
INFLUÈNCIA DE L'ENTORN DELS HIVERNACLES DE TOMÀQUET PRIMERENC EN LA COLONITZACIÓ DEL CULTIU PER MÍRIDS DEPREDADORS

Martí Figueras-Paret

Programa de Protecció Vegetal Sostenible, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA-Cabrils),
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

REBUT: 11 d'octubre de 2017 - ACCEPTAT: 4 de desembre de 2017

RESUM

L'objectiu d'aquest estudi vas ser determinar els factors relacionats amb l'entorn del cultiu de tomàquet d'hivernacle primerenc que podien permetre afavorir la colonització del cultiu pels depredadors polífags i així millorar el control biològic per conservació (CBC). Això es va fer descrivint, de dotze hivernacles localitzats al Maresme, la vegetació circumdant pel que fa a la diversitat i l'abundància d'espècies vegetals. Es van determinar les plantes hoste de mírids depredadors, es van separar les dues espècies críptiques del gènere de depredador majoritari, *Macrolophus* spp., i es va relacionar i determinar l'abundància de mírids a l'exterior dels hivernacles amb la colonització del cultiu. Es van trobar un total de catorze espècies vegetals hoste de mírids depredadors de vuit famílies de plantes diferents, la majoria reproductores. Els mírids més abundants van ser els *Macrolophus* spp., trobats en dotze espècies diferents de plantes, seguits pels *Dicyphus tamaninii*. Es va confirmar que l'espècie que es trobava a la vegetació estudiada era *Macrolophus pygmaeus*, que és la que colonitza els cultius de tomàquet. L'hoste en el qual es va trobar més abundància de *M. pygmaeus* va ser la planta ornamental *Calendula officinalis*, encara que també s'hi podien trobar *Nesidiocoris tenuis*, que podrien arribar a generar un problema de competència i danys al cultiu. Els resultats de l'estudi suggereixen que un entorn heterogeni i amb abundants plantes hoste de depredadors genera una abundància més gran

Correspondència: Martí Figueras Paret. Programa de Protecció Vegetal Sostenible (IRTA-Cabrils).
Ctra. de Cabrils, km 2. 08348 Cabrils, Barcelona. Tel.: 689 592 036. A/e: marti.figueras.19@gmail.com.

M. Figueras-Paret

de mírids depredadors que poden colonitzar els cultius de tomàquet d'hivernacle a l'àrea mediterrània.

PARAULES CLAU: *Macrolophus pygmaeus*, control biològic per conservació, hivernacle, tomàquet, *Calendula officinalis*.

INFLUENCIA DEL ENTORNO DE LOS INVERNADEROS DE TOMATE PRIMERIZO EN LA COLONIZACIÓN DEL CULTIVO POR MÍRIDOS DEPREDAADORES

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los factores relacionados con el entorno del cultivo de tomate de invernadero primerizo que podían permitir favorecer la colonización del cultivo por los depredadores polífagos y así mejorar el control biológico por conservación (CBC). Eso se hizo describiendo, de doce invernaderos localizados en el Maresme, la vegetación circundante por lo que se refiere a la diversidad y abundancia de especies vegetales. Se determinaron las plantas huésped de míridos depredadores, se separaron las dos especies crípticas del género de depredador mayoritario, *Macrolophus* spp., y se relacionó y determinó la abundancia de míridos en el exterior de los invernaderos con la colonización del cultivo. Se encontraron un total de catorce especies vegetales huéspedes de míridos depredadores de ocho familias de plantas distintas, la mayoría reproductoras. Los míridos más abundantes fueron los *Macrolophus* spp., encontrados en doce especies distintas de plantas, seguidos de los *Dicyphus tamaninii*. Se confirmó que la especie que encontrábamos en la vegetación estudiada era *Macrolophus pygmaeus*, que es la que coloniza los cultivos de tomate. El huésped donde se encontró más abundancia de *M. pygmaeus* fue la planta ornamental *Calendula officinalis*, aunque también se encontraban *Nesidiocoris tenuis*, que podían llegar a generar un problema de competencia y daños en el cultivo. Los resultados de este estudio sugieren que un entorno heterogéneo y con abundantes plantas huésped de depredadores genera una mayor abundancia de míridos depredadores que pueden colonizar los cultivos de tomate de invernadero en el área mediterránea.

PALABRAS CLAVE: *Macrolophus pygmaeus*, control biológico por conservación, invernadero, tomate, *Calendula officinalis*.

INFLUENCE OF SURROUNDINGS OF EARLY-TOMATO GREENHOUSES ON CROP COLONIZATION BY PREDATORY MIRID BUGS

ABSTRACT

Biological control of crop pests is considered a promising conservation strategy in horticultural crops. In the Mediterranean region, crop colonization by native predatory mirid bugs is frequent but highly varied between crop production sites, which helps to increase the populations of pests' natural enemies. This study seeks to determine the factors related to landscape heterogeneity around primary tomato crops which could favour colonization by polyphagous predators and improve conservation biological control (CBC). We describe the diversity and abundance of plant species of the vegetation surrounding 12 greenhouses located in the Maresme region. The vegetable host species of the predatory mirid bugs were determined and the two cryptic species of the main predator *Macrolophus* spp. were separated. Additionally, the abundance of mirid bugs surrounding greenhouses was determined and linked to crop colonization. Up to 14 plant-species hosts of predatory mirid bugs of 8 different plant families, most of them breeders, were found. The most abundant mirid bugs were *Macrolophus* spp, found on 12 different plant species, followed by *Dicyphus tamaninii*. It was confirmed that the mirid species found on the vegetation under study was *Macrolophus pygmaeus*, which is the one that colonizes tomato crops. The greatest abundance of *M. pygmaeus* was found on the ornamental plant *Calendula officinalis* but *Nesidiocoris tenuis*, which could generate a competition problem or crop damage, was also found. The results suggest that a heterogeneous landscape rich in host plants for predatory mirid bugs generates a greater abundance of such insects that can colonize the greenhouse tomato crops in the Mediterranean region.

KEYWORDS: *Macrolophus pygmaeus*, conservation biological control, greenhouse, tomato, *Calendula officinalis*.

1. INTRODUCCIÓ

El tomàquet (*Lycopersicon esculentum* Miller) és un producte hortícola amb una elevada importància econòmica mundial i la Unió Europea n'és un dels principals productors. A Espanya també hi té un paper molt important, es troba entre els deu primers productes agrícoles tant en quantitat produïda com en valor de la producció (FAOSTAT, 2012).¹ A Catalunya,

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), <http://faostat3.fao.org/home/S>.

ocupa el primer lloc d'hortícoles en tres de les quatre províncies (Idescat, 2016).²

La producció del tomàquet per a consum en fresc és molt intensiva, es dona tant en hivernacle com a l'aire lliure. A les zones més càlides, com la conca mediterrània, predominen els hivernacles amb estructures menys hermètiques, cobertes de plàstic i sense calefacció, fet que possibilita un important intercanvi de plagues, i també d'enemics naturals, entre cultius, cosa que els fa més similars als cultius a l'aire lliure (Avilla *et al.*, 2004; Albajes i Alomar, 1999).

La incidència de les diferents plagues varia molt segons el tipus d'hivernacle, el cicle de cultiu i les espècies vegetals amb les quals coexisteix. Actualment, les principals plagues són: l'arna del tomàquet (*Tuta absoluta*, Lepidoptera: Gelechiidae), les mosques blanques (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, entre d'altres), els minadors de la fulla, altres lepidòpters, els pugons, l'àcar del bronzejat i l'aranya roja (Gabarra *et al.*, 2008; Urbaneja *et al.*, 2010).

