



Adulto de *Dicyphus bolivari* (IRTA).

**Cristina Castañé¹,
Judit Arnó¹,
Jordi Riudavets¹,
Rosa Gabarra¹,
Oscar Alomar¹, Núria
Agustí¹, Alfred
Rocha¹, Filipe
Madeira^{2,3},
Ramon Albajes²**

¹Programa de
Protección Vegetal
Sostenible. IRTA.
Cabrls (Barcelona)

²Universitat de Lleida,
Agrotecnio Center,
Lleida

³ Dirección actual:
Mountains of
Research Collaborative
Laboratory,
Environmental
and Ecosystem
Management, Bragança,
Portugal.

Los míridos depredadores *Dicyphus bolivari* y *Dicyphus errans* como candidatos para el control de *Tuta absoluta* y *Bemisia tabaci* en tomate de invernadero

El control de las moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*, y de la polilla *Tuta absoluta*, con míridos depredadores ha sido muy exitoso en el cultivo del tomate en la región mediterránea, tanto en invernaderos como en cultivos al aire libre (Arnó y col., 2018). Hasta ahora, las especies más utilizadas han sido *Macrolophus pygmaeus* (anteriormente denominada *M. caliginosus*), *Nesidiocoris tenuis* y *Dicyphus bolivari* (que en trabajos previos fue citado como *D. tamaninii* o *D. maroccanus*). En Cataluña, la Gestión Integrada de Plagas (GIP) del tomate protegido recomienda la conservación de míridos depredadores o la inoculación de *M. pygmaeus* cuando las poblaciones naturales son escasas¹. En los casos en que se aplica la conservación, la especie que mayoritariamente coloniza los cultivos en el ciclo de primavera es *M. pygmaeus*, aunque en los últimos años se aprecia un incremento de *N. tenuis*. A pesar de que en diversas zonas productoras del Mediterráneo se ha preconizado las sueltas de *N. tenuis* en invernadero, esta práctica supone un riesgo importante en algunos ciclos de cultivo por los daños que puede producir en la planta.

Dicyphus errans y *D. bolivari* son míridos presentes en nuestra zona (Goula y Alomar, 1994), que pueden instalarse de forma temprana en los cultivos si se inoculan en la fase de semillero (Madeira y col., 2018). En el presente estudio, hemos investigado la utilización de estos depredadores en el cultivo de tomate de invernadero para el control de las principales plagas, la mosca blanca *B. tabaci* y la polilla *T. absoluta*.

¹ http://agricultura.gencat.cat/web/.content/ag_agricultura/ag03_produccio_integrada/documentos/normes_tecnicas_produccio/fixters-estatics/Annex-VIII_Hortalisses.pdf

Metodología

Los individuos de *D. bolivari* y de *D. errans* utilizados en los ensayos procedían de crías mantenidas en el centro del IRTA en Cabriels (Barcelona) en plantas de tabaco y con huevos de *Ephestia kuehniella* como presa. La cría de *D. bolivari* se inició con individuos recolectados en el área de Barcelona, mientras que la cría de *D. errans* se inició con individuos procedentes del Rosellón francés y del Piamonte italiano. Los adultos de *B. tabaci* y de *T. absoluta* procedían de crías sobre col y sobre tomate, respectivamente.

Para evaluar el consumo de presas por *D. bolivari* y de *D. errans* en condiciones estandarizadas (25°C; 70% HR y fotoperíodo de 16:8 horas Luz:Oscuridad) se usaron hembras de siete días de edad y ninfas de 4º estadio. A cada individuo se le ofreció una de las siguientes dietas: (1) 150 huevos de *T. absoluta*, (2) 20 larvas de primer estadio de *T. absoluta*, (3) 50 ninfas de último estadio de *B. tabaci*, o (4) 25 adultos de *B. tabaci*. Las presas se suministraron sobre un foliolo de tomate colocado encima de un papel de filtro humedecido en una cajita transparente aireada (7 cm Ø x 4 cm altura). Después de 24 horas se contó el número de huevos no eclosados y de larvas muertas de *T. absoluta*, y de ninfas succionadas y de adultos muertos de *B. tabaci*. Se realizaron quince réplicas de cada combinación de presa y depredador, y se compararon las tasas de consumo con pruebas *t* de Student.

