraflores Bajo; y con "pupas" parasitadas en los mismos sectores. Por último, los adultos de *A. spiniferus* no se correlacionaron (P > 0,05) ni con ninfas ni con "pupas" de *A. floccosus*.

Discusión

La mosca blanca algodonosa de los cítricos, *A. floccosus*, es una plaga nativa de los trópicos y subtropicos del Nuevo Mundo; los estudios sobre su taxonomía, historia y distribución así lo indican (Myartseva *et al.* 2012). La composición poblacional mostrada por *A. floccosus*, indica que en el Oasis de Pica persisten todos los estadios ninfales durante todo el año. Estos resultados revelan el alto potencial que tiene esta plaga, ya que prácticamente no prevalecen las formas de invernación y la ovipostura permanece constante a través del tiempo. Lo anterior es confirmado por Luppichini *et al.* (2008), quienes indican que en el norte de Chile pueden registrarse elevadas poblaciones en pleno invierno (junio, julio y agosto) con el consiguiente daño durante la principal época de cosecha. Estos mismos autores informan que en las tres regiones más septentrionales de Chile existe una reproducción continua de *A.*

floccosus durante todo el año, constituyéndose en uno de los principales problemas del cultivo de cítricos. Este fenómeno es consecuencia de las condiciones climáticas, especialmente, las altas temperaturas que se registran en el Oasis de Pica, las cuales, en promedio, durante los dos años del estudio fueron superiores a los 14 °C. Los mismos autores señalan una fecundidad promedio de 49,1 huevos/hembra (ciclo iniciado en diciembre) y de 53,4 huevos/hembra (ciclo iniciado en octubre) de *A. floccosus* sobre limonero var. Eureka. Paulson y Beardsley (1986), señalan valores promedio de 53,2 ± 9,3 huevos por hembra de *A. floccosus* sobre plántulas de limón dentro de jaulas cubiertas con nylon con una temperatura que fluctuó entre 17,0 y 28,5 °C y una humedad relativa que varió entre 40 y 85 %. Tello *et al.* (2014) registraron una fecundidad de 73,3 huevos por hembra para *A. floccosus* colectado en Pica y alimentado con *C. sinensis*.

Es importante considerar que los menores niveles de infestación se obtuvieron en el sector de San Lorenzo, que es la zona de máxima cobertura. Esta cobertura diferenciada entre los sectores podría constituir una importante barrera para los organismos en un hábitat en específico, dado por el tipo de vegetación adyacente, su cobertura, etc. (Myers *et al.* 2000).

Durante 2010 las poblaciones de mosca blanca se mermaron especialmente en el segundo semestre en los sectores San Lorenzo y Miraflores, posiblemente atribuible a los lavados masivos mencionados. En las parcelas comerciales de cítricos donde existe "monocultivo" (Miraflores Bajo) la tendencia fue encontrar una mínima presencia de *C. noacki*, una mayor de *E. paulistus* y aun mayor presencia de *Signi-*

Tabla 5. Número (media ± EE¹) de "pupas" de *Aleurothrixus floccosus* sanas y parasitadas por *Cales noacki*, *Eretmocerus paulistus*, *Signiphora* sp. y *Amitus spiniferus* en hojas de *Citrus sinensis* cultivado en tres huertos con distinto manejo del cultivo del Oasis de Pica, Desierto de Atacama, Chile. Período 2009-2010.