En els climes més càlids es duen a terme inoculacions augmentatives de les espècies autòctones d'enemics naturals més abundants en el medi (Gabarra i Besri, 1999; Avilla *et al.*, 2004; Blom *et al.*, 2008) amb l'objectiu de controlar les mosques blanques. L'activitat dels parasitoides evita l'emergència dels adults de mosca blanca i, un cop instal·lats en el cultiu, els depredadors poden controlar colonitzacions subsegüents (Gabarra *et al.*, 2006).

El tomàquet sembla ser el principal hoste de *T. absoluta*. Tant *Macrolophus pygmaeus* com *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) ataquen activament els ous de *T. absoluta* i els estadis larvaris, encara que prefereixen les larves en el primer estadi (Urbaneja *et al.*, 2010; Arnó *et al.*, 2009). Mollá *et al.* (2009) van demostrar que quan *M. pygmaeus* i *N. tenuis* s'establien al cultiu eren capaços de reduir la infestació a les fulles entre un 75% i un 97% o la infestació als fruits entre el 56% i el 100%. Arnó *et al.* (2009) van determinar que quan hi havia una mitjana de 4,5 mírids en planta, es mantenia el nivell de dany al fruit per sota del 4%, i van qualificar les dues espècies de mírids com a enemics naturals efectius d'aquesta plaga. La conservació dels mírids depredadors polífags ha demostrat ser una estratègia eficient pel que fa a la regulació natural de la mosca blanca, els pugons i les plagues de lepidòpters (Albajes i Alomar, 1999; Gabarra i Besri, 1999; Lykouressis *et al.*, 2000).

1.1. Els depredadors

El depredador *M. pygmaeus* ha mostrat un alt potencial per al control biològic en cultius de solanàcies i és àmpliament utilitzat a escala comercial en alliberaments inoculatiu i/o conservants de les poblacions naturals en el control

2. Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=446>.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

de les mosques blanques i altres plagues com *T. absoluta* en aquests cultius (Perdikis i Lykouressis, 1996; Gabarra i Besri, 1999; Hommes i Ter Horst, 2002; Lenteren, 2003; Castañé *et al.*, 2004). Aquesta espècie és autòctona de la regió mediterrània. És polífaga i s'alimenta de diverses plagues de cos tou, com la mosca blanca, els pugons, els trips, els minadors de fulla, els àcars, i els ous i les larves de lepidòpters. *M. pygmaeus* es considera el principal depredador de la mosca blanca dels hivernacles d'aquests cultius (Albajes i Alomar, 1999); pot romandre molt més temps a la planta que altres depredadors, fins i tot quan només hi queda un nombre baix de mosques blanques, i això podria tenir un impacte positiu sobre l'eficàcia del control biològic (Montserrat *et al.*, 2004).

Estudis recents utilitzant la hibridació i l'anàlisi molecular d'ADN han demostrat la coexistència de dues espècies diferents de *Macrolophus* en els hàbitats de cultius hortícoles: *M. melanotoma* i *M. pygmaeus*. La primera trobada majoritàriament en *Dittrichia viscosa* i la segona en *Solanum nigrum* i plantes de tomàquet (Perdikis *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2006; Castañé *et al.*, 2013). Un estudi comparatiu a partir de diferents experiments a escala ha demostrat que només *M. pygmaeus* pot colonitzar el tomàquet (Perdikis *et al.*, 2008).

Amb tot, cada cop amb més freqüència es troben també poblacions de *N. tenuis* en cultius de tomàquet (Arnó *et al.*, 2006). *N. tenuis* és un depredador zoofitòfag també nadiu de la regió mediterrània i present en àrees on es cultiven tomàquets i altres vegetals (Carnero *et al.*, 2000; Sánchez *et al.*, 2003). Colonitza espontàniament cultius de tomàquet, tant en hivernacles com a l'aire lliure. Però no és clar si realment és beneficiós per al cultiu o el pot malmetre (Castañé *et al.*, 2006).

Dicyphus tamaninii Wagner (Heteroptera: Miridae) és un altre mírid depredador que s'alimenta de mosques blanques, trips, pugons, aranya roja, minadors i ous de lepidòpters (Albajes *et al.*, 1996; Saleh i Sengonca, 2001; Sengonca i Saleh, 2002). Es troba espontàniament sobre diversos cultius i males herbes de l'àrea mediterrània (Alomar *et al.*, 1994). Altres espècies, com *Dicyphus errans* Wolff (Hemiptera: Miridae), també són agents de control potencials de *T. absoluta* (Ingegno *et al.*, 2013).

Entre els depredadors polífags útils també hi ha els antocòrids del gènere *Orius* spp., que s'utilitzen en pebrot i altres cultius d'horta per al control de trips, però que s'alimenten també de mosques blanques (Arnó *et al.*, 2008).

1.2. La introducció dels depredadors

Majoritàriament, la introducció de *M. pygmaeus* en els cultius es fa per alliberaments periòdics. Una millora d'aquest mètode consisteix a addicionar aliments adequats (en general, ous de lepidòpter) sobre les plantes de cultiu en paral·lel a l'alliberament dels depredadors. L'alliberament també

M. Figueras-Paret

dona bons resultats amb *N. tenuis* (Calvo *et al.*, 2012a i 2012b). Alliberat abans de plantar, és capaç de controlar *B. tabaci* i *T. absoluta*, tant si es presenten individualment com a la vegada (Calvo *et al.*, 2012b).

1.3. Les plantes hoste

Enric Vila, a la seva tesi doctoral (2004), descriu una sèrie d'espècies vegetals en què s'ha trobat *Macrolophus* spp. tant en estat adult com de nimfa, cosa que indica que són espècies reproductores; són les següents: *Parietaria judaica* L., *Malva sylvestris* L., *Geranium* spp. L., *Convolvulus* spp. L., *Galium aparine* L., *Calendula arvensis* L., *Dittrichia viscosa* L. Greuter i d'altres. Anteriorment, Alomar (1994) havia descrit també la presència de *Macrolophus* spp. en *Urtica* spp. i *Borago officinalis*. Segons Lambion (2012), *Calendula officinalis* (Asteraceae) és hoste de *M. pygmaeus* i de *Dicyphus* spp., *Dittrichia viscosa* (Asteraceae) ho és de *M. melanotoma* i *Geranium robertianum* (Geraniaceae) de *Dicyphus* spp.

La taxa de colonització dels depredadors polífags *D. tamaninii* i *M. pygmaeus* augmenta en camps on hi ha presents refugis d'hivern. Els principals reservoris naturals de *M. pygmaeus* en cultius de solanàcies són les plantes no cultivades de *Solanum nigrum* L. (Solanaceae). Alomar *et al.* (2002) i Castañé *et al.* (2004) confirmen que hi ha més colonització dels cultius de tomàquet per *M. pygmaeus* en camps envoltats d'entorns complexos. No obstant això, els elements clau de la vegetació natural que dona suport a la dispersió de *Macrolophus* als cultius de tomàquet segueixen sense ser clars (Alomar i Albajes, 2003), cosa que podria estar relacionada amb la discriminació entre *M. pygmaeus* i *M. melanotoma* (Goula i Alomar, 1994). Altres estudis afirmen que incrementar la complexitat de l'entorn generalment comporta un augment de l'abundància i/o la diversitat d'enemics naturals (Bianchi *et al.*, 2006; Drapela *et al.*, 2008; Schmidt *et al.*, 2008; Werling i Gratton, 2008; Gardiner *et al.*, 2009a i 2009b). Aquest increment de l'abundància i la diversitat d'enemics naturals pot ser positiu per al control de plagues en incrementar la taxa de parasitisme o depredació (Bianchi *et al.*, 2006 i 2008; Thies *et al.*, 2008; Boccaccio i Petacchi, 2009; Gardiner *et al.*, 2009a).