Para comparar el efecto sobre el desarrollo de la población de *D. errans* de una dieta monófaga frente a una polífaga se aislaron siete plantas de tomate de 4-6 hojas de la variedad Bodar (Semini) despuntadas apicalmente y dentro de jaulas de malla de 60x60x60 cm³ y dentro de un invernadero. Las plantas se infestaron con (1) 30 adultos de *B. tabaci*, (2) una pareja de *T. absoluta*, o (3) 30 adultos de *B. tabaci* y una pareja de *T. absoluta*. Una semana después se introdujo una pareja de *D. errans*. Se incluyeron tres tratamientos control con las presas correspondientes pero sin el depredador. El sistema se dejó evolucionar cinco semanas, durante las cuales se extrajo semanalmente una planta de tomate de



Adulto de *Dicyphus errans* (IRTA).

Tabla 1. Media (± ET) de presas consumidas en 24 horas por las hembras de *Dicyphus bolivari* y *Dicyphus errans* en condiciones controladas (25°C; 70% HR y 16:8 h Luz:Oscuridad).

Presas ofrecidas	<i>D. bolivari</i>	<i>D. errans</i>	<i>t</i> Student
Huevos de <i>T. absoluta</i>	126,8 ± 7,01	114,5 ± 8,89	t = -1,50; P = 0,147
Larvas de <i>T. absoluta</i>	2,1 ± 0,46	1,6 ± 0,25	t = -0,38; P = 0,708
Ninfas de <i>B. tabaci</i>	39,8 ± 1,56	34,1 ± 2,59	t = -1,86; P = 0,074
Adultos de <i>B. tabaci</i>	2,8 ± 0,50	4,7 ± 0,64	t = 2,37; P = 0,025

cada jaula para evaluar la evolución de las poblaciones de insectos, anotando el número de huevos de *T. absoluta*, los adultos de *B. tabaci* y los adultos de *D. errans* por planta, así como el número de hojas. La temperatura media en el invernadero fue de 25°C (máx. 40°C, mín. 9°C) y la HR media del 72% (máx. 98%, mín. 28%). Se realizaron un total de cuatro réplicas por tratamiento.

Como medida del impacto de los insectos sobre las plantas, se calcularon los insectos-día (número de insectos en recuentos x número de días que estuvieron sobre la planta) acumulados en cada una de las jaulas hasta el último recuento, realizado en la quinta semana. Los valores medios de insectos-día acumulados y del número de hojas por planta al final del experimento se compararon entre tratamientos (*D. errans* y control sin depredador) con pruebas *t* de Student. Las poblaciones del depredador desarrolladas sobre cada presa se compararon mediante un ANOVA.

La eficacia de las inoculaciones pre-transplante de *D. bolivari* y *D. errans* en el control de *B. tabaci* y *T. absoluta* se ensayó en un cultivo comercial de tomate en la zona hortícola de El Maresme (Barcelona) y se comparó con la estrategia GIP que recomienda la Generalitat de Catalunya (GIP-Convencional). Para ello, se llevaron a cabo dos ensayos en los ciclos de primavera de 2018 y 2019, en un invernadero de 416 m² situado en las instalaciones del IRTA. El invernadero tenía ventilación lateral y cenital y se dividió con una cortina de Agryl para separar las plantas inoculadas con depredadores de las no inoculadas. Se trasplantaron 480 plantas de tomate variedad Egara (Fitó) injertadas sobre King Kong (Rijk Zwaan). Las plantas fueron fertilizadas según los análisis de agua y suelo, tutoradas con hilos y podadas a doble guía siguiendo las prácticas habituales de la zona. Se realizaron sueltas pre-transplante de *D. bolivari* en 2018 y de *D. errans* en 2019 en la mitad de las plantas. Para ello, unos

transferencia tecnológica

| hortícolas |

trece días antes del trasplante, se aislaron las plántulas en jaulas de malla dentro de un invernadero y se introdujo una dosis de 0.7 adultos/planta. Durante este periodo los míridos se alimentaron con una mezcla de huevos de *E. kunhiella* y cistos de *Artemia* sp. Este alimento también se proporcionó en dos ocasiones a las ninfas emergidas tras el trasplante.

Para simular una colonización continua de las plagas en el cultivo se hicieron introducciones tanto de *B. tabaci* como de *T. absoluta* cuando fue necesario. Las poblaciones del depredador y de las dos plagas se evaluaron semanalmente en veinte plantas por tratamiento, en las que se contó el número de míridos, de adultos de *B. tabaci* y de galerías de *T. absoluta* en las siete hojas superiores de la planta.