Sector	No parasitada	Parasitada					F	P-valor
		Total	<i>C. noacki</i>	<i>E. paulistus</i>	<i>Signiphora</i> sp.	<i>A. spiniferus</i>		
Miraflores ²	0,39 ± 0,02 b ³	0,43 ± 0,02 b	0,21 ± 0,01 bA ⁴	0,11 ± 0,01 bB	0,12 ± 0,01 aB	0,00 ± 0,00 aC	132,54	< 0,0001
San Lorenzo ⁵	0,25 ± 0,02 a	0,27 ± 0,02 a	0,12 ± 0,01 aA	0,07 ± 0,01 aB	0,10 ± 0,01 aB	0,00 ± 0,00 aC	80,83	< 0,0001
Miraflores Bajo ⁶	0,44 ± 0,02 b	0,53 ± 0,03 b	0,12 ± 0,01 aB	0,13 ± 0,01 bB	0,30 ± 0,02 bA	0,00 ± 0,00 aC	146,12	< 0,0001
F	50,64	38,67	44,16	18,19	65,10	2,72		
P-valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0662		

¹ EE: Error estándar. ² Con marco de plantación y con poda. ³ Medias con diferentes letras minúsculas dentro de cada columna son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey (P < 0,05). ⁴ Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma fila y para cada ítem, son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Wilcoxon (P < 0,05). ⁵ Sin marco de plantación y sin poda. ⁶ Mixto.

Tabla 6. Correlaciones entre la cantidad de adultos capturados en trampas amarillas pegajosas y los conteos de los diferentes estadios de *Aleurothrixus floccosus* realizados en hojas de *Citrus sinensis* cultivados en tres huertos con distinto manejo del cultivo en el Oasis de Pica, Desierto de Atacama, Chile. Febrero de 2009- febrero de 2011.

Adultos/Sector	Huevos	Ninfa 1	Ninfa 2	Ninfa 3	Ninfa 4 temprana	Total Ninfas	"Pupas"
Miraflores ¹	0,4275 ²	0,3694	0,3313	0,3287	0,1639	0,3567	0,5811
	0,0331 ³	0,0692	0,1057	0,1086	0,4336	0,0801	0,0023
San Lorenzo ⁴	0,6126	0,421	0,4668	0,4051	0,3702	0,4832	0,5387
	0,0011	0,0361	0,0187	0,0445	0,0685	0,0144	0,0055
Miraflores Bajo ⁵	0,1735	0,2566	0,5007	0,6174	0,5061	0,5343	0,4975
	0,4069	0,2156	0,0108	0,001	0,0099	0,0059	0,0114

¹ Con marco de plantación y con poda. ² Coeficiente de correlación de Spearman. ³ Probabilidad >|R| bajo Ho: Rho = 0. ⁴ Sin marco de plantación y sin poda. ⁵ Mixto.

phora sp. Mientras que las zonas donde existe una mayor cobertura (Miraflores y San Lorenzo), se presentó un aumento de *C. noacki*. Es factible que estas diferencias sean producto de los microclimas que produce el grado de cobertura. Además, los resultados pueden ser explicados por distintos mecanismos, incluyendo cambios, perturbaciones históricas, condiciones climáticas, estabilidad del medioambiente, heterogeneidad u homogeneidad del hábitat, productividad y relaciones inter-específicas, etc. (Gaston 2000; Andrew y Hughes 2005).

El cociente entre el total de insectos en forma de ninfa de primera edad, o de "pupas", y el número total de huevos (individuos que inician el desarrollo), puede considerarse como indicador aproximado de la mortalidad que se produce en el paso de huevo a primer estadio ninfal o de la mortalidad a lo largo del desarrollo completo, respectivamente. Estos resultados son algo menor a los descritos por Soto *et al.* (2001), quienes registraron una mortalidad promedio de huevo a ninfal de 88 % y de huevo a "pupa" superior al 95 %. Carrero y Tarancon (1979) observaron que los estadios más sensibles son los de huevo y ninfas de primer y segundo estadio, encontrando una mortalidad natural de hasta el 75 % en huevos.

