

Importación y establecimiento de parásitos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae)

R. VERCHER, F. GARCÍA MARÍ, J. COSTA COMELLES, C. MARZAL, C. GRANDA

Se describe el desarrollo y resultados de un programa de control biológico del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton por importación de himenópteros parásitos exóticos en los cítricos españoles. Entre 1996 y 1999 se realizaron 37 importaciones procedentes de nueve países, introduciéndose 10 especies distintas. Se llegaron a realizar sueltas en campo de seis especies, un encírtido, *Ageniaspis citricola* (Logvinovskaya) (en dos razas, una procedente de Tailandia y otra de Taiwan), y cinco eulófidios, *Quadrastichus* sp., *Semielacher petiolatus* (Girault), *Galeopsomyia fausta* LaSalle, *Cirrospilus ingenuus* (Gahan) y *Citrostichus phyllocnistoides* (Narayanan). Se ha conseguido el establecimiento, dispersión e invernación de cuatro especies en diferentes zonas: *Quadrastichus* sp. y *C. phyllocnistoides* en el País Valenciano, *S. petiolatus* en las Islas Baleares (Mallorca, Menorca e Ibiza) y Andalucía (Málaga), y *A. citricola* en las Islas Canarias (Tenerife y Gran Canaria). En el País Valenciano y entre 1996 y 1998 se consiguió el establecimiento y dispersión en la mayoría de puntos de suelta de *A. citricola*, alcanzando en promedio cerca del 50% de pupas parasitadas, y llegándose en algún caso al 100%. Sin embargo en invierno *A. citricola* desapareció por completo y no se volvió a recuperar. En 1998 y 1999 se consigue el establecimiento en numerosas parcelas del País Valenciano de *Quadrastichus* sp. y *C. phyllocnistoides*. *Quadrastichus* sp. aparece a niveles poblacionales bajos o medios y no observamos influencia en el nivel de parasitismo o abundancia del minador. En 1999 se produce una gran expansión de *C. phyllocnistoides* hasta más de 40 km. en todas direcciones desde uno de los puntos de suelta en Riola (Valencia). En los 20 km. centrales *C. phyllocnistoides* llega a ser el parásito predominante en todas las parcelas. En esa zona el porcentaje de parasitismo sobre L2 se incrementa del 6% al 40%, sobre L3 del 30% al 75%, y el nivel de puesta del minador, el porcentaje de superficie foliar destruida y el número de adultos de minador descienden de forma significativa.

R. VERCHER, F. GARCÍA MARÍ, J. COSTA COMELLES, C. MARZAL, C. GRANDA: Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14, 46022 - Valencia.

Palabras clave: Minador de hojas de cítricos, parasitoides, control biológico, *Phyllocnistis citrella*, *Ageniaspis citricola*, *Citrostichus phyllocnistoides*

INTRODUCCIÓN

El minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton es una plaga habitual en los cítricos cultivados en Asia que en los años 90 protagonizó una rapidísima expansión por los países mediterráneos y por todo el continente americano. En esas zonas fue detectado por vez primera en 1993 casi

simultáneamente en Florida (KNAPP *et al.*, 1995) y en Málaga (GARIJO y GARCÍA, 1994). En 1994 se encuentra ya en todas las zonas cítricas de la Península Ibérica y en 1995 llega a Canarias.

Los primeros intentos recientes de control biológico del minador de hojas de cítricos por introducción de enemigos naturales se llevan a cabo en Australia, donde se realizan



Foto 1. - Cámara ninfal del minador de hojas de cítricos con varias pupas del parásito *Aeniaspis citricola*.

importaciones en varias ocasiones entre 1983 y 1992. Como resultado de dichas importaciones se consigue el establecimiento de *Aeniaspis citricola* (Logvinovskaya) (procedente de Tailandia) y *Cirrospilus ingenuus* (Gahan) (procedente de China), pero no de otra especie importada también de China, *Citrostichus phyllocnistoides* (Narayanan), debido presumiblemente a la competencia con una especie de parásito autóctona, *Semiolachar petiolatus* (SMITH y BEATTIE, 1996). *A. citricola* se establece con facilidad y alcanza elevados niveles de parasitismo en la zona de Queensland, de clima tropical o subtropical.

En 1993 se inicia en Florida un programa de control biológico clásico por introducción de enemigos naturales específicos desde los países de origen de la plaga, que culmina en 1995 con el establecimiento y dispersión de *A. citricola* por toda la zona, alcanzando elevados niveles de parasitismo (HOY *et al.*, 1995). En la zona mediterránea es Israel el primer país que inicia la importación de parásitos exóticos del minador ya en 1994. En los años siguientes se introducen otras especies y se consigue el establecimiento de algunas de ellas como *A. citricola*, *C. ingenuus*, *S. petiolatus*, *Quadrastichus* sp. y *C. phyllocnistoides* (ARGOV y ROSSLER, 1996). En general programas similares de introducción



Foto 2. - Pupa del parásito de minador *Quadrastichus* sp., con una coloración anaranjada característica.

de parásitos del minador se han llevado a cabo en otros países de la cuenca mediterránea como Italia (SISCARO *et al.*, 1997) y Grecia (TSAGARAKIS *et al.*, 1999).

España es uno de los primeros países mediterráneos donde se inicia un proyecto de importación de enemigos naturales del minador de hojas de cítricos, que se ha prolongado durante los últimos cinco años, entre 1995 y 1999. El proceso de importación ha sido realizado fundamentalmente a partir de 1996 por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), colaborando en la cría, multiplicación masiva y liberación de los parásitos en campo la Consellería de Agricultura de la Generalitat Valenciana a través de dos de sus organismos, el Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal (SSCV), y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). En este trabajo exponemos los detalles del proceso de importación de parásitos exóticos del

minador y los resultados obtenidos tras las sueltas en campo en relación con su establecimiento, difusión y efecto sobre las poblaciones del minador.