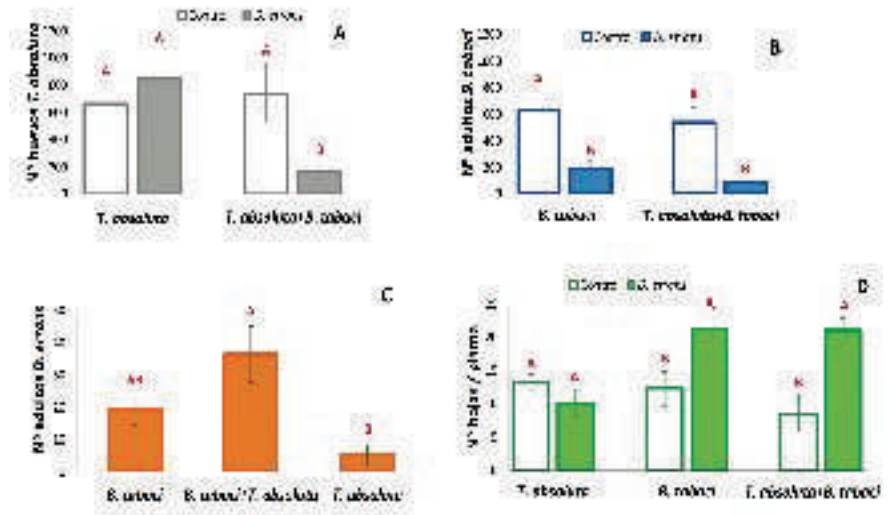


Figura 1. Huevos de *T. absoluta* (A), adultos de *B. tabaci* (B) y adultos de *D. errans* (C)(media \pm ET de insectos-día acumulados) en las jaulas con *T. absoluta*, con *B. tabaci* o con ambas presas en las jaulas con *D. errans* o sin él (control) cinco semanas después de introducir el depredador. Número de hojas por planta Media (\pm ET)(D) al final del experimento. En cada gráfico y para cada grupo de barras, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

Resultados

Las hembras de *D. bolivari* y de *D. errans* consumieron una cantidad importante de huevos de *T. absoluta* y de ninfas de *B. tabaci*, mientras que la depredación de larvas de primer estadio de *T. absoluta* y de adultos de *B. tabaci* fue bastante menor (Tabla 1). El número de presas consumidas por ambos depredadores fue similar excepto para los adultos de *B. tabaci*, en que el consumo de *D. errans* fue significativamente mayor que el de *D. bolivari*. También las ninfas de ambos míridos mostraron consumos parecidos a los de las hembras, aunque inferiores (datos no mostrados).

Cuando a *D. errans* sólo se le ofreció *T. absoluta*, la población de polilla (insectos-día acumulados) fue similar en el tratamiento con *D. errans* y en el tratamiento control sin depredador ($t=0,739$; $P=0,490$) (Figura 1A). Sin embargo cuando al depredador se le ofrecieron simultáneamente ambas presas, la población de *T. absoluta* fue menor en el tratamiento con el depredador que en el tratamiento control ($t=-2,511$; $P=0,046$). Cuando *B. tabaci* se ofreció sola o combinada con *T. absoluta*, el número de adultos de mosca blanca-día acumulado fue menor en las jaulas con *D. errans* que en las jaulas control sin depredador ($t=-2,700$; $P=0,036$ y $t=-3,881$; $P=0,030$, respectivamente) (Figura 1B). La pobla-

