

● INDAGINI SVOLTE SU PERETI NEL 2014-2016 A MODENA E REGGIO EMILIA

Cimice asiatica: fitofago chiave in Pianura Padana

di L. Maistrello, E. Costi, S. Bortolini, L. Macavei, G. Foca, A. Ulrici, G. Vaccari, S. Caruso, P. P. Bortolotti, R. Nannini, M. Fornaciari, L. Casoli, G.L. Mazzoli, P. Dioli

Tra gli organismi alieni recentemente introdotti in Italia, la cimice asiatica *Halyomorpha halys* Stål, 1855 (Heteroptera, Pentatomidae) risulta essere in assoluto uno tra i fitofagi più pericolosi per le colture a livello globale, come dimostra anche un intero numero speciale dedicato a questo insetto su *Journal of Pest Science* (Haye e Weber, 2017).

La diffusione non accenna a fermarsi

Originaria dell'Asia Orientale (Lee *et al.*, 2013), segnalata negli Stati Uniti a partire dalla metà degli anni 90, dove oggi è diffusa in 43 Stati degli USA e in 3 province del Canada (Leskey & Nielsen, 2018), questa cimice ha cominciato la colonizzazione del Continente europeo nel 2004 in Svizzera e attualmente è presente in diversi Paesi dell'Europa centrale, meridionale e orientale, incluse le regioni che si affacciano sul Mar Nero (EPPO, 2017) e, recentemente, è stata rinvenuta anche nell'Emisfero meridionale, in Cile (Faúndez & Rider, 2017).

Alcuni modelli indicano che **il potenziale areale di diffusione della specie comprende la maggior parte delle regioni con climi umidi, sub-tropicali, mediterranei e temperati caldi, quindi si prevede che invaderà nuove vaste aree in entrambi gli emisferi** (Kriticos *et al.*, 2017). L'elevato potenziale invasivo di queste cimici è garantito dalla stretta associazione con l'uomo, in particolare durante il periodo autunnale, quando si insinuano in massa presso magazzini e abitazioni, facilitando così la diffusione ovunque tramite gli spostamenti delle merci e delle persone (Maistrello *et al.*, 2016).

Halyomorpha halys a soli due anni dalla sua scoperta ufficiale in Italia nel 2012 era già la specie predominante tra gli eterotteri, oggi è l'insetto chiave dei frutteti. I bordi dei frutteti e le siepi sono i luoghi dove si è registrata la maggiore presenza. Lo studio della sua biologia permetterà di elaborare opportune strategie di difesa integrata, comprendente anche la gestione delle fasce perimetrali



Insetto chiave negli USA dal 2010

H. halys è nota per l'elevatissima polifagia, che ne rende particolarmente difficile la gestione: tra le oltre 300 piante ospiti segnalate vi sono colture frutticole, ortive e di pieno campo (soprattutto soia, girasole, mais), piante ornamentali e numerose piante spontanee. Si nutre, in particolare, su frutti e semi e le punture di alimentazione provocano danni (deformità, discromie, cicatrici, macchie, suberificazioni della polpa) che rendono i prodotti non commerciabili, ma possono causare anche infezioni secondarie, oltre a danni post-raccolta. **Negli USA è diventata un fitofago chiave per i frutteti a partire dal 2010, quando si sono registrati danni per oltre 37 milioni di dollari** (Leskey *et al.*, 2012).

Situazione in Italia

In Italia è stata segnalata per la prima volta a Modena nel 2012 (Maistrello *et al.*, 2016) e attualmente è ampiamente diffusa in tutte le regioni settentrionali, con popolazioni crescenti al Centro, Sud e Isole (Bariselli *et al.*, 2016; Dioli *et al.*, 2016). L'analisi genetica ha dimostrato l'elevata biodiversità delle popolazioni presenti nel nostro Paese (seconda solo a quella del nativo territorio asiatico), ascrivibile a diversi episodi invasivi a seguito dei traffici commerciali con Paesi in cui è nativa o è stata introdotta (Cesari *et al.*, 2017).

In Svizzera è monovoltina (cioè compie 1 generazione/anno) e occasionalmente risulta dannosa negli orti (Haye *et al.*, 2014). Al contrario, in Emilia-Romagna *H. halys* ha destato fin dal principio forte preoccupazione, vista l'importanza economica della frutticoltura

LE INDAGINI EFFETTUATE

COME È STATO IMPOSTATO IL MONITORAGGIO

Il monitoraggio è stato condotto in tre anni (2014-2016) in aziende agricole delle province di Modena e Reggio Emilia, gestite secondo i disciplinari di difesa integrata regionali (Regione Emilia-Romagna, 2017). Le aziende sono state selezionate sulla base della presenza di un frutteto di 2-3 ha coltivato a pero, situato nei pressi (< 20 m) di un'abitazione e/o capannone, di siepi (arbusti e alberi misti che includono *Prunus* spp., *Acer* spp., *Fraxinus* spp., *Cornus* spp., *Rhamnus frangula*, *Corylus avellana*, *Ligustrum* spp., *Morus* spp., *Ailanthus altissima*, *Elaeagnus rhamnoides*, *Viburnum* spp., *Carpinus* spp. e *Ulmus* spp.) e di aree erbose (piante erbacee, prevalentemente *Poaceae*, oppure campi di erba medica).