MATERIAL Y MÉTODOS

Proceso de importación de parásitos

El proceso de importación de enemigos naturales del minador se ha realizado básicamente por dos procedimientos. El primero consistió en viajar a otros países, donde se recogían las muestras directamente del campo o de cámaras de multiplicación, se seleccionaban y preparaban en laboratorio, y se procedía a enviarlas por correo o transportarlas personalmente a nuestro país. Esto se llevó a cabo en Marruecos (en 1996), Colombia (en 1997) y Sudáfrica (en 1998). El segundo procedimiento fue el de solicitar a centros de investigación de otros países el envío por correo de insectos. Por este procedimiento se importaron insectos de Marruecos, Israel, Florida, Italia, Argentina y China. Se puso siempre gran cuidado en evitar la importación de organismos nocivos y se estableció una cuarentena de las muestras en nuestro país antes de proceder a su multiplicación en invernadero.



Foto 3. - Pupa del parásito de minador *Citrostichus phyllocnistoides*. Se caracteriza por la línea curva de excrementos que la rodea.

El proceso de introducción se llevó a cabo entre 1996 y 1999, realizándose en total 37 importaciones procedentes de 9 países, de donde procedían los insectos originalmente o a donde a su vez habían sido importados (tabla 1). En total se han introducido en España 10 especies distintas, incluyendo en este cómputo las líneas de *Ageniaspis citricola*, una procedente de Tailandia y otra de Taiwan, que se introdujeron suponiendo que mostraban distinto grado de adaptación ambiental y pudiera tratarse de especies distintas. La tabla 1 refleja también el ritmo de

Tabla 1. - Número de importaciones de parásitos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* realizadas en España en el periodo 1996-99

Especie	1996	1997	1998	1999	Importado de	País de origen
<i>Ageniaspis citricola</i>	2	3			Marruecos, Israel	Tailandia
<i>Ageniaspis citricola</i> (R)	1				Florida	Taiwan
<i>Quadrastichus</i> sp.	1				Italia	Tailandia
<i>Galeopsomyia fausta</i>		5			Colombia, Argentina	Colombia, Argentina
<i>Semielaecher petiolatus</i>		4	5	3	Marruecos	Australia
<i>Cryptastichus sabo</i>			1		Sudáfrica	Sudáfrica
<i>Platocharis coffeae</i>			1		Sudáfrica	Sudáfrica
<i>Cirrospilus cinctiventris</i>			1		Sudáfrica	Sudáfrica
<i>Cirrospilus ingenuus</i>			2	2	China	China
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>			3	3	China, Israel	China



Foto 4. - Adulto de himenóptero eulófido *Citrostichus phyllocnistoides*, parásito del minador de hojas de cítricos importado y establecido en el País Valenciano.



Foto 5. - Daños típicos de minador en brotes tiernos de naranjo, con intensas deformaciones en las hojas.

introducción de las distintas especies. Los dos primeros años se introdujeron fundamentalmente *A. citricola* y *Quadrastichus* sp., mientras que en 1998 se amplió el número de especies introducidas ante la evidencia de que las anteriores no daban el resultado esperado. La especie introducida en más ocasiones ha sido *S. petiolatus* debido a las dificultades que muestra el mantenimiento de sus colonias en laboratorio.

Cría, multiplicación y liberación en campo

La cría y multiplicación masiva de los insectos parásitos se llevó a cabo en invernadero sobre plántones de cítricos en tres etapas, inducción de la brotación en los plántones, multiplicación del minador sobre los

brotes y multiplicación de los parásitos sobre el minador, según el procedimiento descrito en SERRANO *et al.* (1996). El método más habitual de liberación en campo de los insectos parásitos fue el de depositar debajo de los árboles los plántones de la última etapa de la cría, es decir, aquellos que contenían minador parasitado en sus brotes. También se efectuaron liberaciones desde brotes u hojas sueltos y de adultos de parásitos recogidos de las jaulas de cría.

La cría y multiplicación masiva de parásitos exóticos del minador se ha llevado a cabo en tres centros (SSCV, IVIA y UPV). En la tabla 2 reflejamos las sueltas realizadas exclusivamente por la UPV a lo largo de los cuatro años. Vemos que la especie de las que más sueltas se han realizado ha sido *A. citricola*, pero esta especie dejó ya de multiplicarse en 1999 ante la evidencia de su falta de

Tabla 2. - Número de insectos liberados en campo por la Universidad Politécnica de Valencia en el programa de control biológico del minador de hojas de cítricos por importación de enemigos naturales

Especie	1996	1997	1998	1999
<i>Ageniaspis citricola</i>	60.000	16.500	20.200	
<i>Ageniaspis citricola</i> (R)	11.500			
<i>Quadrastichus</i> sp.	2.500	34.300	10.400	3.100
<i>Galeopsomyia fausta</i>		80		
<i>Semielaecher petiolatus</i>		800	700	470
<i>Cirrospilus ingenuus</i>			300	80
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>			4.400	700

R - Línea procedente de Taiwan.

adaptación. La cría y liberación de *Quadrastichus* sp. ha sido continua a lo largo de los cuatro años ya que es una especie de mantenimiento y multiplicación relativamente fácil en invernadero. Por el contrario *Galeopsomyia fausta* LaSalle, *Semielaecher petiolatus* y *Cirrospilus ingenuus* han mostrado dificultades en su cría, que no hemos podido realizar con regularidad. El cultivo de las tres especies importadas de Sudáfrica se mantuvo durante algunas generaciones, pero se perdió antes de que llegáramos a hacer liberaciones en campo.

Las liberaciones de insectos se llevaron a cabo en parcelas de cítricos comerciales donde realizábamos posteriormente el seguimiento y que no eran tratadas con plaguicidas durante varios meses antes y después de la suelta. En total han existido unos 100 puntos de suelta repartidos por todas las comarcas cítricas del País Valenciano y también se han realizado envíos a otras zonas cítricas de Andalucía, Murcia, Cataluña, Canarias y Baleares.