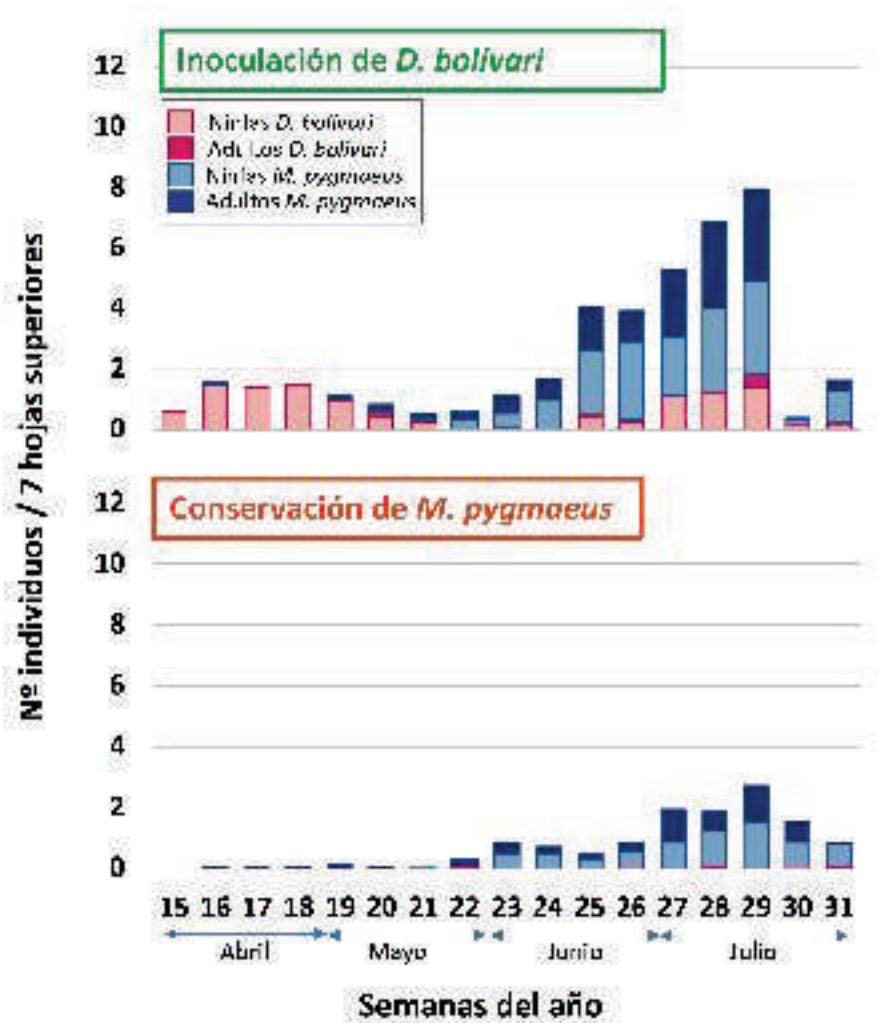


Figura 2. Ninfas y adultos de *Dicyphus bolivari* (inoculados en semillero) y de *Macrolophus pygmaeus* (colonización espontánea) en un cultivo de tomate de invernadero en primavera del 2018. La reducción en las poblaciones de míridos registrada en la semana 30 en el tratamiento con inoculación de *D. bolivari* (grafica superior) es debida a un tratamiento insecticida para reducir los daños producidos por la fitofagia del mírido introducido.

ción de adultos de *D. errans* (insectos-día acumulados) (Figura 1C) fue mayor en el tratamiento con la dieta mixta (*B. tabaci* + *T. absoluta*) que en el tratamiento con sólo *T. absoluta*, y fue intermedia en el tratamiento con sólo *B. tabaci* ($F= 67,23$; $gdl= 2, 11$; $P=0,016$). Por último, en las jaulas en las que había *B. tabaci*, la planta creció menos en los tratamientos sin depredador ($t=2,659$; $P=0.039$ para *B. tabaci* sola; $t=3,783$; $P=0,009$ para *B. tabaci* + *T. absoluta*). Sin embargo, en las jaulas con sólo *T. absoluta* no hubo diferencias en el número de hojas entre tratamientos ($t=-1,358$; $P=0,238$) (Figura 1D).

En ninguno de los dos años en que se realizaron inoculaciones pre-transplante de *D. bolivari* y *D. errans* se hicieron sueltas de *M. pygmaeus* en el tratamiento GIP-Convencional. Por tanto, todos los que encontramos en ambos tratamientos provenían de colonización espontánea (Figuras 2 y 3). En 2018, la instalación de *D. bolivari* en las plantas de tomate a partir de la infestación en semillero fue buena (Figura 2). Las ninfas abundaron en el mes de abril (semanas 15-19), y en mayo (semana 20) se detectaron los primeros adultos. Las poblaciones del depredador se mantuvieron bajas durante junio-julio (semanas 25-29). Pero, a partir de la semana 19 (mayo) aparecieron de forma espontánea adultos de *M. pygmaeus* y sus poblaciones fueron creciendo hasta superar a las de *D. bolivari* durante el resto del cultivo (semanas 22 a 31). En el cultivo GIP-Convencional la colonización espontánea por *M. pygmaeus* fue similar aunque en menor nivel.