In ogni azienda sono state monitorate 4 aree: bordo frutteto (piante o file nei primi 10 m), centro frutteto (piante ad almeno 40 m dai bordi in entrambe le direzioni), siepe e aree erbose, utilizzando le seguenti tecniche attive:

- **rilievo visivo:** osservazione per 2 minuti su 5 piante identificate casualmente di una porzione di pianta ad altezza di 1-2 m dal suolo, ispezionando foglie, frutti e parti legnose. Tale tecnica è stata applicata sulla siepe, al centro e al bordo del frutteto;
- **sfalcio:** 10 battute consecutive mediante retino da sfalcio (diametro 40 cm) in 3 transetti della lunghezza di 10 m, situati su bordure erbose o coltivazioni di erba medica adiacenti al frutteto.

Dettagli dei rilievi. I rilievi erano effettuati durante la mattina, ogni 2 settimane nel 2014, settimanalmente nel 2015 e 2016. In ciascun sito e per ogni tecnica sono stati registrati il numero di adulti e di forme giovanili di *H. halys*, mentre gli altri eterotteri sono stati classificati indipendentemente dal loro stadio di sviluppo in: *Nezara viridula*, altri Pentatomidae (diversi da *H. halys* e *N. viridula*), Miridae, Coreidae, altri eterotteri. Nel 2016 si è conteggiata solo *H. halys*.

Sono state monitorate 10 aziende nel 2014, 14 nel 2015 e 18 nel 2016. Per ogni anno la stagione è stata suddivisa in 3 **periodi di campionamento:** iniziale (fino a metà giugno), intermedio (seconda metà di giugno-metà agosto), tardivo (dopo la seconda metà di agosto). Per la **valutazione del danno**, in ogni azienda monitorata, pochi giorni prima dell'inizio della raccolta sono stati esaminati 40 frutti/pianta su 10 piante scelte casualmente sul bordo del frutteto. Il danno è espresso come percentuale di frutti che mostravano lesioni attribuibili all'alimentazione di eterotteri sul numero totale di frutti valutati.

Rilievo dei parametri biologici

Questa indagine mirava a **conoscere la biologia dell'insetto alle condizioni ambientali regionali come base per lo sviluppo di strategie e programmi di difesa**, anche in vista dell'elaborazione di modelli previsionali; a comunicare in tempo reale ai tecnici di cam-

po le tempistiche e l'attività biologica di questa specie per consentire l'ottimizzazione delle strategie di difesa integrata nelle colture di interesse.

Lo studio è stato condotto nel periodo 2015-2016. Ogni anno, nel periodo autunnale, adulti svernanti venivano raccolti da diverse località delle province di Modena e Reggio Emilia (in totale 1.367 e 419 individui nel 2014 e 2015, rispettivamente). Queste cimici venivano collocate in scatole di legno fessurate riempite con cartone ondulato al fine di simulare siti di svernamento. Tali scatole erano collocate entro box di plastica più ampi, chiusi con rete antiinsetto e mantenuti all'esterno, esposti alle condizioni ambientali di temperatura, umidità e fotoperiodo, ma protetti dall'azione diretta degli agenti atmosferici.

Il numero di cimici uscite dallo svernamento e di quelle che morivano prima di riprodursi veniva registrato giornalmente.

A seguito del primo accoppiamento, un gruppo di individui con sex ratio 1:1, casualmente selezionato tra gli individui sopravvissuti allo svernamento, è stato mantenuto in condizioni ambientali esterne con cibo e acqua *ad libitum* ed è stato giornalmente monitorato per registrarne fecondità e mortalità. Gruppi di neanidi emerse dalle ovature deposte dagli individui svernati sono stati seguiti giornalmente, monitorando sviluppo e mortalità dei diversi stadi di crescita. La stessa procedura è stata usata anche per le successive generazioni. ●

ra regionale (Fanfani e Pieri, 2016) e le condizioni climatiche tipiche dell'area, con estati caldo-umide e inverni miti tali da presupporre la possibilità di compiere 2 generazioni/anno.

Indagini avviate dal 2014

Dal 2014 è stato attivato uno specifico programma di monitoraggio in campo per definire la distribuzione e l'abbondanza di questa specie e di altri eterotteri fitofagi nei frutteti e nelle aree incolte adiacenti, rilevando anche i danni correlati.

Parallelamente, è stato condotto un dettagliato studio sulla biologia di *H. halys* allo scopo di indagare sopravvivenza e modalità di uscita dallo svernamento, capacità riproduttiva e mortalità alle condizioni esterne locali. Queste indagini hanno consentito di definire l'impatto di *H. halys* sui frutteti regionali, rispetto alle altre specie di eterotteri fitofagi già presenti sul territorio, negli anni immediatamente successivi alla sua introduzione, e di conoscere i parametri biologici di questa specie alle condizioni ambientali rappresentative della Pianura Padana, al fine di programmare strategie sostenibili di dife-