El número máximo de adultos de *A. floccosus* capturados por las trampas adhesivas fue de 5,3 adultos·cm⁻² muy por debajo a lo obtenido por Santaballa *et al.* (1980), quienes reportaron un máximo promedio de 4.500 adultos por 1,5 dm² (20 adultos·cm⁻²). Estos mismos autores registraron una captura máxima promedio de 3.750 adultos de *C. noacki* por 1,5 dm² (16,7 adultos·cm⁻²) muy superior a la obtenida en nuestro estudio (1,3 adultos·cm⁻²). Esta baja densidad de *C. noacki* puede deberse a la acción del hiperparásito *Signiphora* sp. (Ripa *et al.* 1999). La presencia muy marginal de *A. spiniferus* en el Oasis de Pica puede deberse a su baja adaptación a las condiciones climáticas imperantes en esta localidad, sobre todo la baja humedad relativa, factor que para este parasitoide es clave para su supervivencia (Rojas 2005). Los niveles poblacionales de *E. paulitus*, levemente superiores a *C. noacki* pueden deberse a la preferencia de *Signiphora* sp. por parasitar a *C. noacki* y *A. spiniferus* (Luppichini *et al.* 2008).

En cuanto a parasitismo, verificado por la salida del parasitoide (cualquiera de ellos) desde las exuvias "pupas" de *A. floccosus*, en el Oasis de Pica, varió entre 11,3 y 13,3 %. Estos bajos valores de parasitismo contradicen lo encontrado

Tabla 7. Correlaciones entre la cantidad de parasitoides adultos capturados en trampas amarillas pegajosas y los conteos de ninfas y "pupas" parasitadas de *Aleurothrixus floccosus* realizados en hojas de *Citrus sinensis* cultivados en tres huertos con distinto manejo del cultivo en el Oasis de Pica, Desierto de Atacama, Chile. Período 2009-2010.

Sector	<i>Cales noacki</i>	<i>Eretmocerus paulistus</i>	<i>Signiphora</i> sp.	<i>Amitus spiniferus</i>
Ninfas parasitadas de <i>Aleurothrixus floccosus</i>				
Miraflores ³	-0,4980 ¹	0,6940	0,3413	0,1951
	0,0113 ²	0,0001	0,0950	0,3501
San Lorenzo ⁴	-0,2046	0,7064	0,7577	0,0309
	0,3266	0,0001	0,0000	0,8834
Miraflores Bajo ⁵	0,1056	0,5905	0,6989	0,2868
	0,6153	0,002	0,0001	0,1645
"Pupas" parasitadas de <i>Aleurothrixus floccosus</i>				
Miraflores ³	-0,1285 ¹	0,5119	0,1965	-0,2134
	0,5404 ²	0,0089	0,3464	0,3058
San Lorenzo ⁴	-0,1486	0,4219	0,4286	-0,1889
	0,4785	0,0357	0,0325	0,3657
Miraflores Bajo ⁵	0,0434	0,6421	0,6520	0,2475
	0,8367	0,0005	0,0004	0,2330

¹ Coeficiente de correlación de Spearman. ² Probabilidad > |R| bajo Ho: Rho = 0. ³ Con marco de plantación y con poda. ⁴ Sin marco de plantación y sin poda. ⁵ Mixto.

para esta plaga, con porcentajes de 95,0 % de reducción en California (Debach y Rose 1976) y de 99,5 % (Rose y Woolley 1984; Guerrieri y Viggiani 1988). Los resultados presentados se asemejan a los niveles de parasitismo encontrados por Soto *et al.* (2001) para *Encarsia strenua* (Silvestri, 1927) (Hemiptera: Aphelinidae) sobre *A. floccosus*, con porcentajes de parasitismo muy bajos, no superando en la mayoría de los casos el 20 %. Otros autores como Yerliya *et al.* (2016), indican que el parasitismo ejercido por *C. noacki* sobre ninfas + “pupas” de *A. floccosus* fue de 27,2 % en Turquía.