La colonització natural dels cultius de solanàcies en hivernacles pels diferents mírids i altres depredadors i la seva persistència i abundància en marges de camp han estimulat aquest estudi, dirigit a valorar el potencial de la vegetació nativa i de les plantes no cultivades com a mitjà per a introduir els depredadors en aquests cultius o donar suport a la conservació de les poblacions que hi ha al voltant. Aquest estudi forma part d'un projecte més ampli en el qual s'estan analitzant altres factors que puguin influenciar en l'aproximació de mírids a l'hivernacle i altres factors que puguin ajudar a la colonització dels cultius.

2. OBJECTIUS

L'objectiu general d'aquest treball és identificar els factors relacionats amb l'entorn del cultiu de tomàquet d'hivernacle primerenc que permeten afavorir la colonització del cultiu pels depredadors polífags i millorar el control biològic per conservació. Els objectius concrets són:

1. Descriure la vegetació circumdant a hivernacles pel que fa a diversitat i abundància d'espècies vegetals.
2. Localitzar les plantes hoste de mírids depredadors i determinar-ne la importància en la conservació.
3. Establir la relació entre l'abundància de mírids a l'entorn dels hivernacles i la colonització del cultiu.

3. MATERIAL I MÈTODES

3.1. Àrea d'estudi i tria dels hivernacles

El projecte es va fer al Maresme, una comarca de clima mediterrani de tipus litoral central amb una precipitació anual mitjana que oscil·la entre 550 mm i 800 mm (METEOCAT, 2014).

Es van escollir dotze hivernacles situats al llarg del litoral en els quals es cultivava tomàquet primerenc. Aquests hivernacles són propietat de pagesos que pertanyen a l'Agrupació de Defensa Vegetal (ADV) del Baix Maresme. Els hivernacles (H) es van classificar i numerar segons l'abundància de *Macrolophus* spp. a l'exterior, de H1 a H12.

3.2. Caracterització dels hivernacles

Es van tenir en compte diferents característiques dels hivernacles: l'estructura —de fusta o de metall—, el tipus de cultiu —tomàquet sol o amb altres hortalisses—, varietats de tomàquet, àrea de l'hivernacle, altura sobre el nivell del mar i perímetre potencial mostrejable.

3.3. Presa de mostres i identificació de mírids, *Orius* i plagues

Per a la presa de mostres i la identificació dels mírids en cada hivernacle, es van utilitzar dos mètodes:

a) A l'interior de l'hivernacle es van agafar mostres procedents de les espècies vegetals d'interès presents, el procés es repetia en cas que l'espècie fos abundant en el cultiu. La mostra s'agafava de la manera següent: a cada

M. Figueras-Paret

punt on es trobava una planta possiblement hoste es picava tres vegades sobre la massa de vegetació, i la fauna present queia dins d'una safata blanca col·locada a sota. Amb l'ajuda d'un aspirador entomològic es recollien tots els mírids i *Orius*, tant adults com nimfes, i es posaven en pots tancats, identificats amb el nom del pagès, la data i el punt de la presa de la mostra. Aquest procés es duia a terme tres vegades en cada punt. A més, es prenia nota en una graella de l'espècie vegetal que es picava i la composició vegetal del metre quadrat, així com observacions extres.

A l'exterior de l'hivernacle es marcava un perímetre de 10 m d'ample al voltant de l'hivernacle, a cada 10 m lineals s'establí un punt de presa de mostres d'1 m² i s'escollia la zona on hi hagués més espècies vegetals interessants. El procés de recollida era el mateix que a l'interior.

Al laboratori se separaven els *Orius* spp. i els mírids, adults i nimfes. Els adults del gènere *Orius* es guardaven en alcohol de 70° per a identificar-los posteriorment i les nimfes es posaven a evolucionar amb ous d'*Ephestia kuehniella* Zell (Lepidoptera: Pyralidae) com a presa i un tros de mongeta en una cambra a 22 °C.

Els mírids adults se separaven visualment segons si eren *Macrolophus* spp., *N. tenuis*, *D. tamaninii* o bé *D. errans*. Per a identificar les dues espècies de *Macrolophus*, en el cas de tenir mascles i femelles, es posaven, perquè s'aparellessin, en pots amb ous d'*E. kuehniella* i un tros de fulla de tabac a la cambra a 22 °C. Al cap d'una setmana, les femelles se separaven, per a fer la posta, en pots amb *E. kuehniella*, un tros de mongeta (on es veuen els ous més clarament) i un tub d'Eppendorf amb aigua tapat amb cotó per a mantenir la humitat, i es posaven a la cambra a 22 °C. Els mascles es guardaven en alcohol de 70°. Al cap d'una altra setmana, s'observaven les mongetes a la lupa per a veure si les femelles havien post ous i distingir l'espècie segons la morfologia de l'opercle. Segons Castañé *et al.* (2013), els ous de *M. melanotoma* mostren una sola banya unilobulada i curta i els de *M. pygmaeus* una banya més gran i ramificada. En cas que no es distingís bé o no es trobessin ous, es dissecionava la femella. Se n'obria l'abdomen per a treure'n els ous i poder veure'n l'opercle. Si no tenia ous o estaven poc madurs, es guardava el cap en alcohol de 70°. En el cas de tenir només mascle o només femella de *Macrolophus* es guardaven en alcohol de 70°.

Les nimfes de mírids es posaven a evolucionar en pots amb ous d'*E. kuehniella* i fulla de tabac fins que arribaven a adults i aleshores se seguia el mateix procediment explicat anteriorment.

Totes les mostres conservades en alcohol es van posar en tubs d'Eppendorf i es van congelar per a fer-los una identificació molecular per reacció en cadena de la polimerasa (PCR) posterior.

Les mostres es van prendre cada quinze dies, tres vegades en total.

També es van prendre mostres extres per a recollir la màxima quantitat de mostres possibles per a confirmar espècies vegetals amb un interès po-

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

tencial. El procediment seguit, tant en la recollida com en el tractament de la mostra, és l'explicat anteriorment.

b) A més, es van col·locar nou trapes grogues enganxoses repartides homogèniament dins l'hivernacle per a capturar tant mírids com plagues del cultiu. Es clavaven a una estaca a l'alçària que hi havia el cultiu en cada moment. Aquestes trapes es canviaven cada quinze dies i s'analitzaven tots els individus capturats per a classificar-los.

3.4. Descripció de la vegetació circumdant

La descripció de la vegetació circumdant als hivernacles es va fer agafant mostres, als diferents punts de presa de mostres, de les diferents espècies, i més tard es van identificar al laboratori amb l'ajuda de guies, claus dicotòmiques i suports virtuals com la Flora Catalana³ en línia. Es van calcular l'abundància i la diversitat d'espècies presents en els punts de presa de mostres a l'exterior de cada hivernacle.

3.5. Determinació molecular de les espècies de *Macrolophus* spp.

Per a identificar l'espècie de *Macrolophus*, es van analitzar per PCR els adults guardats en alcohol. Tan sols dos parells d'encebadors específics per als marcadors genètics de *M. pygmaeus* i *M. melanotoma* són capaços de distingir les dues espècies, amplificant fragments de 114 i 154 parells de bases (bp), respectivament (figura 1). Les seqüències dels encebadors específics són:

- Mp1F: 5'-GTAACATAGATAAAAATCCCATTTTC-3'
- Mp4R.2: 5'-CCTAATAATTGTGGTTCTCACAA-3'
- Mm1F: 5'-CTTCTTGATGCCTTTTATTGTGGC-3'
- Mm3R: 5'-TTATCATACTATGTAGTCCTTGATT-3'

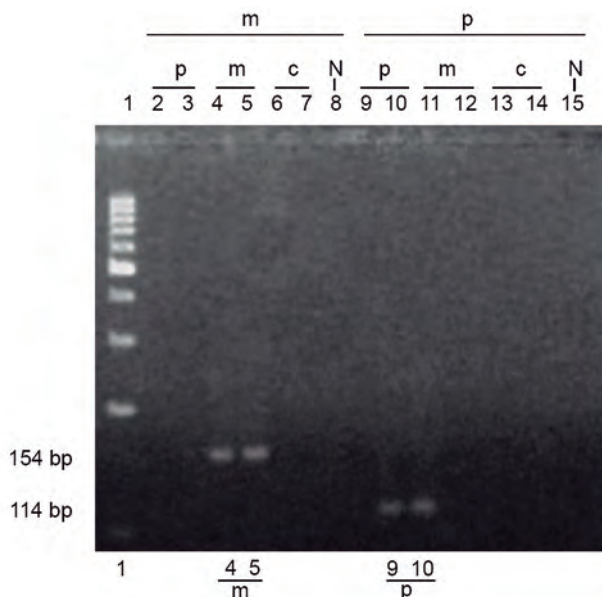
Aquests encebadors estan extrets de Castañé *et al.* (2013), excepte Mp4R.2, que ha estat aportat per N. Agustí (comunicació personal), ja que el que hi ha descrit a l'article no és aplicable a *M. pygmaeus*.