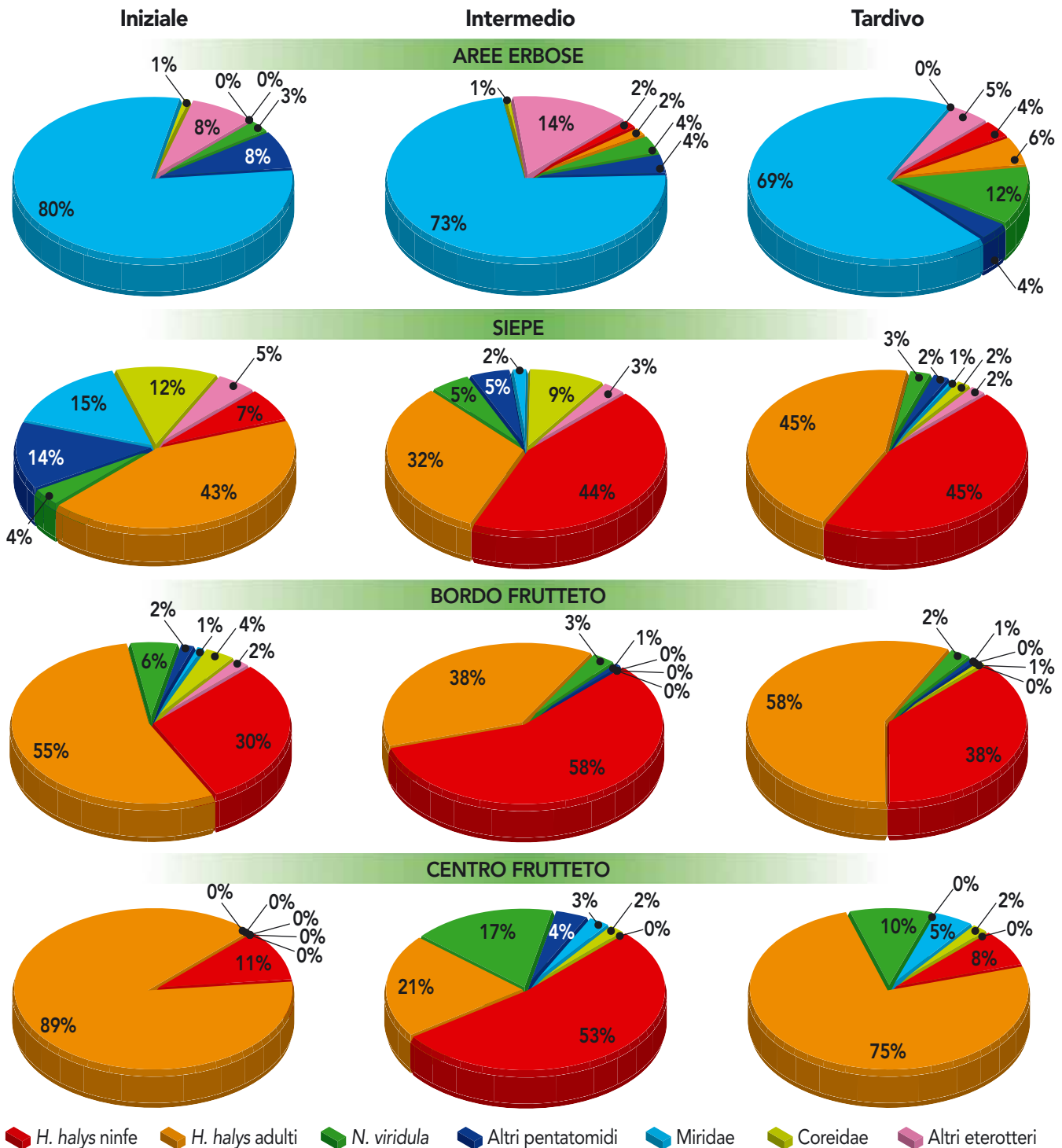
sa. Vengono quindi mostrati i principali risultati dei due studi (Costi et al., 2017; Maistrello et al., 2017), a cui si rimanda per tutti i dettagli.

Presenza di *H. halys* e altri eterotteri

Il monitoraggio in campo è stato effettuato a seguito di un aumento di frutti deformi osservato a partire dal 2010 e attribuito inizialmente alla presenza di miridi (Casoli & Montermini, 2010).

Dai risultati ottenuti nel 2014 in un sottocampione di 5 aziende in cui tutti gli eterotteri raccolti erano stati identi-

GRAFICO 1 - Composizione dei diversi gruppi di eterotteri per area, nei diversi periodi presso i frutteti e i rispettivi dintorni



I grafici a torta rappresentano i conteggi per ciascun gruppo di eterotteri globalmente campionati nel 2014 e 2015, periodo per periodo e area per area. Modificato da Maistrello et al., 2017.

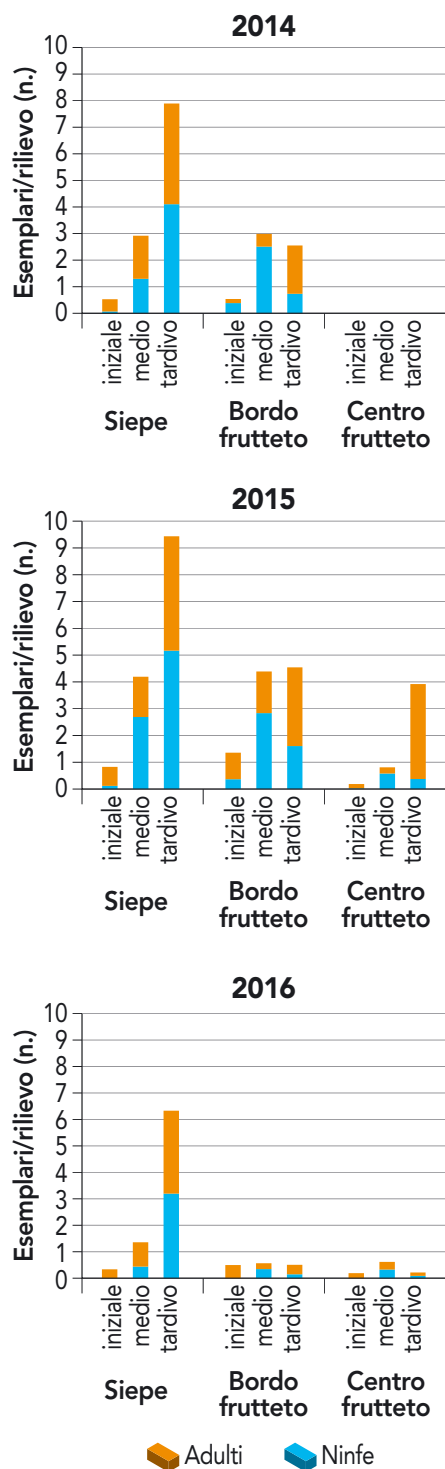
Osservando i diversi grafici è evidente la maggior presenza di adulti e ninfe di *H. halys* rispetto agli altri insetti e la loro permanenza su alberi e siepi.