Establecimiento e influencia de los parásitos

Para determinar el establecimiento de los parásitos se tomaron brotes con minador de las parcelas de suelta y se evaluó en ellos la presencia de parásitos, bien por observación directa de las muestras al binocular en labo-

ratorio, lo que nos permitió asimismo estimar el porcentaje de parasitismo sobre los distintos estadios de desarrollo del minador, bien dejando evolucionar las muestras en cajas de cartón y contando e identificando todos los insectos adultos que emergían de los brotes.

El impacto de la presencia de los parásitos introducidos en las poblaciones del minador se evaluó estimando la densidad poblacional de este mediante tres procedimientos: el conteo de huevos y primeras fases larvianas en 20 hojas en crecimiento en las que el minador realiza la puesta (de 1 a 2,5 cm. de longitud) tomadas al azar de brotes distintos, el porcentaje de superficie foliar destruida por el minador (equivalente al número medio de larvas de minador que completan su desarrollo en las hojas) y el conteo de adultos de minador capturados en los árboles con aspirador.

RESULTADOS

Especies de parásitos establecidas

Como resultado de las liberaciones se ha conseguido el establecimiento, dispersión e invernación en la zona valenciana de dos especies, *Quadrastichus* sp y *C. phyllocnistoides* (tabla 3). Otras dos especies, *S. petiolatus* y *C. ingenuus*, se han recuperado en muy bajo número y no tenemos evidencia de su establecimiento definitivo en el País Valenciano. Sin embargo *S. petiolatus* sí se ha establecido y aparentemente de forma

permanente (llegando a pasar el invierno) en las islas Baleares (en Mallorca, Menorca e Ibiza) y en algunas zonas de Andalucía (Málaga). Hemos observado que tanto en el País Valenciano como en otras zonas de la península *A. citricola* se establece temporalmente en verano pero desaparece durante el invierno y se ha logrado establecer de forma permanente solo en las islas Canarias (Tenerife y Gran Canaria). Por último, no hemos conseguido recuperación en campo de la especie americana *G. fausta*.

Tabla 3. - Especies de parásitos importados que se ha conseguido establecer hasta 1999 en distintas zonas de nuestro país en el programa de control biológico del minador de hojas de cítricos

Especie	Establecido en
<i>Quadrastichus</i> sp.	País Valenciano
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	País Valenciano
<i>Ageniaspis citricola</i>	Tenerife y Gran Canaria
<i>Semielaecher petiolatus</i>	Baleares y Andalucía

Comportamiento de *Ageniaspis citricola*

Ageniaspis citricola fue la especie inicialmente más prometedora por las noticias que se tenían de otras zonas y por el comportamiento que observamos aquí el primer año en que se realizaron sueltas masivas, 1996. Durante ese año se consiguieron establecer provisionalmente poblaciones de forma continua entre julio y noviembre en la mayoría de las parcelas de suelta. Además este parasitoides, que se detecta fácilmente por la presencia de varias pupas en la cámara ninfal del minador, alcanzó niveles poblacionales en ocasiones elevados, incluso en algunas parcelas se llegó a niveles próximos al 100%. En promedio el porcentaje de pupas parasitadas por *A. citricola* en las siete parcelas de 1996 donde se realizaron seguimientos quincenales fue próximo al 50%. En estas siete parcelas se realizaron también

muestreos en los cuatro puntos cardinales y a distancias de 100, 300 y 1000 metros, a fin de comprobar la expansión del parásito. Pudimos observar que *A. citricola* fue capaz de dispersarse y establecerse en parcelas próximas, alcanzando en algunos casos hasta más de 300 metros del punto de suelta (tabla 4). Inicialmente el incremento de parasitismo fue muy rápido en julio y agosto, mientras que la expansión se produjo fundamentalmente de julio a septiembre. En octubre y noviembre, meses con temperaturas más frías, el parasitismo no aumentó ni se incrementó la expansión observada en los meses anteriores.

Sin embargo durante el invierno de 1996 a 1997 *A. citricola* desapareció por completo y en el periodo vegetativo de 1997 no se



Foto 6. - En parcelas donde está presente el parásito *Citrostichus phyllocnistoides* las hojas son también atacadas por el minador, pero las deformaciones son menos intensas al ser pocas las larvas de minador que completan su desarrollo. La foto corresponde a la parcela de Riola en noviembre de 1999.

Tabla 4. - Influencia de la distancia al punto de suelta en el porcentaje de pupas de minador de hojas de cítricos parasitadas por *Ageniaspis citricola*, en muestreos realizados en siete parcelas de cítricos del País Valenciano entre julio y noviembre de 1996. Se ha representado el porcentaje medio de parasitismo por muestreo, el error estandar y, entre paréntesis, el número de muestreos realizados mensualmente

Distancia	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
0 m.	15 ± 5 (22)	35 ± 7 (10)	24 ± 6 (18)	35 ± 10 (12)	46 ± 10 (11)
100 m.	7 ± 3 (8)	12 ± 7 (12)	29 ± 10 (13)	25 ± 6 (23)	15 ± 5 (14)
300 m.	1 ± 1 (3)	3 ± 2 (6)	11 ± 6 (1)	12 ± 6 (12)	16 ± 9 (9)
1000 m.			0 (3)	0 (3)	

encontró ni una sola pupa en ninguna de las numerosas parcelas donde se había establecido el año anterior. Tampoco ha vuelto a encontrarse en los dos años siguientes. Creemos que esta especie no consigue establecerse en las zonas de clima mediterráneo debido posiblemente a las condiciones climáticas invernales de nuestra zona o al largo periodo en que los árboles permanecen sin brotaciones.

Comportamiento de *Quadrastichus* sp. y *Citrostichus phyllocnistoides*

Ante los buenos resultados que había mostrado *A. citricola* durante 1996, en 1997 se interrumpió el programa de introducción de nuevas especies y se realizaron escasas liberaciones a fin de comprobar si *A. citricola* conseguía recuperarse a partir de las poblaciones establecidas el año anterior. Durante el año 1997 pudimos constatar que no era así, por lo que en 1998 se reinicia la introducción de varias especies nuevas. Entre 1998 y 1999 se consigue el establecimiento en el País Valenciano de dos de los parásitos, *Quadrastichus* sp. y *C. phyllocnistoides*.

