

INDAGINI SULLA PARASSITIZZAZIONE DI *HALYOMORPHA HALYS* IN EMILIA ROMAGNA NELL'AMBITO DEL PROGETTO "HALY.BIO"

L. MAISTRELLO¹, E. COSTI¹, E. DI BELLA¹, A. MASETTI², B. BITTAU², F. LAMI²,
A. ZANIBONI², D. TORREGGIANI², G. VACCARI³, S. CARUSO³, M. PRETI⁴,
E. RUFOLO⁴, M. LANDI⁴, L. FAGIOLI⁵, F. MANUCCI⁵, G. FABBRI⁵, R. FERRARI⁶,
F. ZOBOLI⁷, M. BARISELLI⁸, M. G. TOMMASINI⁹

¹Dipartimento di Scienze della Vita, Centro BioGest-SITEIA, Università di Modena e Reggio Emilia, via G. Amendola 2 - 42122 Reggio-Emilia; ²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, viale Fanin 50 - 40127 Bologna; ³Consorzio Fitosanitario Provinciale di Modena, via Santi Venceslao 14 - 41123 Modena; ⁴Astra Innovazione e Sviluppo Centro di saggio, via Tebano 45 - 48018 Faenza; ⁵Consorzio Agrario di Ravenna, via Madonna di Genova, 39 - 48033 Cotignola (RA); ⁶Centro Agricoltura Ambiente, via Sant'Agata, 835 - 40014 Crevalcore (BO); ⁷Agrites, via Guglielmo Marconi, 4/2 - 40057 Granarolo dell'Emilia (BO); ⁸Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna, via da Formigine 3 - 40128 Bologna; ⁹Ri.Nova, via dell'Arrigoni 120 - 47522 Cesena (FC)
lara.maistrello@unimore.it

RIASSUNTO

A seguito degli ingenti danni causati dall'invasiva *Halyomorpha halys* sul sistema frutticolo del nord Italia, è urgente individuare strategie alternative alla difesa chimica, efficaci e a basso impatto ambientale. Il progetto PSR "HALY.BIO", incentrato sulla implementazione del controllo biologico di *H. halys* in Emilia Romagna, si proponeva di: a) verificare presenza, distribuzione e impatto delle specie di parassitoidi oofagi in grado di parassitizzare *H. halys*; b) indagare la capacità di insediamento e diffusione di parassitoidi alloctoni, considerando in particolare l'effetto dei rilasci inoculativi di *Trissolcus japonicus*. Vengono presentati i risultati parziali del progetto (tutt'ora in corso), in termini di mappe di distribuzione per le diverse specie di parassitoidi rinvenute e di efficacia di parassitizzazione su *H. halys* e su pentatomidi *non-target* in diversi contesti.

Parole chiave: cimice asiatica, specie invasive, lotta biologica, parassitoidi oofagi, ovature deposte naturalmente

SUMMARY

INVESTIGATIONS ON THE PARASITIZATION OF *HALYOMORPHA HALYS* IN EMILIA ROMAGNA WITHIN THE "HALY.BIO" PROJECT

Because of the extensive damage caused by the invasive *Halyomorpha halys* on the fruit system of Northern Italy, it is urgent to identify effective management strategies with a low environmental impact. The PSR "HALY.BIO" project is focused on the implementation of biological control of *H. halys* in Emilia Romagna, and was developed by pursuing the following objectives: a) verifying the presence, distribution and impact of egg parasitoids capable to parasitize *H. halys* eggs; b) investigating the settlement and diffusion capacity of exotic parasitoids, considering in particular the effect of the releases of *Trissolcus japonicus*. The partial results of the project (still in progress) are presented, in terms of distribution maps for the different parasitoid species and their parasitization efficacy on *H. halys* and non-target species in different contexts.

Keywords: brown marmorated stink bug, invasive species, biological control, egg parasitoids, naturally laid egg masses