Es van analitzar per PCR quinze *Macrolophus* procedents de *C. officinalis*, quinze de *Lavandula* spp., deu de *Salvia officinalis*, deu de *Parietaria officinalis*, deu de *C. arvensis*, deu d'*Erodium* spp., deu de *Dimorphoteca ecklonis*, nou de *B. officinalis*, un de *Solanum tuberosum* i tres de *Dittrichia viscosa* (aquests últims utilitzats com a control positiu de

3. <http://www.floracatalana.net>.

M. Figueras-Paret

FIGURA 1. Productes de PCR obtinguts a partir dels encebadors específics de *M. pygmaeus* (Mp1F-Mp4R de 114 bp als pouets 9-15) i *M. melanotoma* (Mm1F-Mm3R de 154 bp, als pouets 2-8). Els pouets 2-3 i 9-10 contenen *M. pygmaeus*; els 4-5 i 11-12, *M. melanotoma*, i els 6-7 i 13-14, *M. costalis*, una espècie inclosa com a grup extern (outgroup). Els pouets 8 i 15 són el control negatiu. L'1 és el marcador molecular 100 bp



Font: Elaboració pròpia.

M. melanotoma, recollits en un camp experimental de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, IRTA). Cada mostra es va etiquetar seguint l'enumeració interna del centre i cada PCR realitzada es va anomenar, de MF1 a MF11.

Les amplificacions a la PCR es van fer amb un volum de 25 μm^3 que contenia 1 μm^3 d'ADN resuspès amb 0,12 μm^3 d'ADN polimerasa Taq (Invitrogen), 1 μm^3 (0,2 mM) de dNTPs (Promega), 0,5 μm^3 (0,2 μM) de cada encebador i 1 μm^3 de MgCl_2 amb una solució tampó 10x manufacturada. La resta era aigua estèril ultrapura (ddH₂O). Les mostres es van amplificar fent servir un primer cicle de desnaturalització a 94 °C durant 2', seguit de trenta-cinc cicles a 94 °C durant 20", 62 °C durant 30" i 72 °C durant 40", amb una extensió final a 72 °C durant 5'.

L'ADN es va extreure en tots els casos d'insectes individuals fent servir l'equip SpeedTools Tissue DNA Extraction Kit (Biotools). Tot l'ADN es va eluir en 100 μm^3 de solució tampó AE manufacturada i guardada a -20 °C.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

Es van afegir controls negatius a cada conjunt d'extraccions d'ADN. Les mostres es van amplificar al termociclador 2720 (Applied Biosystems, ThermoFisher). L'ADN objectiu i l'aigua sempre s'inclouen com a controls positiu i negatiu, respectivament. Tots els productes de la PCR es van separar per electroforesi en gels de 3,5% d'agarosa, tenyits amb bromur d'etidi i visualitzats sota llum UV.

La preparació del gel de la PCR, depenent de si era simple o doble, es feia amb 75 cm³ o 150 cm³ de Tris/Borat/EDTA (TBE) 1x, 1,8 g o 3,6 g d'agarosa i 11 mm³ o 22 mm³ de bromur d'etidi. Es barrejava el TBE 1x i l'agarosa i s'escalfava 2' al microones; un cop homogeneïtzat i deixat refredar uns minuts, s'hi afegia el bromur, es col·locava al panell i es deixava assecar uns 30'. Una vegada preparat el gel, es posava a la cubeta i s'hi afegia TBE 1x fins que quedés coberta i, aleshores, es procedia a omplir els pouets. El primer i l'últim amb 1,5 mm³ de marcador 100x i la resta amb una barreja d'1 mm³ de colorant de càrrega i 6 mm³ de l'ADN prèviament preparat. Es deixava córrer la PCR durant uns 45' i després es mirava el gel a través de rajos UV i es feia una foto.

En els casos en què la PCR no donava cap banda es va tornar a repetir el procés. Si, tot i així, no donava cap resultat, s'anализava per Nanodrop (1 mm³ de mostra) per a veure la quantitat i qualitat de l'ADN.

3.6. Anàlisi de les dades

Per a l'anàlisi de les dades es van fer servir Microsoft Excel 2011, versió 14.1.0, i John's Macintosh Project (JMP), versió 8.0.1. Per a procedir a l'anàlisi estadística de totes les dades es va partir d'una taula de dades generals amb totes les dades resumides. Les dades que no seguien una distribució normal es van transformar amb una funció logarítmica ($\log(n_i + 1)$).

Es van provar diverses hipòtesis comparant els diferents grups de dades entre ells: l'abundància de mírids a l'exterior, la presència o l'absència de *C. officinalis* a l'exterior, el nombre de punts mostrejats en cada hivernacle, l'abundància de mírids a l'interior, la presència o l'absència de *C. officinalis* a l'interior, les captures de mírids o de *Macrolophus* a les trampes del cultiu, etc., i es van fer diferents anàlisis de la variància (ANOVA) d'una via.

4. RESULTATS

4.1. Vegetació a l'entorn dels hivernacles

Els ambients observats a l'entorn dels hivernacles van ser ben diferents pel que fa a la diversitat d'espècies vegetals, d'una sola espècie a divuit, i l'abundància d'individus de cada espècie. La distribució de les espècies va

M. Figueras-Paret

ser heterogènia. Al H2, per exemple, hi havia a tot un lateral de l'hivernacle exclusivament *C. officinalis* plantada; per tant, la majoria d'individus mostrejats correspongueren a aquesta espècie vegetal. Cal destacar que la desviació estàndard de cada hivernacle va ser elevada, fet que indica molta diferència entre el primer i el segon mostreig. Això és degut al maneig que fan els pagesos al voltant de l'hivernacle, aplicant tractaments herbicides o retirant les plantes dels marges, per exemple.

4.2. Plantes hoste a l'entorn dels hivernacles

La taula 1 indica les principals espècies vegetals hoste de mírids identificades en els diferents entorns. En els hivernacles H10 i H11 no es va trobar cap planta hoste de mírids. L'hivernacle amb més diversitat d'espècies hoste va ser el H3, on se'n van trobar deu de les catorze identificades. L'espècie hoste present a més hivernacles va ser *Sonchus* spp.