ficati a livello di specie, si evince come ***H. halys* a soli due anni dalla prima segnalazione fosse già la specie maggiormente rappresentata tra tutti gli eterotteri presenti nel territorio**, rappresentando il 38,2% di tutti gli esemplari, seguita da miridi (32,9%), coreidi (10%), nabidi (una famiglia di emitteri preda-

tori: 6,8%), quindi ligeidi (4,2%) e ropalidi (1,2%). *Nezara viridula* e gli altri pentatomidi rappresentavano rispettivamente l'1,5% e il 4,6% degli insetti raccolti (dettagli riportati in Maistrello et al., 2017). La tendenza della cimice asiatica a diventare rapidamente il pentatomide predominante nell'ecosistema in cui è in-

trodotta è stata osservata anche negli USA, sia nei frutteti sia su soia (Nielsen e Hamilton, 2009; Nielsen et al., 2011). Considerando la distribuzione degli eterotteri nei frutteti e nelle aree adiacenti (grafico 1), emerge che **adulti e ninfe di *H. halys* rappresentavano la specie più abbondante da aprile fino al raccol-**

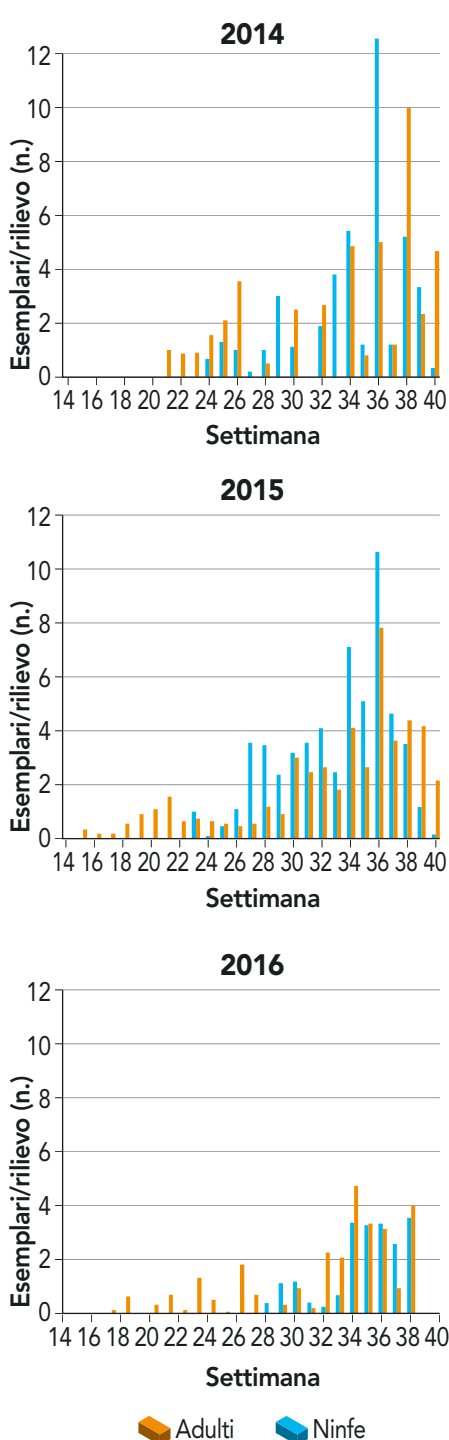
GRAFICO 2 - Adulti e ninfe di *H. halys* osservati negli anni 2014, 2015 e 2016 nelle aree e nei periodi considerati dal monitoraggio (1)



(1) Nel 2014 il centro del frutteto non è stato monitorato. Modificato da Maistrello et al., 2017.

Il picco degli adulti è sempre stato rilevato, nel 2014 e 2015, in fase tardiva (dopo la 2ª metà di agosto) sia per le siepi, sia per bordo o centro frutteto.

GRAFICO 3 - Conteggi settimanali di *H. halys* rilevati nelle siepi adiacenti alle aziende monitorate negli anni 2014, 2015 e 2016 (1)



(1) Nel 2016 i rilievi sono terminati nella 38ª settimana. Modificato da Maistrello et al., 2017.

Nel 2016, rispetto al 2014 e 2015, si sono rilevate meno cimici asiatiche e con un ritardo di 2 settimane sono comparsi gli stadi giovanili.

to, sia nei frutteti sia su siepe, mentre la presenza di miridi era associata alle sole aree e colture erbacee e gli altri eterotteri sono stati rilevati solo occasionalmente.