INTRODUZIONE

La cimice asiatica *Halyomorpha halys* Stål 1855 (Hemiptera: Pentatomidae) è un fitofago polifago di origine asiatica, invasivo nel continente americano e in quello europeo, conosciuto a livello globale come fitofago chiave di numerose colture da reddito (Leskey e Nielsen, 2018). In Italia, dove è stata riscontrata per la prima volta nel 2012, *H. halys* si è diffusa rapidamente ed attualmente è presente in tutte le regioni (Maistrello et al., 2018). In Emilia-Romagna, regione di cruciale rilevanza nella produzione frutticola Europea, i danni soprattutto su pero si sono subito rivelati ingenti (Maistrello et al., 2017). Recenti stime indicano per il 2019 in Nord Italia perdite fino al 80-100% del raccolto e danni da € 588 mln (CSO - Centro Servizi Ortofrutticoli, 2019) su pere, mele, kiwi, pesche-nettarine. I metodi di controllo basati su applicazioni di insetticidi ad ampio spettro hanno portato alla compromissione dei programmi di gestione integrata (ad es. nei Disciplinari di Produzione Integrata ER su pero si è passati da un massimo di 5 trattamenti autorizzati nel 2014 a 10 nel 2019) e a un considerevole impatto negativo in termini ambientali ed economici. Tra le strategie alternative di controllo l'impiego di reti anti-insetto costituisce certamente l'opzione più efficace nel proteggere la produzione. Tuttavia, l'impiego di questa tecnica non elimina completamente la necessità di eseguire alcuni trattamenti insetticidi specifici e la sua applicazione è limitata dagli elevati costi di impianto e gestione. Altre strategie alternative come la cattura massale o l'*Attract & Kill* sono ancora in fase di studio e quindi non ancora applicabili in situazioni produttive.

In questo quadro gli interventi di lotta biologica classica e inondativa con parassitoidi oofagi (in grado di ovideporre e svilupparsi entro le uova dell'ospite) rappresentano quindi una strategia di grande interesse. Nell'areale di origine le uova di *H. halys* vengono attaccate da un complesso di parassitoidi appartenenti ai generi *Trissolcus* e *Telenomus* (Hymenoptera: Scelionidae) *Ooencyrtus* (Hymenoptera: Encyrtidae), e *Anastatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) (Zhang et al., 2017). Tra questi, *Trissolcus japonicus* (Ashmead) e *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) sono rispettivamente i più efficaci agenti di biocontrollo in Cina (Zhang et al., 2017) e in Giappone (Arakawa et al., 2004), con tassi di parassitizzazione nei confronti di *H. halys* del 50-90%. Negli areali di nuova introduzione sono poche le specie di parassitoidi autoctoni in grado di sfruttare come risorsa le ovature di *H. halys*. In Europa, la specie predominante che si sviluppa con successo sulle uova della cimice invasiva è *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy), generalista e polifaga, rinvenuta anche in Emilia-Romagna (Costi et al., 2018). Sono stati effettuati tentativi di rilasci inondativi di questa specie nel 2018 e 2019, che tuttavia non si sono rivelati in grado di ridurre significativamente la popolazione della cimice invasiva (Stahl et al., 2019, Maistrello et al., 2020).

Indagini effettuate in Nord Italia raccogliendo ovature naturalmente deposte di cimice asiatica hanno evidenziato la presenza di popolazioni avventizie di entrambi i parassitoidi alloctoni, in particolare *T. mitsukurii* dal 2016 (Scaccini et al., 2020) e *T. japonicus* dal 2018 (Sabbatini Peverieri et al., 2018; Moraglio et al., 2019). Entrambe le specie mostrano areali in crescita nelle regioni settentrionali e performance simili in termini di capacità di sfruttamento e parassitizzazione di *H. halys* (Zapponi et al., 2021). Parallelamente, a seguito delle pressioni del mondo agricolo seguite alla estrema dannosità della cimice, è stato portato avanti il processo di richiesta di deroga al recepimento della direttiva Habitat per poter consentire l'autorizzazione al rilascio in natura di *T. japonicus*, che si è concluso il 29/4/2020 con il decreto ministeriale "Misure di emergenza per la prevenzione, controllo e contrasto della cimice asiatica" del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Per attuare quello che di fatto rappresenta il più grande progetto di lotta biologica mai tentato in Italia, è stato condotto un lavoro concertato che ha coinvolto diverse istituzioni (Servizi Fitosanitari regionali, CREA-DC, Università ed altri enti di ricerca, centri di saggio, tecnici della produzione integrata e associazioni di produttori) per l'elaborazione e la messa in pratica dei protocolli di allevamento

e rilascio dei parassitoidi, e per la verifica dell'efficacia dei parassitoidi sia sulla specie target che sui pentatomidi non target. L'autorizzazione è stata concessa alle regioni del nord Italia che avevano accusato maggiori danni da cimice asiatica negli anni precedenti (Emilia-Romagna, Veneto, Lombardia, Piemonte e Friuli Venezia Giulia e le province autonome di Trento e Bolzano) ed hanno portato ad effettuare rilasci di *T. japonicus* in 712 siti nel 2020 e 456 nel 2021, di cui rispettivamente 300 e 100 in Emilia-Romagna. In ogni sito erano previsti due rilasci inoculativi di 110 individui ciascuno (100 femmine e 10 maschi di *T. japonicus*). Pertanto, a titolo di esempio, nel 2020 in Emilia-Romagna sono stati complessivamente rilasciati 66000 individui di *T. japonicus* in due momenti stagionali (a fine giugno e a fine luglio) (SFR-RER, 2022).