TAULA I. Espècie i família de les plantes hoste de mírids depredadors presents a l'entorn dels hivernacles

Espècie hoste	Família	H3	H1	H8	H7	H4	H2	H5	H6	H9	H12	H10	H11
<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae	×	×		×								
<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae		×		×								
<i>Calendula officinalis</i>	Asteraceae		×				×						
<i>Dimorphoteca ecklonis</i>	Asteraceae	×											
<i>Diploxys erucoides</i>	Brassicaceae		×	×	×								
<i>Ditrichia viscosa</i>	Asteraceae	×											
<i>Erodium</i> spp.	Geraniaceae	×	×	×	×								
<i>Gallium</i> spp.	Rubiaceae	×		×									
<i>Lavandula</i> spp.	Lamiaceae	×											
<i>Malva neglecta</i>	Malvaceae	×	×	×		×							
<i>Leucanthemum</i> spp.	Asteraceae			×									
<i>Parietaria officinalis</i>	Urticaceae	×	×	×	×	×		×	×	×			
<i>Salvia officinalis</i>	Lamiaceae	×											
<i>Sonchus</i> spp.	Asteraceae	×	×	×		×	×	×	×	×	×		

FONT: Elaboració pròpia a partir de les dades del treball de camp.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

L'espècie on es va trobar més abundància de mírids va ser *C. officinalis* (122 adults i 255 nimfes), seguida de lluny per la resta. En general, es van trobar tant adults com nimfes de mírids, 214 adults en onze espècies diferents de plantes i 390 nimfes en deu espècies. Les dotze espècies on es va trobar *Macrolophus* spp. es descriuen a la taula II. Pel que fa a *N. tenuis*, només es van trobar a *C. officinalis* (nou adults i set nimfes) als hivernacles H1 i H2. *Dicyphus tamaninii* també va predominar a *C. officinalis*. De *D. errans* només se'n va trobar una nimfa a *Erodium* spp.

Finalment, el gènere de depredadors *Orius* spp. es va trobar en vuit de les espècies vegetals estudiades als entorns dels hivernacles mostrejats.

TAULA II. Presència d'adults i nimfes de *Macrolophus* spp. a les espècies hoste de l'entorn dels hivernacles i nombre d'hivernacles en els quals es va fer la detecció

Espècie hoste	<i>Macrolophus</i> spp.		Nombre d'hivernacles
	Adults	Nimfes	
<i>Borago officinalis</i>	×	×	2
<i>Calendula officinalis</i>	×	×	5
<i>Calendula arvensis</i>	×	×	3
<i>Dimorphoteca ecklonis</i>	×	×	1
<i>Dittrichia viscosa</i>		×	1
<i>Erodium</i> spp.	×	×	3
<i>Gallium</i> spp.	×		1
<i>Lavandula</i> spp.	×	×	2
<i>Malva neglecta</i>	×		1
<i>Parietaria officinalis</i>	×	×	7
<i>Salvia officinalis</i>	×	×	1
<i>Sonchus</i> spp.	×	×	2

FONT: Elaboració pròpia a partir de les dades del treball de camp.

4.3. Espècies de *Macrolophus* spp. presents en els entorns

4.3.1. Determinació mitjançant la morfologia de l'ou

Dels trenta-sis casos estudiats, ous provinents de les femelles evolucionades a partir de les nimfes recollides a l'interior i a l'exterior dels hivernacles, tots van resultar ser *M. pygmaeus*.

4.3.2. Determinació mitjançant l'anàlisi molecular

A més de per la morfologia de l'ou, els individus guardats en alcohol es van analitzar per tècniques moleculars. Els resultats de la PCR de *Macrolophus* spp. en les principals espècies d'hostes (taula III) mostren que només hi ha un cas en què es va trobar una nimfa de *M. melanotoma* (figura 2), estranyament es va trobar en *Lavandula* spp. i això pot ser degut al fet que en el punt on es va prendre la mostra, tot i ser sobre *Lavandula* spp., hi havia a tocar un exemplar de *Dittrichia viscosa*, planta hoste de *M. melanotoma*.

En total, es van identificar vuitanta-cinc *M. pygmaeus*, tant provinents d'adults com de nimfes, i quatre individus no es van poder identificar perquè l'extracció no va ser eficient.

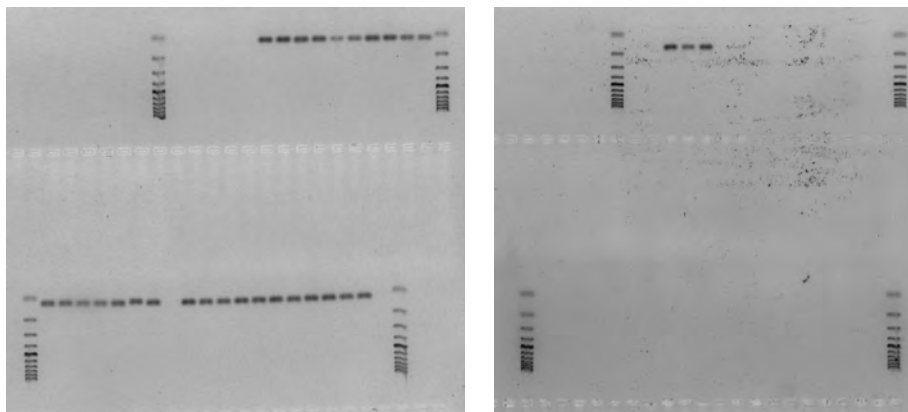
TAULA III. Espècies de *Macrolophus* determinades per PCR i espècie hoste en què s'han trobat

Espècie hoste	<i>M. pygmaeus</i>		<i>M. melanotoma</i>		No determinat	
	Adults	Nimfes	Adults	Nimfes	Adults	Nimfes
<i>Borago officinalis</i>	×					
<i>Calendula arvensis</i>	×	×				
<i>Calendula officinalis</i>	×					
<i>Dimorphoteca ecklonis</i>	×	×			×	
<i>Dittrichia viscosa</i>			×			
<i>Erodium</i> spp.	×	×				×
<i>Lavandula</i> spp.	×	×		×		×
<i>Parietaria officinalis</i>	×	×				
<i>Salvia officinalis</i>	×	×				
<i>Solanum tuberosum</i>	×					

FONT: Elaboració pròpia a partir de les dades del treball de camp.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

FIGURA 2. Resultats de les PCR MF8 i MF9 en què es van analitzar deu individus provinents d'*Erodium spp.*, deu de *Dimorphoteca ecklonis*, nou de *B. officinalis*, un de *S. tuberosum*, tres de *Dittrichia viscosa* i un control negatiu seguint el procediment explicat. A l'esquerra, es van utilitzar els marcadors de *M. pygmaeus* i, per tant, les franges indiquen el positiu per a aquesta espècie. A la dreta, es van utilitzar els marcadors de *M. melanotoma* i només apareixen tres franges que coincideixen amb el control positiu per a aquesta espècie



Font: Elaboració pròpia.

La majoria de casos en què no es van obtenir resultats va ser per la poca abundància o per la mala qualitat de l'ADN de la mostra. En algun cas, l'ADN estava bé i no es mostra cap banda a la PCR, això ens fa pensar que pot ser que la mostra sigui d'una altra espècie de mírid no prevista a la PCR ni a l'estudi.