Durante la campaña 2019, la instalación de *D. errans* a partir de la inoculación en semillero fue escasa (Figura 3). Las ninfas abundaron en el mes de marzo-abril (semanas 12-14) pero a partir de entonces desaparecieron y no se detectaron más individuos durante el resto del cultivo. A partir de la semana 24 (junio) hubo un importante incremento de la población espontánea de *M. pygmaeus* que fue similar en ambos tratamientos.

Durante los dos años de ensayos, las poblaciones de *B. tabaci* fueron muy bajas en ambos tratamientos, no llegando a alcanzar 1 adulto/planta en 2018 ni 0.5 adultos/planta en 2019.



Vista del cultivo en que se realizó el experimento en 2018 (IRTA).

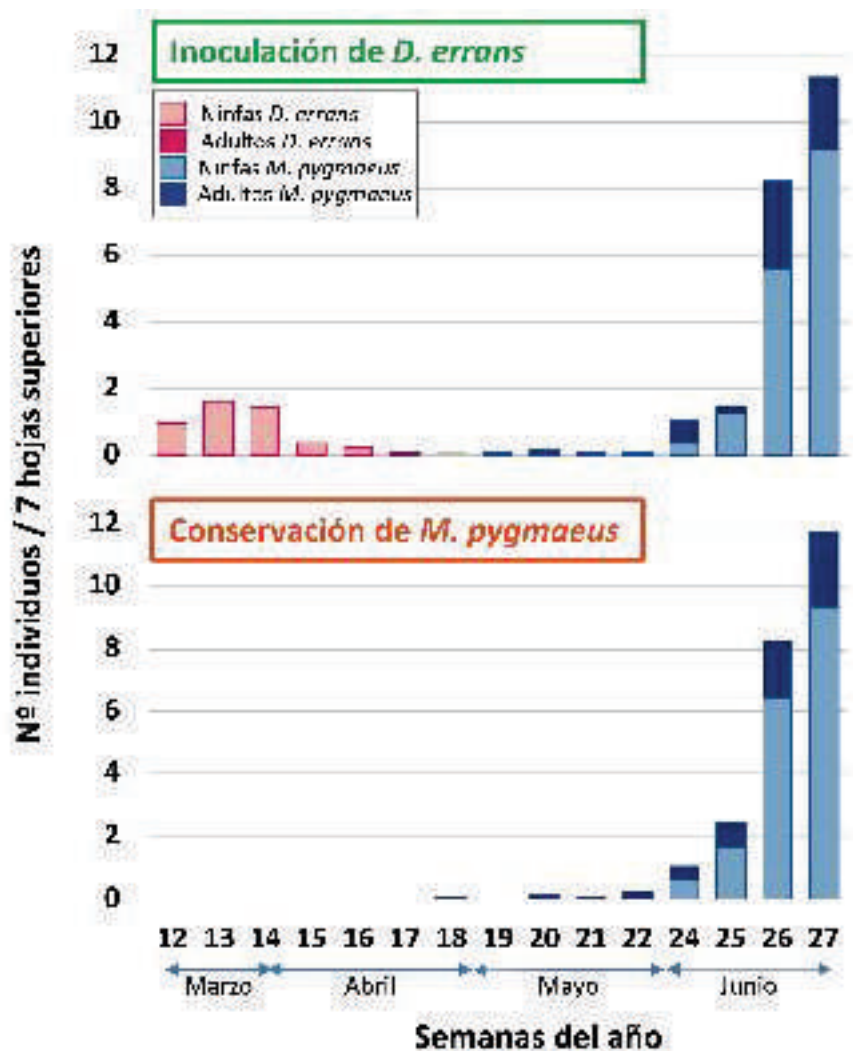


Figura 3. Ninfas y adultos de *Dicyphus errans* (inoculados en semillero) y de *Macrolophus pygmaeus* (colonización espontánea) en un cultivo de tomate de invernadero en primavera (año 2019).

Las poblaciones de *T. absoluta* también fueron bajas (<1 mina/planta) en la mayor parte del cultivo, aunque se registraron repuntes en el mes de julio, que alcanzaron un pico máximo de 6-8 minas/planta en 2018 y de 5 minas/planta en 2019. El porcentaje de frutos dañados por *T. absoluta* fue bajo en ambos años (3% al 6%) y similar en los dos tratamientos.