Il presente lavoro, svolto nell'arco di due anni (2020 e 2021) aveva l'obiettivo di verificare l'efficacia e la capacità di insediamento di parassitoidi oofagi nativi e di recente introduzione (sia da popolazioni avventizie che a seguito dei rilasci programmati) nel contenimento delle popolazioni di *H. halys* in relazione ai contesti agro-ecologici e alle condizioni ambientali. Questi dati consentiranno di elaborare mappe di presenza, abbondanza e diffusione dei parassitoidi oofagi della cimice asiatica e di supportare i futuri piani di introduzione di nuove specie esotiche per la lotta biologica.

MATERIALI E METODI

L'indagine è stata condotta in Emilia-Romagna nelle aree con maggiori investimenti in produzioni frutticole (province di MO, BO, RA, FC e FE), che negli ultimi anni hanno subito danni anche ingenti alle produzioni causati da *H. halys*. In questo ampio territorio sono stati individuati dei siti caratterizzati da un diverso grado di biodiversità seppur collocati in prossimità di coltivazioni e nella maggior parte dei casi, non soggetti a trattamenti insetticidi. Le indagini hanno riguardato sia siti nei quali non è mai stato introdotto *T. japonicus* sia siti in cui il parassitoide è stato rilasciato nell'ambito del programma di lotta biologica sopra citato. Nel 2020 sono stati monitorati 155 siti e nel 2021 ne sono stati monitorati 106 e rispettivamente in 98 e in 56 di questi era stato rilasciato *T. japonicus*. Tutti i siti sono stati georeferenziati, codificati e monitorati per un tempo di ricerca attiva di 1 ora/uomo. I monitoraggi consistevano nel ricercare e raccogliere ovature di pentatomidi sulla vegetazione presente nel raggio di 50 m dal punto georeferenziato. Nel 2020 ogni sito è stato monitorato una sola volta, nella maggior parte dei casi nel mese di agosto, mentre nel 2021 in ogni sito sono stati eseguiti due campionamenti, uno nel mese di luglio, l'altro in agosto.

Ogni ovatura raccolta è stata identificata tramite un codice univoco, la data di raccolta e la specie vegetale dalla quale era stata prelevata. Le ovature sono state poste singolarmente in provette falcon da 50 mL, chiuse con rete antinsetto, e conservate per un tempo massimo di 60 giorni. Trascorso questo periodo di tempo le ovature sono state osservate allo stereomicroscopio annotando: numero di neanidi di cimice emerse, parassitoidi sfarfallati, fori di sfarfallamento dovuti a parassitoidi sfarfallati in campo prima della raccolta dell'ovatura, uova predate e non schiuse. I parassitoidi sfarfallati sono stati identificati fino al rango di specie utilizzando le chiavi riportate in Talamas et al. (2015). Oltre alle ovature raccolte con le metodologie sopra descritte, che rappresentano la maggior parte del materiale campionato, nei due anni di indagini sono state anche analizzate altre ovature trovate occasionalmente in altri rilievi di campo (meno dell'8% del totale).

Analisi dei dati

I dati sono stati analizzati indicando la presenza delle tre principali specie di parassitoidi nei siti di campionamento su una mappa di densità di uova di *H. halys*, in cui un colore rosso più intenso indica un numero maggiore di uova ritrovate nei siti. Sono state costruite due mappe di distribuzione delle uova di *H. halys* sul territorio regionale, una per i dati del 2020 e una per i dati del 2021. Ad ognuna di queste mappe sono stati sovrapposti, singolarmente, i dati relativi alla presenza di *T. japonicus*, *T. mitsukurii* e *A. bifasciatus*.

La costruzione della mappa è stata condotta creando una griglia con quadrati di lato 3,5 km (limitata ai confini dell'Emilia-Romagna), sono quindi stati mantenuti solamente quelli con siti di campionamento all'interno di essi. Nel caso in cui in un singolo quadrato fossero presenti due o più siti, è stata calcolata la media delle uova trovate in tali siti. Per il 2020, i dati sono stati classificati in quattro classi diverse utilizzando l'algoritmo delle interruzioni naturali di Jenks, che divide i dati in modo che ci sia una varianza massima tra le singole classi e una varianza minima all'interno di ciascuna classe. Per rendere visivamente confrontabili i dati tra i due anni, quelli del 2021 sono stati suddivisi in quattro classi mantenendo gli stessi intervalli dell'anno precedente, senza dunque considerare metodi di classificazione statistici. Infine, sono stati aggiunti alle mappe delle uova di *H. halys* i siti di ritrovamento dei diversi parassitoidi considerati, indicati da puntini verdi.