4.4. Abundància de mírids, plagues i altres depredadors

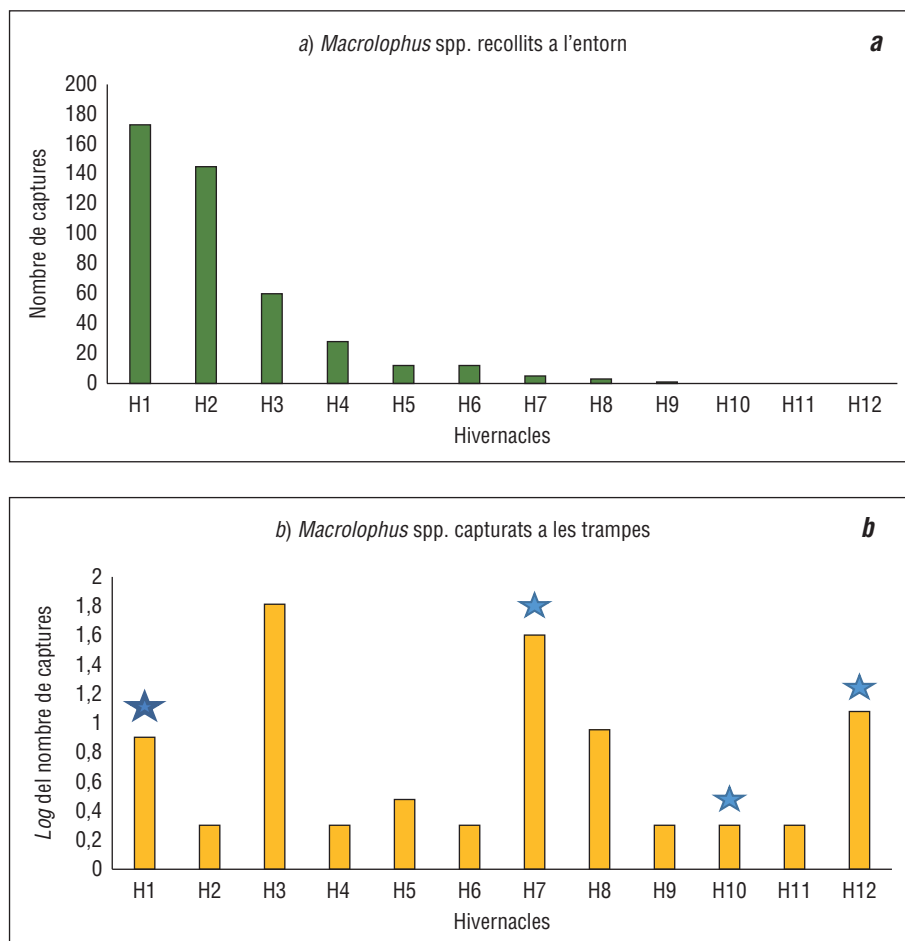
A l'exterior, es va trobar una gran variabilitat en l'abundància de *Macroplobus spp.* (figura 3a). Els hivernacles H1 i H2 es van situar en primer lloc perquè tenien *C. officinalis* a l'exterior, H3 també en mostra un nombre elevat perquè tenia una gran varietat de vegetació hoste de mírids. Els últims hivernacles presentaven poca vegetació circumdant o bé no en tenien. En tots els mostratges hi havia més nimfes que adults. No se'n va trobar cap exemplar a H10, H11 ni H12.

Pel que fa a *N. tenuis*, només es van trobar onze nimfes a l'exterior de H1, un adult i dues nimfes a H2 i un adult i dotze nimfes a H3.

La relació entre l'abundància de mírids trobats a l'exterior i la presència de plantes hoste de mírids en els punts exteriors mostrejats, excloent *C. offi-*

M. Figueras-Paret

FIGURA 3. a) *Macrolophus* spp. totals recollits a l'entorn de cada hivernacle en els dos últims mostrejos. b) *Macrolophus* spp. totals capturats a les trapes de cada hivernacle



NOTES 3b:

Les dades es transformen amb una funció logarítmica per tal de normalitzar-les.

L'estrella indica presència de més d'un exemplar de *C. officinalis* a l'interior.

FONT: Elaboració pròpia a partir de les dades del treball de camp.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

cinalis ornamental, va ser positiva i significativa ($F = 252,76$, g. l. = 1-11, $p < 0,0001^*$) (figura 4).

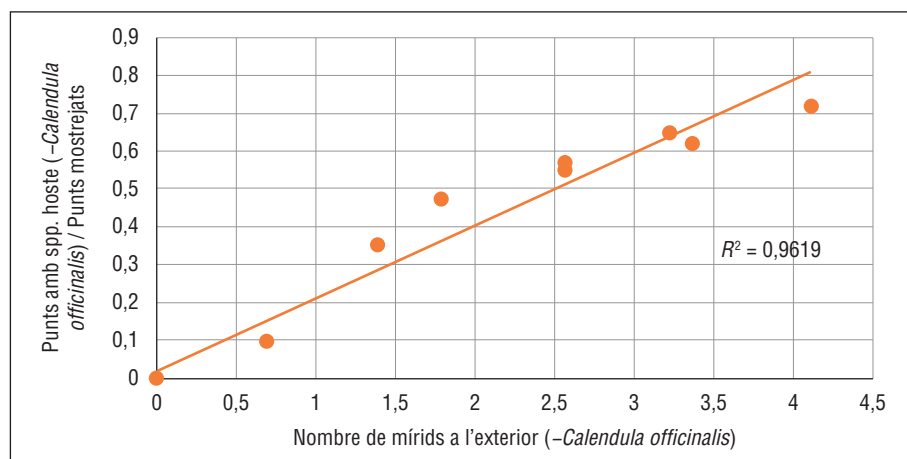
Quant a la presa de mostres feta a la vegetació de l'interior dels hivernacles, només es van trobar mírids en els que tenien plantada *C. officinalis*. *Macrolophus* va ser molt abundant a H1, H2 i H7; *N. tenuis* només es va trobar a H10 (quinze individus) i H12 (sis individus); no s'hi va trobar cap *Orius* spp.

En comparar l'abundància de mírids capturats a les trampes i l'abundància de mírids recollits a les plantes de l'interior de l'hivernacle no es va trobar significació ($F = 0,3316$, g. l. = 1-11, $p = 0,5774$). La relació entre l'abundància de mírids capturats a les trampes i la presència o l'absència de *C. officinalis* a l'interior dels hivernacles va ser significativa ($F = 5,87$, g. l. = 1-10, $p = 0,0384$). No es va detectar cap influència de l'entorn de l'hivernacle, ni de l'abundància de plaga sobre les captures de mírids en trampes.

Pel que fa a l'abundància de *Macrolophus* capturats en trampes (figura 3b), van destacar l'hivernacle H3, que no tenia *C. officinalis* plantada a l'interior, i H7, que sí que en tenia. Van seguir H12 i H1, que tenien *C. officinalis*. Després H8, amb prou abundància i sense *C. officinalis*. A la resta d'hivernacles s'hi van trobar pocs exemplars de *Macrolophus* spp.

En relació amb les plagues capturades amb les trampes, hi va haver poca variabilitat entre els diferents hivernacles, exceptuant H4, H6 i H7 amb abundància de trips. A H12 hi va haver una presència elevada de *Liriomyza* spp.

FIGURA 4. Relació lineal entre l'abundància de mírids a l'exterior, excloent-ne els trobats en *C. officinalis*, i la proporció de punts de presa de mostres amb plantes hoste de mírids, excloent-ne *C. officinalis*, sobre el total de punts mostrejats en cada hivernacle (PH/PT)



FONT: Elaboració pròpia a partir de les dades del treball de camp.

M. Figueras-Paret

La relació de l'abundància de *Macrolophus* capturats en les trampes dels hivernacles amb l'abundància dels mateixos a l'entorn no va ser significativa ($F = 0,2754$, g. l. = 1-11, $p = 0,6112$) (la figura 3 mostra les diferents distribucions), tampoc ho va ser amb l'abundància de *Macrolophus* spp. recollits a les plantes de l'interior de l'hivernacle ($F = 0,3471$, g. l. = 1-11, $p = 0,5688$).

5. CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts en aquest estudi permeten extreure les conclusions següents:

1. Els dotze hivernacles de tomàquet en els quals es va fer el seguiment eren representatius d'aquest cultiu al Maresme i, per tant, tenien una estructura i un entorn molt diversos, a més, cada pagès, com és habitual, aplicava unes mesures d'actuació diferents en l'entorn dels hivernacles i en els marges. Hi havia pagesos que deixaven els marges naturals, d'altres que utilitzaven herbicides per a eliminar la vegetació i d'altres que hi plantaven espècies per a augmentar la presència de mírids i altres enemics naturals. Tot això va fer que hi hagués una relativa elevada variabilitat en el nombre d'espècies vegetals diferents que trobàvem en cada entorn i en l'abundància de depredadors.

2. Els entorns diferents van fer que es trobessin catorze espècies vegetals hoste de mírids depredadors, de vuit famílies diferents. Això indica que els mírids no són específics d'una sola família o espècie vegetal, sinó que es poden trobar en un rang ampli de plantes hoste. En conjunt, els entorns amb més diversitat de plantes van tenir una abundància més gran de mírids.