Con respecto a las trampas pegajosas amarillas, éstas se introdujeron como una herramienta de monitoreo en la década de 1980 y en la actualidad se utilizan en diferentes especies de plagas voladoras en cultivos de campo y de invernadero (Pinto-Zevallos y Vänninen 2013). La aplicación de trampas en el monitoreo de *A. floccosus* está bien documentada (Katsoyannos *et al.* 1997; Soto *et al.* 1999, 2001; Ulusoy *et al.* 2003). Con respecto a la relación entre ninfas y adultos de *A. floccosus*, los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los de Soto-Sánchez *et al.* (2004) quienes encontraron correlaciones significativas entre adultos de *A. floccosus* capturados en trampas pegajosas amarillas y los estados ninfales presentes en las hojas de naranjo dulce cultivado en Valencia (España). De acuerdo a estos autores, dicha correlación, parece estar muy influida por la estación y por la intensidad de brotación. En cuanto a la relación entre parasitoides adultos y ninfas de *A. floccosus*, los resultados de este estudio coinciden con los obtenidos por Santaballa *et al.* (1980) quienes determinaron que la evolución de las curvas del porcentaje de parasitismo (medido en hojas) se correspondía con las de adultos de *C. noacki* capturados en trampas en cítricos cultivados en Valencia (España).

Conclusiones

En el Oasis de Pica, los diferentes estadios de *A. floccosus*, se distribuyen a lo largo de todo el año. Los tres sectores muestreados, seleccionados por presentar condiciones de manejo del cultivo diferentes, presentaron distintos niveles poblacionales de *A. floccosus*. Se corroboró una alta mortalidad en el paso de huevos a la primera ninfa migratoria (> 60 %) y también de huevo a “pupa” (> 90 %). De los parasitoides presentes en Pica, el hiperparasitoide *Signiphora* sp., es el que presenta mayor densidad poblacional. Este significó podría estar afectando la capacidad reproductiva de *C. noacki*, cuya acción, sumada a la de *E. paulistus* y *A. spiniferus* apenas logran un porcentaje promedio de parasitismo < 15 %. *Amitus spiniferus* es un eficiente parasitoide platygástrido pero en Pica, presenta muy baja densidad y un escaso porcentaje de parasitismo, al contrario de *E. paulistus*, afelinido no registrado anteriormente en este Oasis y que podría ser utilizado, a través de crías masivas, como un agente de control biológico de *A. floccosus*. Estudios de parasitismo de *E. paulistus*, incluyendo el efecto que pudiera tener *Signiphora* sp. sobre esta avispa, son necesarios para evaluar su verdadero potencial como biocontrolador de las poblaciones de la mosca blanca de los cítricos.

Agradecimientos

Ing. Osman Peralta. Toma de muestras en campo.