RISULTATI

Nel 2020 sono state raccolte e analizzate complessivamente 1.744 ovature per un totale di 51.144 uova, mentre nel 2021 le ovature sono state 2.213 per un totale di 63.354 uova. Nel complesso oltre il 90% delle ovature apparteneva ad *H. halys* e le restanti alle specie *Nezara viridula* (5,1%), *Dolycoris baccarum* (2,1%), *Raphigaster nebulosa* (0,5%), *Palomena prasina* (0,1%), *Graphosoma italicum* e altre specie appartenenti alle famiglie Coreidae, Reduvidae e Pentatomidae Asopinae.

Nel 2020, su 155 siti monitorati, sono state trovate 1.574 ovature di *H. halys*, mentre nel 2021, su 106 siti complessivi, ne sono state raccolte 2.008, per un totale di uova pari rispettivamente a 41.439 e 52.434. In due anni, le uova schiuse sono aumentate dal 53,16% (22.030 uova totali) al 56,51% (29.622 uova totali), mentre la parassitizzazione complessiva è scesa dal 22,93% al 13,97%, per un totale di uova parassitizzate pari a 9.500 e 7.324 rispettivamente dal primo al secondo anno di indagine.

In entrambi gli anni, la specie più abbondante è stata *A. bifasciatus* con una parassitizzazione del 9,96% nel 2020 e del 5,48%, nel 2021 (tabella 1). Questo eupelmide è sfarfallato da ovature raccolte in oltre la metà dei siti campionati (figura 1).

T. mitsukurii è il secondo parassitoide per abbondanza, ritrovato in 60 siti nel 2020 e 25 nel 2021 (figura 2). Tuttavia, il suo impatto si è sensibilmente ridotto nel biennio, scendendo dal 5,27% nel 2020 all'1,29% nel 2021.

T. japonicus è stato trovato in basse percentuali, variabili dal 0,58% del 2020 al 0,83% del 2021 (tabella 1). In particolare, nel 2020 è stato rilevato in 15 siti, 7 dei quali dove non era mai stato rilasciato, mentre nel 2021 in 20 siti, di cui 9 con rilascio solo nel 2020, 3 con rilascio in entrambi gli anni e 8 dove non era mai stato rilasciato (figura 3).

L'iperparassitoide *Acroclisoides sinicus* (Huang e Liao) (Hymenoptera: Pteromalidae) è stato rilevato in entrambi gli anni, anch'esso con abbondanza relativa superiore nel 2020 (1,17%) rispetto al 2021 (0,25%) (tabella 1).

È considerevole anche la percentuale di uova non schiuse, dalle quali non sono sgusciate neanidi di *H. halys* né sfarfallati parassitoidi, che è aumentata dal 12,50% del 2020 al 21,75%

del 2021. La predazione si mantiene invece pressoché costante con un valore del 6,98% nel primo anno e del 7,76% nel secondo (tabella 1).

La parassitizzazione non identificata a livello di specie (ND), in gran parte dovuta alle ovature da cui al momento della raccolta erano già sfarfallati tutti i parassitoidi, è risultata del 5,95% nel 2020 e del 6,12% nel 2021, rimanendo di fatto invariata. Nell'ultimo anno è stata considerata la forma dei fori di uscita e, dove presente, del meconio, suddividendo così i parassitoidi sfarfallati in campo per famiglie. In particolare, le uova parassitizzate da scelionidi erano il 3,06%, quelle da cui sono emersi eupelmidi il 2,06%, mentre imenotteri pteromalidi sono usciti dallo 0,99% delle uova