Quadrastichus sp. aparece a menudo en las parcelas donde se han realizado sueltas, pero lo hace generalmente a niveles poblacionales bajos o medios y no suelen observarse diferencias aparentes con las parcelas donde se encuentran especies de parásitos autóctonas. Hemos determinado en los

muestreos realizados en 1998 y 1999 el parasitismo sobre los diversos estadios del minador cuando la especie predominante era *Quadrastichus* sp., comparándolo con las restantes parcelas y no hemos encontrado diferencias significativas. Tampoco se han visto diferencias en los niveles poblacionales del minador y en el daño que se produce en las parcelas.

Durante el año 1999 se ha producido una importante expansión del parasitoide *C. phyllocnistoides* desde dos parcelas del País Valenciano en que se introdujo en 1998. Ya ese año se observó la expansión de la población de este parásito desde uno de los puntos de suelta (que se realizó en julio y agosto en dos parcelas muy próximas de la localidad de Riola, 30 km al sur de Valencia) hasta una distancia de alrededor de un kilómetro. En 1999 no se realizaron liberaciones de *C. phyllocnistoides* en ese punto de suelta a fin de comprobar si era capaz de pasar el invierno en campo en nuestras condiciones ambientales. Inicialmente, en la primera quincena de julio de 1999, cuando se empezaron a detectar las primeras poblaciones del minador y de sus parásitos en las dos parcelas de Riola, no se encontró *C. phyllocnistoides*, pero ya en la segunda quincena de julio apareció y rápidamente, en agosto, pasó a ser la especie predominante. Este pequeño retraso inicial puede ser consecuencia de la mayor especificidad de *C. phyllocnistoides* comparado con los parásitos autóctonos, que son polífagos y están por tanto activos antes en las parcelas de cítricos.

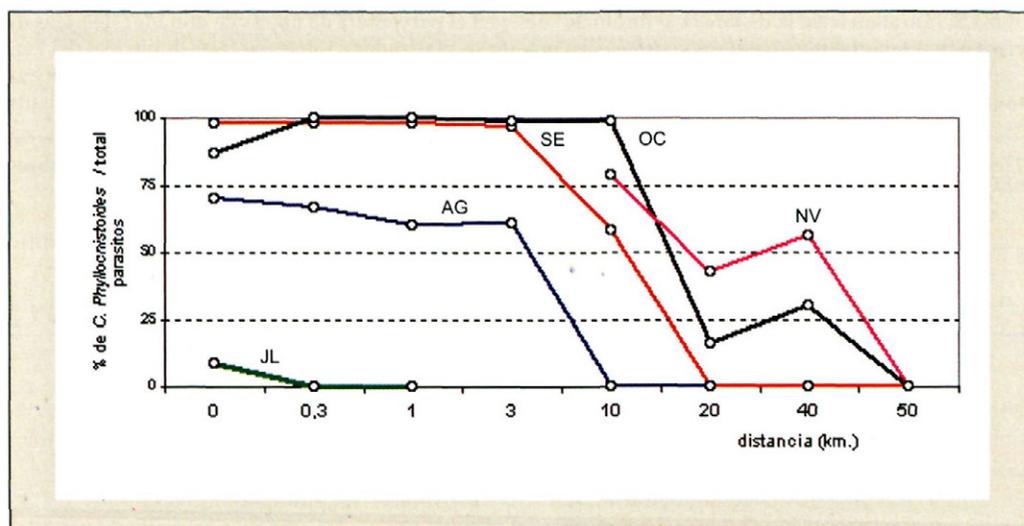


Fig. 1. - Expansión de *C. phyllocnistoides* desde las parcelas de suelta en Riola (Valencia) entre julio y noviembre de 1999. Se ha representado el porcentaje de *C. phyllocnistoides* en el total de parásitos del minador encontrados en muestras tomadas en los cuatro puntos cardinales a distancias progresivamente mayores del punto inicial de suelta.

Desde el momento que se comprobó la presencia de *C. phyllocnistoides* se inició un programa de muestreos en parcelas progresivamente más alejadas, por el sistema de muestrear cuatro parcelas, una en cada uno de los cuatro puntos cardinales. Inicialmente se muestreó a 300 metros, y rápidamente, a medida que se confirmaba la presencia del parásito introducido, se pasó a 1, 3, 10, 20, 40 y 50 Km. Los resultados de estos muestreos, expresados en porcentaje de *C. phyllocnistoides* en relación al total de parásitos encontrados en la muestra, se presentan en la figura 1.

Vemos que la expansión entre agosto y octubre ha sido muy rápida, avanzando a razón de 10 a 15 kilómetros mensuales en esta época.

En octubre se detectó la presencia de *C. phyllocnistoides* ya a 40 km. del punto inicial de suelta. Además, en un radio de entre 10 y 20 kilómetros esta especie es absolutamente predominante en las parcelas, constituyendo prácticamente el 100% de los parásitos. La expansión se ha producido casi por igual en las cuatro orientaciones y así, el

100% de *C. phyllocnistoides* que se observa a 3 km. en septiembre ocurre en las cuatro parcelas (norte, sur, este y oeste), al igual que el observado a 10 km. en octubre. El avance ha sido muy importante para la superficie cítrica de la zona, ya que representa que el insecto está presente aproximadamente en la mitad del área de cultivo de cítricos valenciana. Además, desde que se detecta la presencia del parásito hasta que llega a ser predominante pasa muy poco tiempo, apenas un mes (en el periodo de agosto a octubre). Con estos antecedentes cabe predecir que en el año 2000 *C. phyllocnistoides* acabará siendo la especie predominante de parásito del minador de hojas de cítricos en toda la zona cítrica valenciana.