3. Un resultat molt positiu és que es van trobar mírids també en altres espècies de plantes silvestres pròpies de la zona d'estudi, encara que en menys abundància. Així mateix, s'hi van trobar tant adults com nimfes, cosa que indica que són espècies en què els mírids es reproduïen.

4. Es van trobar *Nesidiocoris* només en calèndula. Això en un futur ens podria fer decantar més a favor d'altres espècies hoste, ja que es coneix que la interacció entre *M. pygmaeus* i *N. tenuis* és negativa per als primers, quan els segons ja estan instal·lats a la calèndula.

5. L'anàlisi morfològica dels ous de *Macrolophus* i la identificació mitjançant l'anàlisi molecular van permetre confirmar que en la totalitat de les plantes en què es va trobar *Macrolophus* hi havia *M. pygmaeus*, per tant, aquestes plantes podrien aportar depredadors al cultiu del tomàquet.

6. Els resultats obtinguts indiquen que conservar els entorns rics i amb elevada diversitat, o bé incrementar-los, afavoreix la proliferació de mírids depredadors a l'entorn, cosa que pot repercutir positivament en la colonització del cultiu per part d'aquests depredadors.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

7. Molt possiblement, la presència de *C. officinalis* a l'interior i a l'exterior, les pràctiques culturals que fa el pagès a l'exterior i a l'interior de l'hivernacle, la localització de les obertures de ventilació i el paisatge que l'envolta, poden ser determinants a l'hora d'afavorir la colonització.

AGRAÏMENTS

En primer lloc, a la doctora Rosa Gabarra, per la seva dedicació i pel seu suport durant el transcurs d'aquest projecte, així com per aportar coneixements i orientació. També a l'Agnès Ardanuy, per l'acompanyament i ajuda, que han sigut clau per al desenvolupament del projecte. A l'Àngels Tudó, per compartir els seus coneixements i el seu acompanyament en parts essencials de la investigació, i també a tots els companys de laboratori, per fer-me sentir com a casa. També a la tècnica responsable de l'ADV del Baix Maresme, Montse Matas, i als pagesos propietaris dels hivernacles que ens van permetre fer l'avaluació. I per acabar, a la meva família, pel suport en tot moment.

BIBLIOGRAFIA

- ALBAJES, R.; ALOMAR, O. (1999). «Current and potential use of polyphagous predators». A: ALBAJES, R.; GULLINO, M. L.; LENTEREN, J. C. van; ELAD, Y. (ed.). *Integrated pest disease management in greenhouse crops*. Dordrecht (Holland): Kluwer Academic Publishers, p. 265-275.
- ALBAJES, R.; ALOMAR, O.; RIUDAVETS, J.; CASTAÑÉ, C.; ARNÓ, J.; GABARRA, R. (1996). «The mirid bug *Dicyphus tamaninii*: an effective predator for vegetable crops». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 19 (1), p. 1-4.
- ALOMAR, O. (1994). *Els miríds depredadors* (Heteroptera: Miridae) *en el control integrat de plagues en conreus de tomàquet*. Barcelona: Facultat de Biologia. Departament de Biologia Animal. Universitat de Barcelona.
- ALOMAR, O.; ALBAJES, R. (2003). «Habitat management for conservation of the native predator *Macrolophus caliginosus*». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 26 (4), p. 7-11.
- ALOMAR, O.; GOULA, M.; ALBAJES, R. (1994). «Mirid bugs for biological control: identification, survey in non-cultivated winter plants, and colonization of tomato fields». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 17 (5), p. 217-223.
- (2002). «Colonization of tomato fields by predatory mirid bugs (Hemiptera: Heteroptera) in northern Spain». *Agriculture Ecosystems and Environment*, núm. 89, p. 105-115.
- ALOMAR, O.; RIUDAVETS, J.; CASTAÑÉ, C. (2006). «*Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* on greenhouse melons». *Biological Control*, núm. 36, p. 154-162.

M. Figueras-Paret

- ARNÓ, J.; CASTAÑÉ, C.; RIUDAVETS, J.; ROIG, J.; GABARRA, R. (2006). «Characterization of damage to tomato plants produced by the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 29, p. 249-254.
- ARNÓ, J.; ROIG, J.; RIUDAVETS, J. (2008). «Evaluation of *Orius majusculus* and *Orius laevigatus* as predators of *Bemisia tabaci* and estimation of the prey preference». *Biological Control*, núm. 44, p. 1-6.
- ARNÓ, J.; SORRIBAS, R.; PRAT, M.; MATAS, M.; POZO, C.; RODRÍGUEZ, D.; GARRETA, A.; GÓMEZ, A.; GABARRA, R. (2009). «*Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 49, p. 203-208.
- AVILLA, J.; ALBAJES, R.; ALOMAR, O.; CASTAÑÉ, C.; GABARRA, R. (2004). «Biological control of whiteflies in protected vegetable crops». A: DRIESHE, R. G. van; HEINZ, K. M.; PARRELLA, M. P. (ed.). *Biocontrol in protected culture*. Batavia, Illinois (EUA): Ball Publishing, p. 171-184.
- BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, T. (2006). «Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control». *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, núm. 273, p. 1715-1727.
- BIANCHI, F. J. J. A.; GOEDHART, P. W.; BAVECO, J. M. (2008). «Enhanced pest control in cabbage crops near forest in The Netherlands». *Landscape Ecology*, núm. 23, p. 595-602.
- BLOM, J. van der; ROBLEDO, A.; TORRES, S.; SÁNCHEZ, J. A. (2008). «Control biológico de plagas en Almería: revolución verde después de dos décadas». *Phytoma-España*, núm. 198, p. 42-48.
- BOCCACCIO, L.; PETACCHI, R. (2009). «Landscape effects on the complex of *Bactrocera oleae* parasitoids and implications for conservation biological control». *Biocontrol*, núm. 54, p. 607-616.
- CALVO, F. J.; BOLCKMANS, K.; BELDA, J. E. (2012a). «Release rate for a preplant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaci* control in tomato». *Biocontrol*, núm. 57, p. 809-817.
- CALVO, F. J.; LORENTE, M. J.; STANSLY, P. A.; BELDA, J. E. (2012b). «Preplant release of *Nesidiocoris tenuis* and supplementary tactics for control of *Tuta absoluta* and *Bemisia tabaci* in greenhouse tomato». *Entomologia Experimentalis et Applicata*, núm. 143, p. 1-9.
- CARNERO, A.; DÍAZ, S.; AMADOR, S.; HERNÁNDEZ, M.; HERNÁNDEZ, E. (2000). «Impact of *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on whitefly populations in protected tomato crops». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 23 (1), p. 259.
- CASTAÑÉ, C.; AGUSTÍ, N.; ARNÓ, J.; GABARRA, R.; RIUDAVETS, J.; COMAS, J.; ALOMAR, O. (2013). «Taxonomic identification of *Macrolophus pygmaeus* and *Macrolophus melanotoma* based on morphometry and molecular markers». *Bulletin of Entomology Research*, núm. 103, p. 204-215.
- CASTAÑÉ, C.; ALOMAR, O.; GOULA, M.; GABARRA, R. (2004). «Colonization of tomato greenhouses by the predatory mirid bugs *Macrolophus caliginosus* and *Dicyphus tamaninii*». *Biological Control*, núm. 30, p. 591-597.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