Literatura citada

- ALFORD, D. V. 2014. Pests of fruit crops. 2da Edición. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, EE. UU. 462 p. <https://doi.org/10.1201/b17030>
- ANDREW, N. R.; HUGHES, L. 2005. Diversity and assemblage structure of phytophagous Hemiptera along a latitudinal gradient: predicting the potential impacts of climate change. *Global Ecology and Biogeography* 14 (3): 249-262. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822x.2005.00149.x>
- CARRERO, J. M.; TARANCÓN, J. 1979. Contribución al estudio de la biología de la mosca blanca de los agríos, *Aleurothrixus floccosus* Mask., en la región valenciana. II. Datos biológicos de campo, 1974. *Anales INIA. Servicio de Protección Vegetal* (9): 93-106.
- DEBACH, P.; ROSE, M. 1976. Biological control of woolly whitefly. *California Agriculture* 30 (5): 4-7. <http://calag.ucanr.edu/archive/?type=pdf&article=ca.v030n05p4>
- EKBOM, B. S.; XU, R. M. 1990. Sampling and spatial patterns of whiteflies. pp. 107-121. En: Gerling, D. (Ed.). *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Intercept. Hants, Reino Unido. 348 p.
- EVANS, G. A. 2007. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS). http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/whitefly/PDF_PwP%20ETC/world-whitefly-catalog-Evans.pdf [Fecha revisión: 24 enero 2018]
- GARRIDO, A.; DEL BUSTO, T.; TARANCON, J.; MARTINEZ, M. 1978. Una técnica para apreciar estados inmaduros de *Cales noacki* How. (Himenop: Aphelinidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 4 (1): 35-41. <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-04-01-035-041.pdf>
- GASTON, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227. <https://doi.org/10.1038/35012228>
- GILMONEE, J. H.; MILLAR, I. M. 2009. The woolly whitefly, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera: Aleyrodidae), a potentially serious citrus pest, recorded from South Africa. *African Entomology* 17 (2): 232-233. <https://doi.org/10.4001/003.017.0216>
- GUERRIERI, E.; VIGGIANI, G. 1988. Osservazioni sull' *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) (Homoptera: Aleyrodidae) e sul suo antagonista *Cales noacki* How. (Hymenoptera: Aphelinidae) in Campania. *Annali del Facoltà di Agrari di Portici della Università di Napoli* 4 (22): 11-17.
- HOELMER, K. A.; SIMMONS, A. M. 2008. Yellow sticky trap catches of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in vegetable crops and their relationship to in-field populations. *Environmental Entomology* 37 (2): 391-399. <https://doi.org/10.1093/ee/37.2.391>
- KATSOYANNOS, P.; IFANTIS, K.; KONTODIMAS, D. C. 1997. Phenology, population trend and natural enemies of *Aleurothrixus floccosus* (Hom.: Aleyrodidae) at a newly invaded area in Athens, Greece. *Entomophaga* 42: 619-628. <https://doi.org/10.1007/BF02769820>
- KAY, M.; WOBROCK, J. 2018. ARTool: Aligned rank transform for nonparametric factorial ANOVAs. R package version 0.10.5. Disponible en: <https://github.com/mjskay/ARTool> [Fecha revisión: 20 enero 2018].
- KLEIN, K. C.; WATERHOUSE, D. F. 2000. The distribution and importance of arthropods associated with agriculture and forestry in Chile. *ACIAR Monograph*. Canberra, Australia. 234 p.
- LEMON, J. 2006. Plotrix: a package in the red light district of R. *R-News* 6 (4): 8-12. https://www.r-project.org/doc/Rnews/Rnews_2006-4.pdf
- LENTH, R. V. 2018. EMMEANS: Estimated marginal means, aka least-squares means. R package version 1.2.4. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- LUPPICHINI, P.; RIPA, R.; LARRAL, P.; NÚÑEZ, E.; RODRÍGUEZ, F. 2008. Woolly whitefly/woolly citrus whitefly,