Si denota la **forte tendenza sia degli adulti sia delle ninfe a rimanere su alberi e arbusti di frutteti e siepi, evitando le piante erbacee** (come erba medica ed erbe selvatiche), che vengono solitamente sfalciate prima di fruttificare. Alcuni studi indicano che la gestione delle aree erbose presso i frutteti sia fondamentale per ridurre i danni ai frutti causati dai miridi (Tavella et al., 1996). Pertanto, i miridi potrebbero occasionalmente diventare dannosi in circostanze specifiche, ad esempio dopo lo sfalcio delle aree erbose/colture erbacee adiacenti al frutteto.

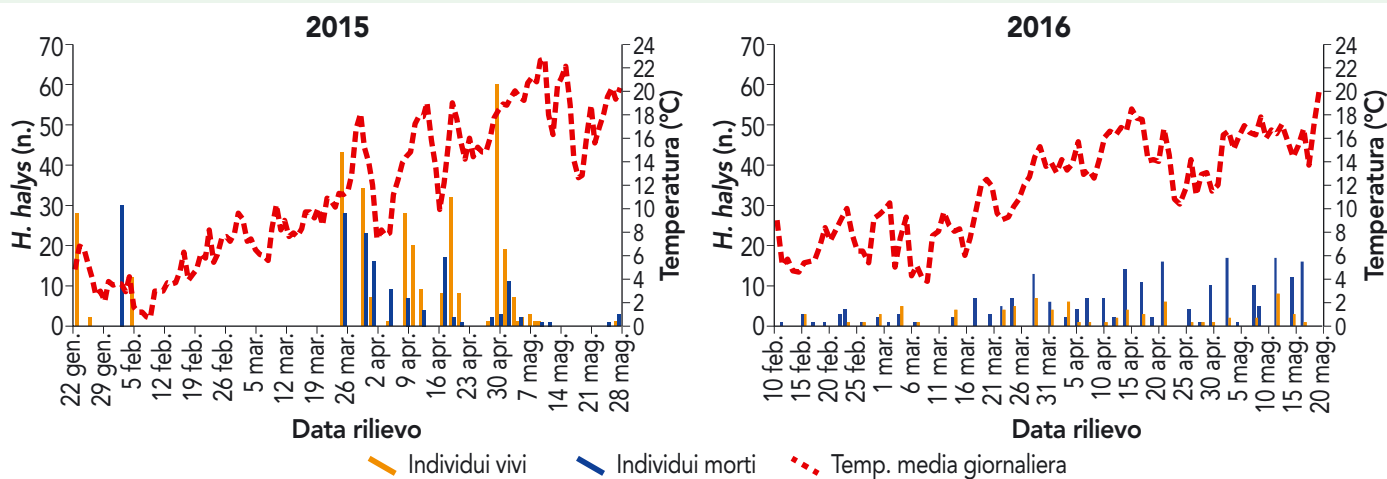
Abbondanza stagionale di *H. halys*

I numeri più bassi di *H. halys* nelle tre aree monitorate (siepe, centro e bordo frutteto) (grafico 2) sono sempre stati riscontrati a inizio stagione, fino a metà giugno, e **incrementano nel tempo raggiungendo il massimo picco, caratterizzato per lo più da forme adulte, nel periodo tardivo (dopo la seconda metà di agosto)**. Nel periodo intermedio, invece, è stato osservato un numero di individui simile su bordo frutteto e siepe, con stadi giovanili in numero superiore rispetto agli adulti. Dopo la seconda metà di agosto il numero di individui sulla siepe è raddoppiato, addirittura triplicato nel 2016 rispetto agli altri periodi considerati, con adulti e ninfe nelle medesime proporzioni. In ogni caso, si osserva sempre un numero più elevato di tutti gli stadi sul bordo dei frutteti rispetto alle aree centrali. **Le siepi rappresentano un importante serbatoio/area rifugio per adulti e ninfe per tutta la stagione**, probabilmente perché in quest'area trovano un adeguato assortimento di frutti che maturano in tempi diversi, favorendo lo sviluppo e la sopravvivenza (Acebes-Doria et al., 2016). Tuttavia, la maggiore abbondanza di *H. halys* nelle siepi potrebbe essere attribuita anche all'uso di insetticidi all'interno dei frutteti.

H. halys nelle siepi e danni a bordo frutteto

Per valutare l'andamento della popolazione di *H. halys* nei tre anni del monitoraggio sono stati considerati solo

GRAFICO 4 - Andamento delle uscite dallo svernamento in cimici esposte alle condizioni ambientali esterne dell'Emilia-Romagna nel 2015 e 2016



Con temperature superiori a 14 °C si registra il picco di fuoriuscita dallo svernamento.

i rilievi visivi effettuati nelle siepi, al fine di evitare l'interferenza dovuta a trattamenti insetticidi all'interno dei frutteti. In generale, in tutti gli anni gli adulti sono sempre stati rilevati prima degli stadi giovanili e il maggiore numero di individui veniva sempre osservato tra agosto e metà settembre. Da notare che nel 2016 è stato rilevato un numero di individui assai inferiore e che la comparsa dei primi stadi giovanili è risultata ritardata di oltre due settimane rispetto agli anni precedenti (grafico 3).