Discusión

Aunque *D. bolivari* coloniza los cultivos de tomate en nuestra zona (Castañé y col., 2004), en la actualidad es mucho menos abundante que en los años 80-90, probablemente al haber sido desplazado primero por *M. pygmaeus* y, más recientemente, por *N. tenuis* (Matas 2014; Arnó y col., 2018). Estas dos últimas especies se han comercializado desde hace años y su abundancia relativa podría estar ligada a las sueltas inoculativas que se han ido realizando en las fincas agrícolas y también al cambio climático, ya que *N. tenuis* es una especie más termófila. Por otro lado, *D. errans* se ha estudiado para su introducción en los invernaderos del Rosellón (Francia) y está ampliamente distribuida en el Piamonte italiano (Ingegno y col., 2019; van Lenteren y col., 2020).

Dicyphus bolivari y *D. errans* consumen un número muy parecido de *T. absoluta* y *B. tabaci* en ensayos de laboratorio, como también observaron Ingegno y col. (2019) al ofrecerles huevos de *T. absoluta*. Ambas especies son bastante voraces, consumiendo un número elevado de presas en relación con otras especies de míridos como *M. pygmaeus* (Barnadas y col., 1998; Montserrat y col., 2000).

Sin embargo, una dieta compuesta exclusivamente de huevos de *T. absoluta* (el único estadio sobre el que tienen una incidencia destacable) no es muy adecuada para el desarrollo y reproducción de *D. errans*, siendo más apropiada la dieta mixta (*B. tabaci* y *T. absoluta*). Con esta dieta mixta se consigue una mayor población del depredador que comporta un mejor control del lepidóptero. La reducción de ambas plagas en las plantas con dieta mixta propicia un mayor crecimiento de la planta (número de hojas). De entre las dos

/ La complejidad de los agroecosistemas con refugios naturales o establecidos *ad hoc* en zonas próximas a los cultivos facilita el control espontáneo de muchas plagas /

dietas simples probadas, la dieta de mosca blanca parece la más adecuada para la reproducción de *D. errans*. Con acceso sólo a *B. tabaci*, *D. errans* reduce significativamente la plaga, evitando los efectos negativos de la misma sobre el crecimiento de la planta, lo que se traduce en un mayor número de hojas respecto al control sin depredador. La ventaja de la dieta mixta en depredadores generalistas ya la describieron Evans y col. (1999) en dos especies de *Coccinella*, cuya dieta esencial son los pulgones, pero que mejoraron igualmente su desarrollo y reproducción al complementar su dieta con presas alternativas.

La población de *B. tabaci* fue ligeramente mayor en el ensayo de invernadero de 2018 que en el de 2019. Las poblaciones de *T. absoluta* también fueron bajas en ambos años, a excepción de las últimas semanas de cultivo. Esta pequeña variación en el

nivel de presas, juntamente con que *D. errans* es menos tolerante a las altas temperaturas que *D. bolivari*, podrían explicar la baja instalación del primero en el cultivo. Sin embargo, ambos depredadores fueron superados pronto en número por la presencia espontánea de *M. pygmaeus*. La finca en la que se realizó el ensayo suele tener una buena colonización espontánea de esta especie debido a la abundante flora circundante. Esto, unido a la capacidad del depredador para reproducirse cuando la densidad de presa es baja, se tradujo en un mejor establecimiento en el cultivo. La capacidad de aumentar las poblaciones cuando la presa es escasa aumenta las posibilidades de que la plaga sea depredada a pesar de la menor tasa de depredación individual de *M. pygmaeus* comparado con la de *D. bolivari* y *D. errans* (Ingegno y col., 2019).

Por tanto, gran parte del impacto de las poblaciones de míridos sobre las plagas del cultivo en ambos años fue probablemente debido a la acción de *M. pygmaeus* y, en menor medida, a la de los míridos introducidos en el semillero, aunque estos permitieron mantener bajas las poblaciones de plaga antes de la colonización por *M. pygmaeus*. Esto demuestra la importancia de la conservación de los enemigos naturales en los programas de GIP en la zona mediterránea, donde la fauna espontánea es abundante. En este sentido, la complejidad de los agroecosistemas con refugios naturales o establecidos *ad hoc* en zonas próximas a los cultivos facilita la colonización de fauna útil y el control espontáneo de muchas plagas.