Para comprobar si existen diferencias en el nivel de parasitismo entre las parcelas en las que predominan especies autóctonas y aquellas en las que hay mayoría de parásitos exóticos hemos calculado el porcentaje medio de parasitismo separando el conjunto de muestras de 1999 en tres grupos. El primero lo forman aquellas muestras en las que predominan parásitos autóctonos, el segundo

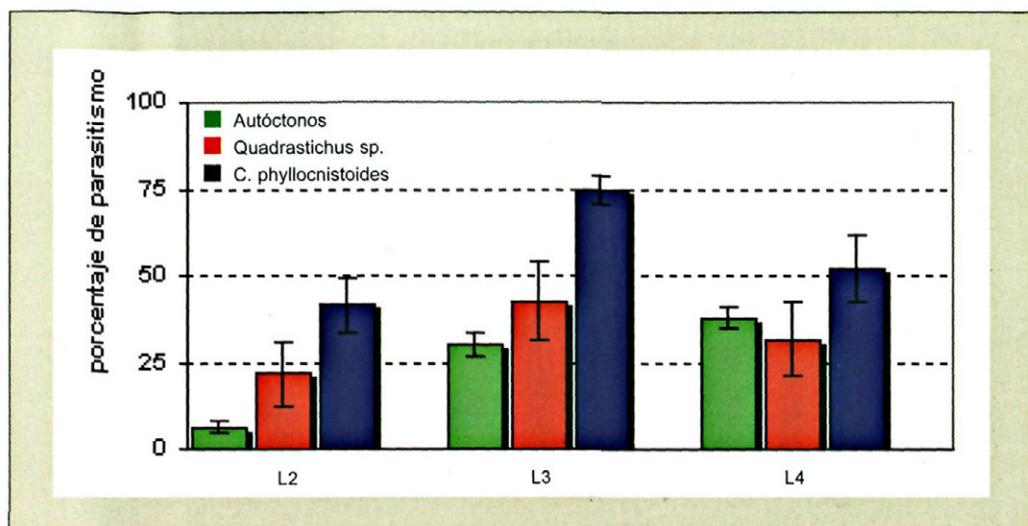


Fig. 2. - Influencia del tipo de parásito predominante en la parcela en el porcentaje de parasitismo medio observado en las muestras tomadas en 1999 para los estadios L2, L3 y L4 del minador de hojas de cítricos. La barra vertical es el error estandar. Para un mismo estadio, letra distinta indica diferencias significativas ($P < 0,05$). Número de muestras: 60 para autóctonos, 8 para *Quadrastichus* sp. y 27 para *Citrostichus phyllocnistoides*.

está formado por muestras donde la especie predominante es *C. phyllocnistoides* y el tercero lo forman las muestras en las que *Quadrastichus* sp. predomina sobre el resto de especies de parásitos del minador (figura 2).

Podemos comprobar que el porcentaje medio de parasitismo en el caso de parcelas en las que predomina *Quadrastichus* sp. apenas varía con respecto a aquellas parcelas donde hay mayor número de parásitos autóctonos. Sin embargo, en las parcelas donde *C. phyllocnistoides* es la especie predominante existen diferencias muy notables. El parasitismo sobre L2 se incrementa desde el 6% a más del 40% ($F = 18,2$; g.l. = 2, 77; $P = 0,000$) y sobre L3 desde el 30% al 75% ($F = 27$; g.l. = 2, 92; $P = 0,000$), mientras que el porcentaje medio de parasitismo sobre L4 parece también incrementarse (desde el 38 al 52%) aunque de forma no significativa ($F = 1,61$; g.l. = 2, 63; $P = 0,208$). Tampoco encontramos diferencias significativas en el parasitismo medio sobre pupas ($F = 1,17$; g.l. = 2,66; $P = 0,316$).

Junto al cálculo del porcentaje de formas parasitadas de cada estadio del minador por

observación directa de hojas atacadas al binocular, hemos llevado a cabo en algunos casos otro procedimiento para estimar el nivel de parasitismo en las muestras, que ha consistido en dejar evolucionar la población de brotes atacados en el interior de grandes cajas de cartón y contar los adultos tanto de minador como de parasitoides que se obtienen. El parasitismo se calcula por el porcentaje que representan los parásitos respecto al total de adultos de parásitos y minador evolucionados. Al relacionar el nivel de parasitismo calculado por este procedimiento con la abundancia relativa de *C. phyllocnistoides* en las muestras (figura 3) comprobamos que el parasitismo se incrementa notablemente al aumentar la presencia de la especie introducida en las parcelas, pasando del 40% en muestras donde no se encuentra *C. phyllocnistoides* a más del 80% en aquellas donde este parásito predomina. Se pone también de manifiesto en la figura 3 la concentración de los puntos de la gráfica a derecha e izquierda de la línea, con pocos puntos en la zona central. Ello indica que al introducirse *C. phyllocnistoides* en una parcela pasa a ser rápi-