Una percentuale considerevole di frutti deformi si è registrata nella maggior parte delle aziende monitorate già nel 2014, con danni fino all'80% in un caso. Nel 2015 danni superiori al 50% si sono verificati in più della metà delle aziende monitorate e in alcuni casi vi è stata totale perdita di raccolto. Nel 2016, in 5 delle 18 aziende con dati di danno disponibili, il danno era superiore al 30%. La tabella che comprende tutti i rilievi effettuati nei tre anni è riportata in Maistrello et al. 2017. **È stata rilevata una correlazione significativa tra la percentuale di pere danneggiate e l'abbondanza di H. halys nei bordi del frutteto durante il periodo monitorato, in particolare per le ninfe** (Spearman Rank correlation coefficient, $r_s = 0,62$, $p = 0,0001$ per le ninfe, $r_s = 0,45$, $p = 0,0059$ per gli adulti, $r_s = 0,57$, $p = 0,0003$ per il totale; $n = 36$). Considerando che *H. halys* era la specie più abbondante lungo tutto il ciclo colturale, mentre gli altri eterotteri sono stati rinvenuti solo occasionalmente, i danni osservati sono ascrivibili soprattutto alla cimice asiatica. Second

do una stima effettuata nel 2016 su un campione di 60 aziende rappresentative della provincia di Modena (400 ha in totale), il danno totale dovuto a *H. halys* ammontava a 3.072.797 euro (Fruit Modena Group, comunicazione personale). Questa stima ha tenuto conto delle minori entrate dovute al deprezzamento dei frutti danneggiati, ai frutti non raccolti e ai maggiori costi per trattamenti insetticidi, rispetto al 2011, l'anno precedente la prima segnalazione ufficiale di *H. halys*. Queste cifre evidenziano **l'altissimo potenziale distruttivo dell'insetto, indicando che in questa zona è già un fitofago chiave dei pereti**.



Pere danneggiate da punture di eterotteri. Foto C. Aldrovandi

Parametri biologici

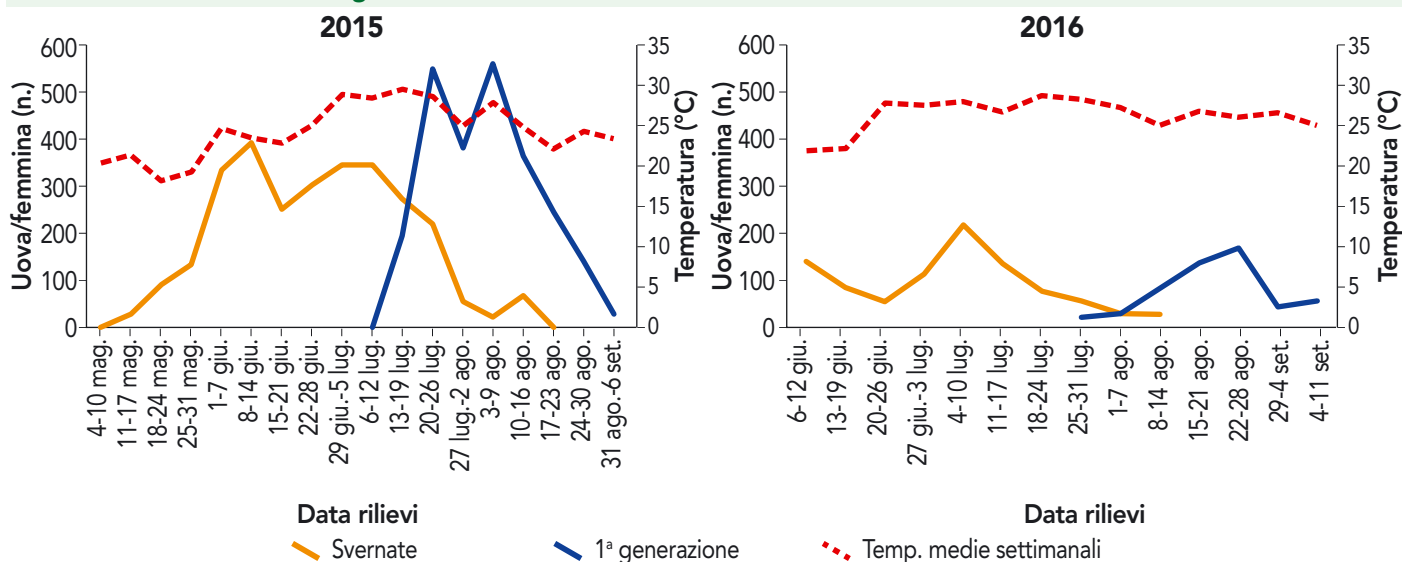
Uscita dallo svernamento

La sopravvivenza e l'andamento delle uscite dallo svernamento sono stati fortemente condizionati dalle temperature nei due anni (grafico 4). Nel 2015 la quasi totalità degli individui ha impiegato 1 solo mese per la fuoriuscita dallo svernamento e le cimici sopravvissute fino all'inizio del periodo riproduttivo erano il 14% di quelle raccolte. Nel 2016 le uscite si sono protratte per oltre 3 mesi e le cimici vive al momento di inizio riproduzione erano il 41% di quelle raccolte. **Il picco di individui usciti dallo svernamento è iniziato in entrambi gli anni con temperature eccedenti i 14 °C, raggiunte in entrambe le annate verso la fine di marzo.**

Andamento ovideposizioni, fecondità e tassi di accrescimento

In entrambi gli anni sono state osservate 2 generazioni/anno. **Le ovideposizioni delle femmine svernate sono iniziate nei due anni a seguito del raggiungimento di temperature eccedenti i 21 °C.** Nel 2015 le ovideposizioni delle femmine di 1^a generazione sono iniziate nella 2^a settimana di luglio e si è pertanto osservata la sovrapposizione delle deposizioni e dei diversi stadi di sviluppo delle due generazioni. Nel 2016 le ovideposizioni delle femmine di 1^a generazione sono iniziate a fine luglio e non si è quindi osservata sovrapposizione delle deposizioni, né tantomeno presenza di cimici svernate e di 1^a generazione (grafico 5).