- CASTAÑÉ, C.; ALOMAR, O.; RIUDAVETS, J.; GEMENO, C. (2006). «Reproductive traits of the generalist predator *Macrolophus caliginosus*». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 29 (4), p. 229-234.
- DRAPELA, T.; MOSER, D.; ZALLER, J.; FRANK, T. (2008). «Spider assemblages in winter oilseed rape affected by landscape and site factors». *Ecography*, núm. 31, p. 254-262.
- GABARRA, R.; ALOMAR, O.; CASTAÑÉ, C.; GOULA, M.; ALBAJES, R. (2004). «Movement of greenhouse whitefly and its predators between in-and outside of Mediterranean greenhouses». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, núm. 102, p. 341-348.
- GABARRA, R.; ARNÓ, J.; RIUDAVETS, J. (2008). «Tomate». A: JACAS, J. A.; URBANEJA, A. (ed.). *Control biológico de plagas agrícolas*. València: Phytoma-España, capítol 27, p. 410-422.
- GABARRA, R.; BESRI, M. (1999). «Major pest and diseases in greenhouse crops: tomatoes». A: ALBAJES, R.; GUILLINO, M. L.; LENTEREN, J. C. van; ELAD, Y. (ed.). *Integrated pest disease management in greenhouse crops*. Dordrecht (Holland): Kluwer, p. 420-434.
- GABARRA, R.; ZAPATA, R.; CASTAÑÉ, C.; RIUDAVETS, J.; ARNÓ, J. (2006). «Releases of *Eretmocerus mundus* and *Macrolophus caliginosus* for controlling *Bemisia tabaci* on spring and autumn greenhouse tomato crops». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 29 (4), p. 71-76.
- GARDINER, M. M.; LANDIS, D. A.; GRATTON, C.; DiFONZO, C. D.; O'NEAL, M.; CHACON, J. M. [et al.] (2009a). «Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA». *Ecological Applications*, núm. 19, p. 143-54.
- GARDINER, M. M.; LANDIS, D. A.; GRATTON, C.; SCHMIDT, N.; O'NEAL, M.; MUELLER, E. [et al.] (2009b). «Landscape composition influences patterns of native and exotic lady beetle abundance». *Diversity and Distributions*, núm. 15, p. 554-564.
- GOULA, M.; ALOMAR, O. (1994). «Míridos (Heteroptera: Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación». *Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas*, núm. 20, p. 131-143.
- HOMMES, M.; TER HORST, S. (2002). «Development and life span of *Macrolophus pygmaeus* Rambur at different temperatures and influence of host plants and prey». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 25 (1), p. 103-106.
- INGEGNO, B. L.; FERRACINI, C.; GALLINOTTI, D.; ALMA, A.; TAVELLA, L. (2013). «Evaluation of the effectiveness of *Dicyphus errans* (Wolff) as predator of *Tuta absoluta* (Meyrick)». *Biological Control*, núm. 67, p. 246-252.
- INGEGNO, B. L.; PANSÀ, M. G.; TAVELLA, L. (2011). «Plant preference in the zoophytophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae)». *Biological Control*, núm. 58, p. 174-181.
- LAMBION, J. (2012). «How to enhance predatory mirid bugs, to better control spider mites and white flies?». A: *ELN-FAB European Seminar*. Avinyó.

M. Figueras-Paret

- LENTEREN, J. C. van (2003). «Commercial availability of biological control agents». A: LENTEREN, J. C. van (ed.). *Quality control and production of biological control agents: Theory and testing procedures*. CABI Publishing, p. 167-179.
- LYKOURESSIS, D. P.; PERDIKIS, D. Ch.; CHALKIA, Ch. A. (2000). «The effects of natural enemies on aphid populations on processing tomato in Central Greece». *Entomologia Hellenica*, núm. 13, p. 35-42.
- MOLLÁ, O.; MONTÓN, H.; VANACLOCHA, P.; BEITIA, F.; URBANEJA, A. (2009). «Predation by the mirids *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* on the tomato borer *Tuta absoluta*». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 49, p. 209-214.
- MONTERRAT, M.; ALBAJES, R.; CASTAÑÉ, C. (2004). «Behavioral responses of three plant-inhabiting predators to different prey densities». *Biological Control*, núm. 30, p. 256-264.
- MORENO-RIPOLL, R.; GABARRA, R.; SYMONDSON, W. O. C.; KING, R. A.; AGUSTÍ, N. (2013). «Do the interactions among natural enemies compromise the biological control of the whitefly *Bemisia tabaci*?». *Journal of Pest Science*, núm. 87, p. 133-141.
- PERDIKIS, D.; KAPAXIDI, E.; PAPADOULIS, G. (2008). «Biological control of insect and mite pests in greenhouse solanaceous crops». *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* (Global Science Books), núm. 2 (Special Issue 1), p. 125-144.
- PERDIKIS, D.; LUCAS, E.; GARANTONAKIS, A.; KITSIS, P.; MASELOU, D.; PANAGAKIS, S.; LAMPROPOULOS, A.; LYKOURESSIS, D.; FANTINO, A. (2014). «Intraguild predation and sublethal interactions between two zoophytophagous mirids, *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*». *Biological Control*, vol. 70, p. 35-41.
- PERDIKIS, D.; LYKOURESSIS, D. (1996). «Aphid populations and their natural enemies on fresh market tomatoes in Central Greece». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 19, p. 33-37.
- (2004). «*Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey». *Journal of Economic Entomology*, núm. 97, p. 1291-1298.
- PERDIKIS, D. Ch.; MARGARITOPOULOS, J. T.; STAMATIS, C.; MAMURIS, Z.; LYKOURESSIS, D. P.; TSITSIPIS, J. A.; PEKAS, A. (2003). «Discrimination of the closely related biocontrol agents *Macrolophus melanotoma* (Hemiptera: Miridae) and *M. pygmaeus* using mitochondrial DNA analysis». *Bulletin of Entomological Research*, núm. 93, p. 507-514.
- SALEH, A.; SENGONCA, C. (2001). «Life table of the predatory bug *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) by feeding on *Apis gossypii* Glover (Homoptera: Aphidae) as prey». *Journal of Plant Diseases and Protection*, núm. 108 (6), p. 608-615.

Influència de l'entorn dels hivernacles de tomàquet primerenc

- SÁNCHEZ, J. A.; MARTÍNEZ, J. I.; LACASA, A. (2003). «Abundance and wild host plants of predator mirids (Heteroptera: Miridae) in horticultural crops in the Southeast of Spain». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 26 (10), p. 147-151.
- SÁNCHEZ, J. A.; PINO-PÉREZ, M.; DAVO, M. M.; MARTÍNEZ-CASCALES, J. I.; LACASA, A. (2006). «Zoophytophagy of the plantbug *Nesidiocoris tenuis* in tomato crops in southeast Spain». *IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 29, p. 243-248.
- SCHMIDT, M. H.; THIES, C.; NENTWIG, W.; TSCHARNTKE, T. (2008). «Contrasting responses of arable spiders to the landscape matrix at different spatial scales». *Journal of Biogeography*, núm. 35, p. 157-166.
- SENGONCA, C.; SALEH, A. (2002). «Prey consumption of the predatory bug *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) during nymphal and adult stages by feeding on *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) as prey». *Journal of Plant Diseases and Protection*, núm. 109 (4), p. 430-439.
- SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (METEOCAT) (2014). «Climatologia. El Maresme» [en línia]. <<http://static-m.meteo.cat/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/13083422/Maresme.pdf>>.
- THIES, C.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. (2008). «Interannual landscape changes influence plant-herbivore-parasitoid interactions». *Agriculture Ecosystems Environment*, núm. 125, p. 266-268.
- ÚRBANEJA, A. [et al.] (2010). «Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geography expansion and prospects for biological control». *Journal of Pest Science*, núm. 83, p. 197-215.
- VILA, E. (2004). *Refugis vegetals en la conservació de mírids depredadors*. Lleida: Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal. Universitat de Lleida.
- WERLING, B. P.; GRATTON, C. (2008). «Influence of field margins and landscape context on ground beetle diversity in Wisconsin (USA) potato fields». *Agriculture Ecosystems Environment*, núm. 128, p. 104-108.