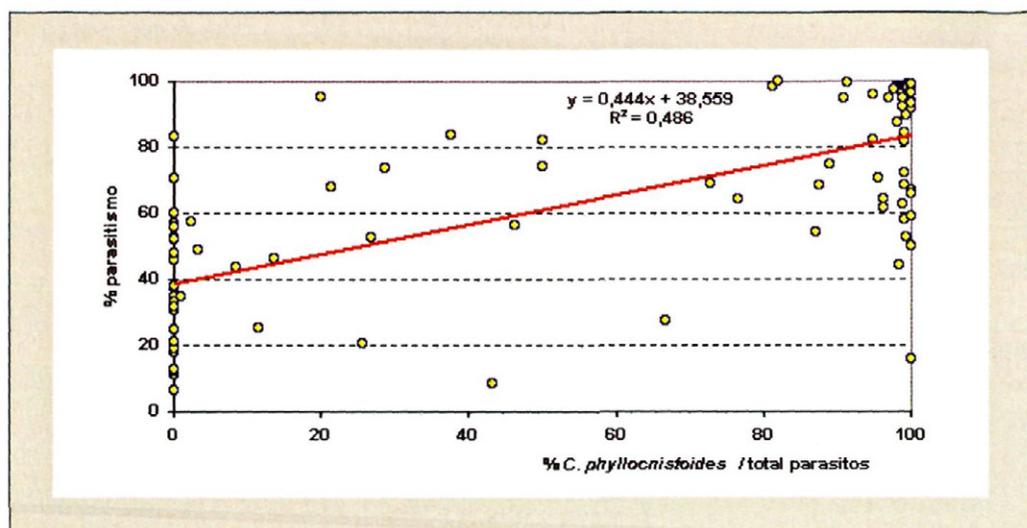


Fig. 3. - Influencia de la presencia en las parcelas de *C. phyllocnistoides* en el nivel de parasitismo sobre el minador de hojas de cítricos. Cada punto representa una muestra realizada en una parcela de cítricos entre julio y noviembre de 1999 en las comarcas centrales valencianas.

damente casi la única especie que parasita al minador, desplazando a las demás y constituyendo en muchos casos más del 95% de los parásitos presentes.

Durante 1999 hemos muestreado diez parcelas cada 15 días entre junio y noviembre. Dos de estas parcelas, localizadas en Riola, han mostrado desde agosto niveles muy elevados de *C. phyllocnistoides*. Por ello hemos podido establecer una comparación de la evolución estacional de junio a noviembre en el porcentaje de parasitismo entre estas dos parcelas y las otras ocho en las que predominaban otras especies de parásitos (autóctonos o *Quadrastichus* sp.). Esta comparación no es totalmente válida ya que en los últimos muestreos, en octubre y noviembre, *C. phyllocnistoides* comienza a aparecer ya en algunas de las ocho parcelas en que no se encontraba inicialmente, debido a la rápida expansión del parásito por toda la zona. En cualquier caso nos permite comprobar de forma aproximada y confirmar las observaciones realizadas en relación con los cambios que la presencia de *C. phyllocnistoides* produce en las parcelas.

Vemos en la figura 4 que en las dos parcelas de Riola a partir de agosto el parasitismo sobre L2 se incrementa ligeramente, y sobre L3 asciende casi al doble del encontrado en las restantes parcelas. Por otra parte, es difícil obtener conclusiones en relación con el parasitismo en L4 ya que en estas dos parcelas fue casi imposible llegar a contar las 50 formas mínimas necesarias dado que, por acción del intenso parasitismo ejercido por *C. phyllocnistoides* en estadios anteriores, apenas se encontraban estadios L4 del minador en las hojas.

Como consecuencia de la alteración que produce *C. phyllocnistoides* en el nivel de parasitismo se observan también cambios en algunos parámetros de la población del minador (figura 5). La puesta (y primeras fases larvarias) en hojas pequeñas es de 6,7 formas por hoja en promedio entre septiembre y noviembre en las dos parcelas en que predomina esta especie frente a 11,9 formas por hoja en las restantes ocho parcelas en que predominan autóctonos o *Quadrastichus* sp. También es bastante menor en las dos parcelas el porcentaje medio de superficie