GRAFICO 5 - Ovideposizioni di *H. halys* svernate e di 1^a generazione esposte alle condizioni ambientali esterne dell'Emilia-Romagna nel 2015 e 2016



I rilievi evidenziano la presenza di due generazioni/anno in entrambi gli anni e la sovrapposizione delle due generazioni, soprattutto nel 2015.

Per quanto riguarda i parametri biologici nel 2015, la **fecondità** (n. uova/femmina) era 285 (cimici svernate) e 214.7 (1^a generazione); la mortalità totale 56,46% e 97,47%; il tasso netto di accrescimento (se superiore a 1 indica una popolazione in accrescimento) 24,04 e 5,44. Nel 2016 la fecondità era 51,67% (cimici svernate) e 21,36% (1^a generazione), la mortalità totale 90,68% e 99,71%; il tasso netto di accrescimento 2,41% e 0,03% (indicando una popolazione in decrescita).

Il **tasso netto di accrescimento** (se superiore a 1 indica una popolazione in accrescimento) era per le due generazioni rispettivamente 24,04 e 5,44, la mortalità totale 90,68% e 99,71%. Il tasso netto di accrescimento 2,41% e 0,03% (indicando una popolazione in decrescita). Lo studio dei parametri biologici ha quindi confermato quanto osservato durante i monitoraggi in campo, ovvero la presenza di 2 generazioni/anno e la considerevole crescita della popolazione osservata nel 2015 seguita da una crescita rallentata nel 2016.

Serve una gestione efficace e sostenibile

I risultati ottenuti in tre anni di monitoraggio in campo e due di studio dei parametri biologici hanno evidenziato una crescita incredibilmente rapida delle popolazioni di *H. halys*, che è divenuta la specie predominante tra gli

eterotteri a soli 2 anni dalla sua prima scoperta ufficiale (2012) e ha causato danni economici gravi già dopo 3-4 anni, rivelandosi fitofago chiave dei frutteti.

L'indagine in campo ha anche dimostrato una maggiore presenza di queste cimici sui bordi dei frutteti e sulle siepi rispetto al centro del frutteto e alle superfici erbose, fornendo indicazioni utili per elaborare opportune strategie di difesa integrata, focalizzate su approcci che prevedano in particolare la gestione delle fasce perimetrali (IPM-CPR, Blaauw et al., 2015) e l'attract & kill (Morrison et al., 2016).

Lo studio della biologia ha evidenziato che la cimice asiatica compie 2 generazioni/anno, con parametri biologici assai influenzati dalle condizioni climatiche, dimostrando che in annate particolarmente favorevoli, come il 2015, i tassi netti di accrescimento raggiungono valori rappresentativi di esplosioni della popolazione, che si riflettono in campo in perdite di raccolto superiori al 50%. Una crescita e una diffusione così rapide nel territorio padano sembrano anche essere correlate alla disponibilità di un'ampia gamma di piante ospiti idonee, sia coltivate sia spontanee; alla scarsità e alla bassissima efficacia degli agenti nativi di controllo biologico (Abram et al., 2017), come dimostrato anche durante un'indagine sul campo di tre anni condotta parallelamente a questo studio (Costi et al., risultati non pubblicati); alla forte

associazione con gli esseri umani, che facilita la diffusione passiva su ampie distanze attraverso persone e merci. I risultati ottenuti rappresentano anche la base per lo sviluppo di modelli previsionali utili per una gestione più efficace e sostenibile di questo temibile insetto invasivo.

- Lara Maistrello, Elena Costi**
Sara Bortolini, Laura Macavei
Giorgia Foca, Alessandro Ulrici
Dipartimento di scienze della vita
Università di Modena e Reggio Emilia
Giacomo Vaccari, Stefano Caruso
Pier Paolo Bortolotti
Roberta Nannini, Massimo Fornaciari
Consorzio fitosanitario provinciale di Modena
Luca Casoli
Consorzio fitosanitario provinciale
di Reggio Emilia
Gian Lorenzo Mazzoli
Servizio fitosanitario Regione Emilia-Romagna
Paride Dioli
Museo civico di storia naturale di Milano

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a: redazione@informatoreagrario.it

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia: www.informatoreagrario.it/rdLia/18ia02_9143_web

Cimice asiatica: fitofago chiave in Pianura Padana

BIBLIOGRAFIA

Abram P.K., Hoelmer K.A., Acebes-Doria A., Andrews H., Beers E.H., Bergh J.C., Bessin R., Biddinger D., Botch P., Buffington M.L., Cornelius M.L., Costi E., Delfosse E.S., Dieckhoff C., Dobson R., Donais Z., Grieshop M., Hamilton G., Haye T., Hedstrom C., Herlihy M.V., Hoddle M.S., Hooks C.R., Jentsch P., Joshi N.K., Kuhar T.P., Lara J., Lee J.C., Legrand A., Leskey T.C., Lowenstein D., Maistrello L., Mathews C.R., Milnes J.M., Morrison W.R., Nielsen A.L., Ogburn E.C., Pickett C.H., Poley K., Pote J., Radl J., Shrewsbury P.M., Talamas E., Tavella L., Walgenbach J.F., Waterworth R., Weber D.C., Welty C., Wiman N.G. (2017) - Indigenous arthropod natural enemies of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe. *Journal of Pest Science* 90: 1009-1020.