Agradecimientos

Las colonias iniciales de *D. errans* fueron proporcionadas por J. Lambión (GRAB, Francia) y por L. Tavella y B. Ingegno (Universidad de Turín, Italia). Estos estudios fueron financiados por los proyectos EMPHASIS (Grant agreement 634179) y EUCLID (Grant agreement 633999). Todos los autores pertenecen a instituciones financiadas por el Programa CERCA (Generalitat de Catalunya).

Bibliografía

- ! Arnó, J., Castañé, C., Alomar, O., Riudavets, J., Agustí, N., Gabarra, R., Albajes, R. 2018. Forty years of biological control in Mediterranean tomato greenhouses: The story of success. *Isr. J. Entomol.* 48: 209–226.
- Barnadas, I., Gabarra, R., Albajes, R. 1998. Predatory capacity of two mirid bugs preying on *Bemisia tabaci*. *Entomol. Exp. Appl.* 86: 215–219.
- Castañé, C., Alomar, O., Goula, M., Gabarra, R. 2004. Colonization of tomato greenhouses by the predatory mirid bugs *Macrolophus caliginosus* and *Dicyphus bolivari*. *Biol. Control* 30, 591–597.
- Evans, E.W., Stevenson, A.T., Richards, D.R. 1999. Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet. *Oecologia* 121: 107–112.
- Goula, M., Alomar, O. 1994. Míridos (Heteroptera, Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. *Guía parasu identificación. Bol. San. Veg., Plagas*, 20: 131–143.
- Ingegno, B.L., Messelink, G.J., Bodino, N., Iliadou, A., Driss, L., Woelke, J.B., Leman, A., Tavella, L. 2019. Functional response of the mirid predators *Dicyphus bolivari* and *Dicyphus errans* and their efficacy as biological control agents of *Tuta absoluta* on tomato. *J. Pest. Sci.* 92: 1457–1466.
- Madeira, F., Edo, S., Sossai, S., Callizo, J., Albajes R. 2018. Pre-planting inoculation for early establishment of *Dicyphus bolivari* and *D. errans* on tomatoes. *BioControl* 64: 33–41
- Matas, M. 2014. Control biológico en el tomate en el Maresme. Conservación de enemigos naturales y gestión de infraestructuras ecológicas. *Phytoma-España* 262: 56
- Montserrat, M., Albajes, R., Castañé, C. 2000. Functional response of four heteropteran predators preying on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Environ. Entomol.* 29: 1075–1082
- van Lenteren, J.C., Alomar, O., Ravensberg, W.J., Urbaneja, A. 2020. Biological control agents for control of pests in greenhouses. En: M. L. Gullino y col. (eds.), *Integrated pest and disease management in greenhouse crops, plant pathology in the 21st century* 9; Springer Nature Switzerland AG 2020. Pp: 409–439.

PLAGAS AGRÍCOLAS

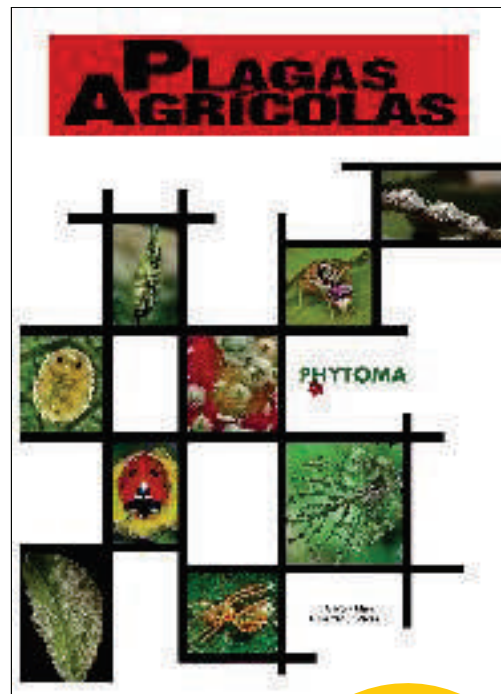
En el Año Internacional de la Sanidad Vegetal, Phytoma-España lanza su obra más ambiciosa

¡Más de 500 páginas!
¡Cerca de 1.500 fotografías!

Novedad editorial

www.phytoma.com

Publicaciones PHYTOMA



59€
IVA incluido

PHYTOMA



Tel: 34 963826511

E-mail: editorial@phytoma.com