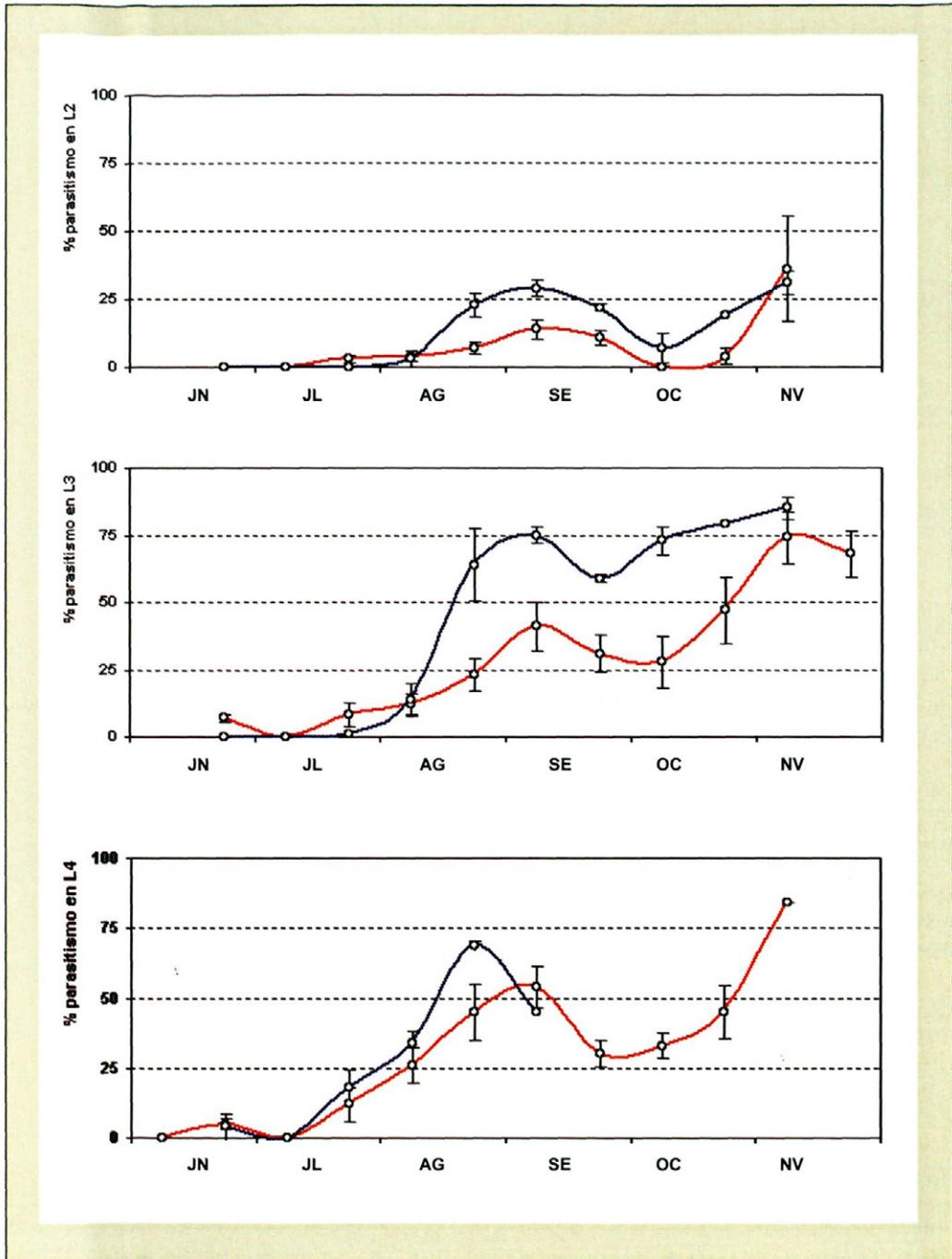


Fig. 4. - Comparación del porcentaje de los estadios de desarrollo del minador L2, L3 y L4 parasitados en las dos parcelas de Riola (en color azul), donde el parásito introducido *C. phyllocnistoides* predomina desde mediados de agosto, y en ocho parcelas (en color rojo) donde los parásitos son especies autóctonas o *Quadrastichus* sp. Se ha representado la media y error estandar de los muestreos realizados cada quincena en los dos grupos de parcelas.

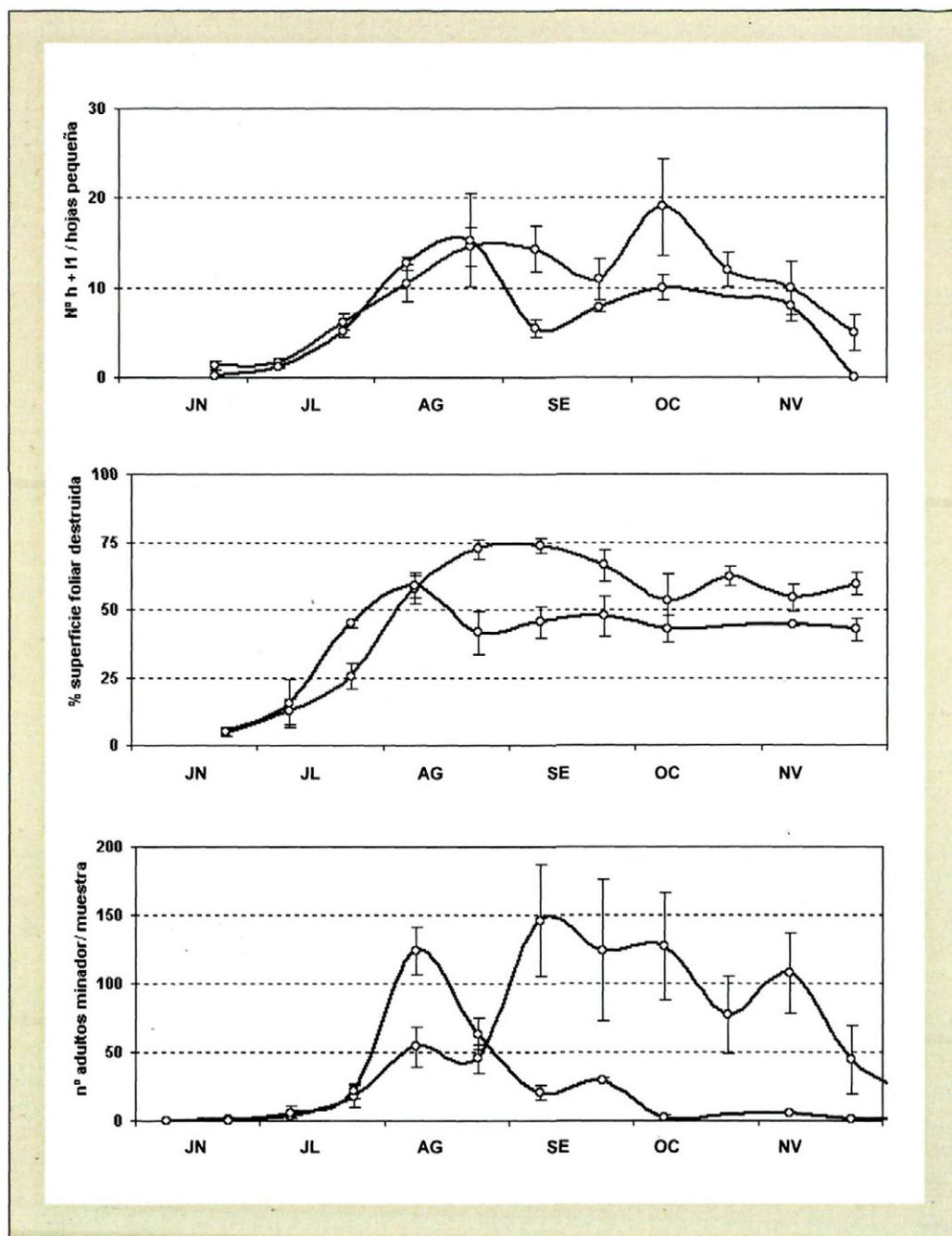


Fig. 5. - Comparación del nivel poblacional del minador de hojas de cítricos, definido por la puesta en hojas pequeñas, el porcentaje de superficie foliar destruida y la abundancia de adultos en el árbol, en las dos parcelas de Riola (en color azul) donde el parásito introducido *C. phyllocnistoides* predomina desde mediados de agosto, y en ocho parcelas (en color rojo) donde los parásitos son especies autóctonas o *Quadrastichus* sp. Se ha representado la media y error estándar de los muestreos realizados cada quincena en los dos grupos de parcelas.