Acebes-Doria A.L., Leskey T.C., Bergh J.C. (2016) - Host Plant Effects on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Nymphal Development and Survivorship. *Environmental Entomology* 45: 663-670.

Bariselli M., Bugiani R., Maistrello L. (2016) - Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *EPPO Bulletin* 46: 332-334.

Blaauw B.R., Polk D., Nielsen A.L. (2015) - IPM-CPR for peaches: incorporating behaviorally-based methods to manage *Halyomorpha halys* and key pests in peach. *Pest Management Science* 71: 1513-1522.

Casoli L., Montermini A. (2010) - Risultati preliminari relativi ad un'indagine sulla popolazione di rincoti miridi in pereti della provincia di Reggio Emilia. *Atti delle Giornate Fitopatologiche*, CLUEB, Bologna: 87-88.

Cesari M., Maistrello L., Piemontese L., Bonini R., Dioli P., Lee W., Park C.-G., Partsinevelos G.K., Rebecchi L., Guidetti R. (2017) - Genetic diversity of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha*

halys in the invaded territories of Europe and its patterns of diffusion in Italy. *Biological Invasions*: 1-20. In press, doi: 10.1007/s10530-017-1611-1

Costi E., Haye T., Maistrello L. (2017) - Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in southern Europe. *Journal of Pest Science* 90: 1059-1067.

CREA (2015) - *Annuario dell'agricoltura italiana 2014*. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma.

Dioli P., Leo P., Maistrello L. (2016) - Prime segnalazioni in Spagna e in Sardegna della specie aliena *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) e note sulla sua distribuzione in Europa (Hemiptera, Pentatomidae). *Revista gaditana de Entomología* 7: 539-548.

EPPO (2017) - *European and Mediterranean Plant Protection Organization*.

Fanfani R., Pieri R. (2016) - Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna. Rapporto 2015. Bologna: Unione regionale delle Camere di commercio dell'Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna, Assessorato agricoltura, caccia e pesca: 414.

Faúndez E.I., Rider D.A. (2017) - The brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) in Chile. *Arquivos Entomológicos* 17: 305-307.

Haye T., Abdallah S., Garipey T., Wyniger D. (2014) - Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *Journal of Pest Science* 87: 407-418.

Haye T., Weber D.C. (2017) - Special issue on the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*: an emerging pest of global concern. *Journal of Pest Science* 90: 987-988.

Kriticos D.J., Kean J.M., Phillips C.B., Senay S.D., Acosta H., Haye T. (2017) - The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity. *Journal of Pest Science* 90: 1033-1043.

Lee D.-H., Short B.D., Shimat V.J., Bergh J.C., Leskey T.C. (2013) - Review of the Biology, Ecology and Management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the Republic of Korea. *Bione*: 627-641.

Leskey T.C., Nielsen A. (2018) - Impact of the Invasive Brown Marmorated Stink Bug in North America and Europe: History, Biology, Ecology, and Management. *Annual Review of Entomology*, 63: 599-618.

Leskey T.C., Short B.D., Butler B.R., Wright S.E. (2012) - Impact of the Invasive Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in Mid-Atlantic Tree Fruit Orchards in the United States: Case Studies of Commercial Management. *Psyche: A Journal of Entomology* 2012. Article ID 535062, doi:10.1155/2012/535062

Maistrello L., Dioli P., Bariselli M., Mazzoli G.L., Giacalone-Forini I. (2016) - Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of *Halyomorpha halys* in Southern Europe. *Biological Invasions* 18: 3109-3116.

Maistrello L., Vaccari G., Caruso S., Costi E., Bortolini S., Macavei L., Foca G., Ulrici A., Bortolotti P.P., Nannini R., Casoli L., Fornaciari M., Mazzoli G.L., Dioli P. (2017) - Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in northern Italy. *Journal of Pest Science* 90: 1231-1244.

Morrison W.R. III, Lee D.-H., Short B.D., Khimian A., Leskey T.C. (2016) - Establishing the behavioral basis for an attract-and-kill strategy to manage the invasive *Halyomorpha halys* in apple orchards. *Journal of Pest Science*, 89: 81-96.

Nielsen A.L., Hamilton G.C. (2009) - Seasonal Occurrence and Impact of Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) in Tree Fruit. *Journal of Economic Entomology* 102: 1133-1140.

Nielsen A.L., Hamilton G.C., Shearer P.W. (2011) - Seasonal Phenology and Monitoring

of the Non-Native Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. *Environmental Entomology* 40: 231-238.

Regione Emilia-Romagna (2017) - Disciplinari di produzione integrata vegetale - Produzioni agroalimentari. E-R Agricoltura e pesca.

Tavella L., Arzone A., Alma A., Galliano A. (1996) - IPM application in peach orchards against *Lygus rugulipennis* Poppius. Iobc/Wprs and Ishs International Conference on Integrated Fruit Production, Proceedings of the Meeting. (ed by F. Polesny, W. Muller, R.W. Olszak) International Society Horticultural Science, Leuven 1: 160-164.

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.