- Aleurothrix floccosus* (Maskell). pp. 111-119. En: Ripa, R.; Larral, P. (Eds.). Pest management in citrus and avocado. INIA Books Collection. Santiago de Chile, Chile. 397 p.
- MYARTSEVA, S. N.; RUIZ-CANCINO, E.; CORONADO-BLANCO, J. M. 2012. Serie Avispas parasíticas de plagas y otros insectos No. 8. Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de importancia agrícola en México. Revisión y claves. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria México, México. 413 p.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- PAULSON, G. S.; KUMASHIRO, B. R. 1985. Hawaiian Aleyrodidae. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 25: 103-124. https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/11179/25_102-124.pdf
- PAULSON, G. S.; BEARDSLEY, J. W. 1986. Development, oviposition and longevity of *Aleurothrix floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 26: 97-99. https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/11199/26_97-99.pdf
- PINTO-ZEVALLOS, D. M.; VÄNNINEN, I. 2013. Yellow sticky traps for decision-making in whitefly management: What has been achieved? *Crop Protection* 47: 74-84. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.01.009>
- R CORE TEAM. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/> [Fecha revisión: 20 enero 2018].
- RAGUSA, S.; VARGAS, R.; TSOLAKIS, H.; ASHBACH, R. 2000. Laboratory studies on the influence of various food substances on some biological and life-table parameters of *Cydnodromus picanus* Ragusa (Parasitiformes, Phytoseiidae) associated with citrus tree in the Chilean desert. *Phytophaga* 10: 11-23.
- RIPA, R.; RODRÍGUEZ, F.; ROJAS, S.; LARRAL, P.; CASTRO, L.; ORTÚZAR, J.; CARMONA, P.; VARGAS, R. 1999. Citrus pests, their natural enemies and management, No. 3. INIA Books Collection. Santiago de Chile, Chile. 151 p.
- ROJAS P., S. 2005. Control biológico de plagas en Chile. Historia y avances. Libros INIA. La Cruz, Chile. 123 p.
- ROSE, M.; WOOLLEY, J. B. 1984. Previously imported parasite may control invading whitefly. *California Agriculture* 38 (3): 24-25. <http://calag.ucanr.edu/archive/?type=pdf&article=ca.v038n03p24>
- SANTABALLA, E.; BORRAS, C.; COLOMER, P. 1980. Lucha contra la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrix floccosus* Mask. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 6 (2): 109-118. <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-06-02-109-118.pdf>
- SANTAMARÍA, A.; COSTA-COMELLES, J.; ALONSO, A.; RODRÍGUEZ, J. M.; FERRER, J. 1998. Ensayo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin para el control de la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrix floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) y su acción sobre el parásito *Cales noacki* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 24 (4): 695-706. <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-24-04-695-706.pdf>
- SOTO, A.; OLENSCHLÄGER, F.; GARCÍA-MARI, F. 1999. Situación del control biológico de las moscas blancas de cítricos *A. floccosus*, *P. myricae* y *D. citrien* la Comunidad Valenciana. *Levante agrícola* 349: 475-484.
- SOTO, A.; OHLENSCHLAGER, F.; GARCÍA-MARÍ, F. 2001. Dinámica poblacional y control biológico de las moscas blancas *Aleurothrix floccosus*, *Dialeurodes citri* y *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae) en los cítricos valencianos. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 27 (1): 3-20. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-27-01-003-020.pdf
- SOTO-SÁNCHEZ, A.; OHLENSCHLAGER, F.; GARCÍA-MARÍ, F. 2004. Muestreo de poblaciones de moscas blancas en cítricos. *Phytoma* 164: 66-72.
- TELLO, V.; SOLIMANO, E.; GILIOMEE, J. H. 2014. Life table parameters of the woolly whitefly *Aleurothrix floccosus* (Hemiptera: Aleyrodidae) and its parasitoid *Cales noacki* (Hymenoptera: Aphelinidae). *European Journal of Entomology* 111 (2): 251-256. <https://doi.org/10.14411/eje.2014.020>
- ULUSOY, M. R.; VATANSEVER, G.; ERKILIC, L.; UYGUN, N. 2003. Studies on *Aleurothrix floccosus* (Maskell) (Homoptera, Aleyrodidae) and its parasitoid, *Cales noacki* Howard (Hymenoptera, Aphelinidae) in the East Mediterranean region of Turkey. *Journal of Pest Science* 76 (6): 163-169. <https://doi.org/10.1007/s10340-003-0014-5>
- WOBBROCK, J. O.; FINDLATER, L.; GERGLE, D.; HIGGINS, J. J. 2011. The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only ANOVA procedures. pp. 143-146. En: Association for Computing Machinery. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '11*. New York, NY, EE. UU., <https://doi.org/10.1145/1978942.1978963>
- YERLIYAYA, H.; BASPINAR, H.; YILDIRIM, E. M. 2016. Determination of *Aleurothrix floccosus* (Maskell) (Hemiptera: Aleyrodidae) population fluctuation and its natural enemies in Aydın. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 6 (1): 75-81. <https://doi.org/10.16969/teb.48650>

Origen y financiación

Proyecto: "Investigación de adaptabilidad de hongos entomopatógenos (HEP) en Pica". Financiación: Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) de la Región de Tarapacá (Chile).

Contribución de los autores

Dr. Víctor Tello. Escritura del manuscrito. Ing. Miguel Zarzar. Análisis estadístico con RStudio.