foliar perdida en promedio en los tres meses citados, el 44,5%, frente al 61,6% que se observa en las restantes parcelas. Recordemos que el porcentaje de superficie foliar perdida es un reflejo del número de larvas de minador que completan el desarrollo en la hoja. Por último, el parámetro poblacional en el que se observa un cambio más espectacular en las dos parcelas donde predomina *C. phyllocnistoides* es el del número de adultos de minador capturados con aspirador en los árboles, que es solo de 10,8 adultos por muestra, frente a los 104,4 adultos por muestra que se observan en promedio entre septiembre y noviembre en las ocho parcelas donde no se encuentra esta especie de parásito del minador.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (proyecto INIA SC95-108-C5-4), el Ministerio de Educación y Cultura (proyecto CICYT AGF97-0899-C02-02), la Conselleria de Cultura, Educació i Ciència de la Generalitat Valenciana (proyecto GV-D-AG-01-128-96) y la Conselleria de Agricultura i Medi Ambient de la Generalitat Valenciana (Convenios de Investigación de 1996 a 1999). Agradecemos a los técnicos de ADV de las Cooperativas de Catadau (José Manuel Rodríguez), Carlet (Andrés Alonso), Quartell (José Ferrer) y Cheste (M.^a Carmen Torralba) su ayuda en los muestreos y la cesión de parcelas para los ensayos.

ABSTRACT

R. VERCHER, F. GARCÍA MARI, J. COSTA COMELLES, C. MARZAL and C. GRANDA, 2000: Importation and establishment of parasitoids of the Citrus leaf miner *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Bol. San Veg.*

We describe the development and results of a program of introduction of exotic parasitoids for the biological control of the citrus leaf miner (CLM) *Phyllocnistis citrella* Stainton carried out in Spanish citrus orchards. Between 1996 and 1999 parasitoids were imported in 37 occasions, coming from nine countries, and totalling 10 different parasitoid species. Six of those species were released at the field, the encirtid *Ageniaspis citricola* (Logvinovskaya), (in two strains, one coming from Thailand and the other from Taiwan), and five eulophids, *Quadrastichus* sp., *Semiolacher petiolatus* (Girault), *Galeopsomyia fausta* LaSalle, *Cirrospilus ingenuus* (Gahan) and *Citrostichus phyllocnistoides* (Narayanan). Four species established and overwintered in different areas: *Quadrastichus* sp. and *C. phyllocnistoides* in the País Valenciano, *S. petiolatus* in the Balear Islands (Mallorca, Menorca and Ibiza) and Andalucía (Málaga), and *A. citricola* in the Canary Islands (Tenerife and Gran Canaria). Field releases of *A. citricola* were carried out at the País Valenciano between 1996 and 1998, and subsequently the parasitoids were recovered in most of the release points, reaching globally near 50% of parasitism in pupae and, in a few cases, approaching 100%. However, during the winter *A. citricola* disappeared completely and was not recovered the next season. In 1998 and 1999 *Quadrastichus* sp. and *C. phyllocnistoides* became established in many orchards at the País Valenciano. *Quadrastichus* sp. occurs at low or medium densities, with no differences in parasitism level or CLM population density. In 1999, we observed a substantial expansion of *C. phyllocnistoides* of more than 40 km. in all directions from one point of release, in Riola (Valencia). This parasitoid has become the most abundant CLM parasitoid in all the orchards of the central area up to 20 km. away from the release point. In this area, the percent parasitism on L2 increased from 6% to 40%, on L3, from 30% to 75%, and egg-laying density, percent foliar surface destroyed by the CLM and adult CLM density decreased significantly.

Key words: Citrus leaf miner, parasitoids, biological control, *Phyllocnistis citrella*, *Ageniaspis citricola*, *Citrostichus phyllocnistoides*

REFERENCIAS

- ARGOV, Y. y RÖSSLER, Y., 1996: Introduction, release and recovery of several exotic natural enemies for biological control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Israel. *Phytoparasitica*, 24(1): 33-38.
- GARJO ALBA, C., y GARCÍA GARCÍA, E., 1994: Situación actual del minador de los brotes de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton. Estrategia de lucha. Levante agrícola, 3.º trimestre: 198-200.
- HOY, M. A.; NGUYEN, R.; HALL, D.; BULLOCK, R.; POMERINKE, M.; PEÑA, J.; BROWNING, H., y STANSLY, P., 1995: Establishment of the citrus leafminer parasitoid *Ageniaspis citricola* in Florida. *Citrus industry*, December: 14-17.
- KNAPP, J.; ALBRIGO, L. G.; BROWNING, H. W.; BULLOCK, R. C.; HOY, M. A.; PEÑA, J.; STANSLY, P.; HEPPNER, J., y YANG, Y., 1995: citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton: Current status in Florida. Publ. Florida cooperative extension service. University of Florida, IFAS, 35 pp.
- SERRANO, C.; CAPILLA, M. A.; FRANCH, J. J.; RIPOLLÉS, J. L.; MAZZINI, M. C.; MONTON, E.; VERCHER, R.; GARRO, R.; COSTA-COMELLES, J., y GARCÍA MARÍ, F., 1996: Metodología para la cría de parásitos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella*. Levante agrícola, 4.º trimestre: 328- 341.
- SISCARO, G.; BARBAGALLO, S.; LONGO, S., y PATTI, I., 1997: Prime acquisizioni sul controllo biologico e integrato della minatrice seppentina degli agrumi in Italia. *Informatore Fitopatologico*, 7-8: 19-26.
- SMITH, D., y BEATTIE, G. A. C., 1996: Australian citrus IPM and citrus leafminer. Proceedings from the international conference «managing the citrus leafminer». Orlando (Florida): 66-68.
- TSAGARAKIS, A.; KALAITZAKI, A.; LYKOURESSIS, D.; MICHELASKIS, S., y ALEXANDRASKIS, V., 1999: Presence and impact of introduced and native parasitoids on *Phyllocnistis citrella* Stainton in Greece. Evaluating indirect ecological effects of biological control, global IOBC international symposium, Montpellier, France, 17-20 October 1999. IOBC-WPRS bulletin, 22(2): 66.

(Recepción: 22 mayo 2000)
(Aceptación: 16 octubre 2000)