Tabella 1. Parassitizzazione delle ovature di *Halyomorpha halys*, numero totale seguito dalla percentuale tra parentesi, nei siti monitorati in Emilia-Romagna nel biennio 2020-2021

| Anno di campionamento | 2020 | 2021 |
|---|----------------------|----------------------|
| Ovature totali | 1.574 | 2.008 |
| Uova totali | 41.439 | 52.434 |
| Neanidi di <i>Halyomorpha halys</i> sgusciate | 22.030 (53,16) | 29.622 (56, 51) |
| Uova non schiuse | 5.180 (12,50) | 9.003 (21,75) |
| Uova predate | 2.893 (6,98) | 4.069 (7,76) |
| Parassitizzate totali | 9.500 (22,93) | 7.324 (13,97) |
| <i>Anastatus bifasciatus</i> | 4.127 (9,96) | 2.875 (5,48) |
| <i>Trissolcus japonicus</i> | 241 (0,58) | 433 (0,83) |
| <i>Trissolcus mitsukurii</i> | 2.182 (5,27) | 677 (1,29) |
| <i>Acroclisoides sinicus</i> | 486 (1,17) | 132 (0,25) |
| ND | 2.464 (5,95) | 3.207 (6,12) |
| Fori Eupelmidae | - | 1.081 (2,06) * |
| Fori Scelionidae | - | 1.606 (3,06) * |
| Fori Pteromalidae | - | 520 (0,99) * |

* L'identificazione delle famiglie sulla base dei fori di uscita e del meconio, se presente, nelle ovature parassitizzate, ma con gli imenotteri già sfarfallati al momento della raccolta, è stata effettuata solo nel 2021.

Figura 1. Presenza di *Anastatus bifasciatus* sul territorio regionale nel 2020 (A) e nel 2021 (B). I quadrati rossi rappresentano la densità di uova di cimice asiatica, i cerchi verdi i siti dove le rispettive specie di parassitoidi sono state rilevate.

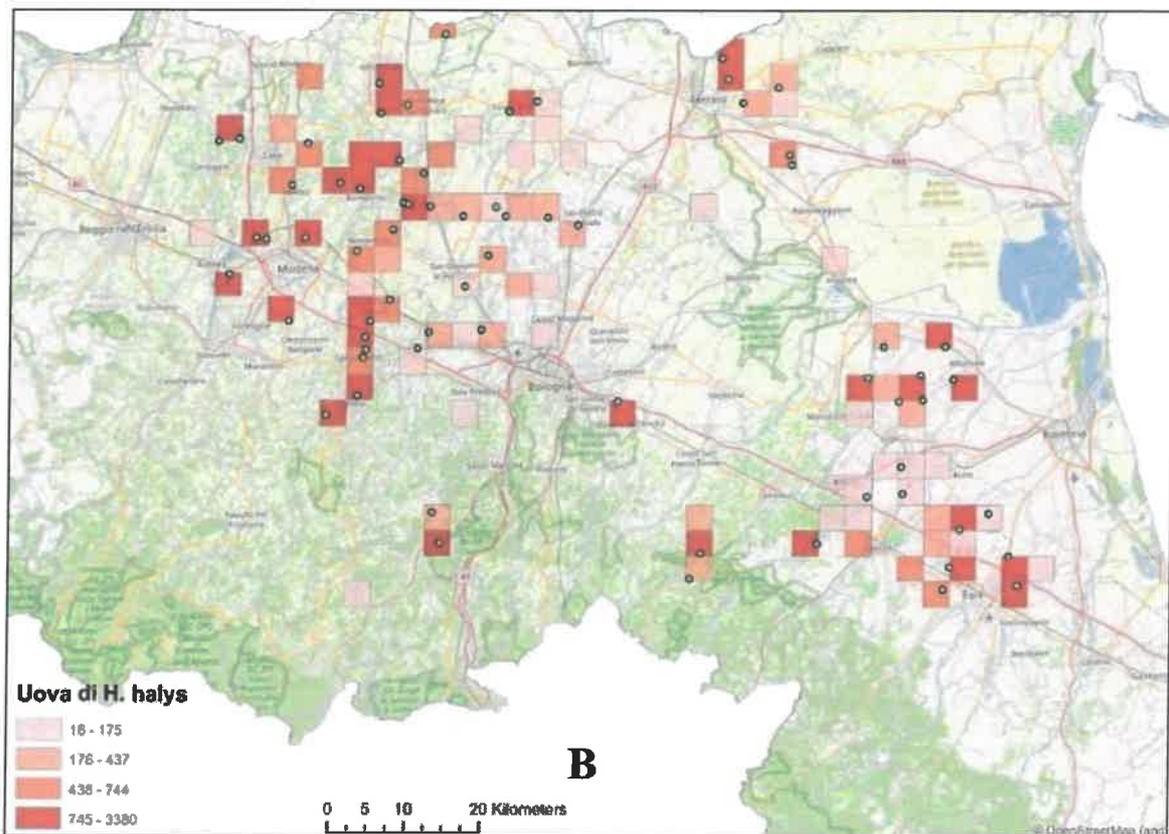
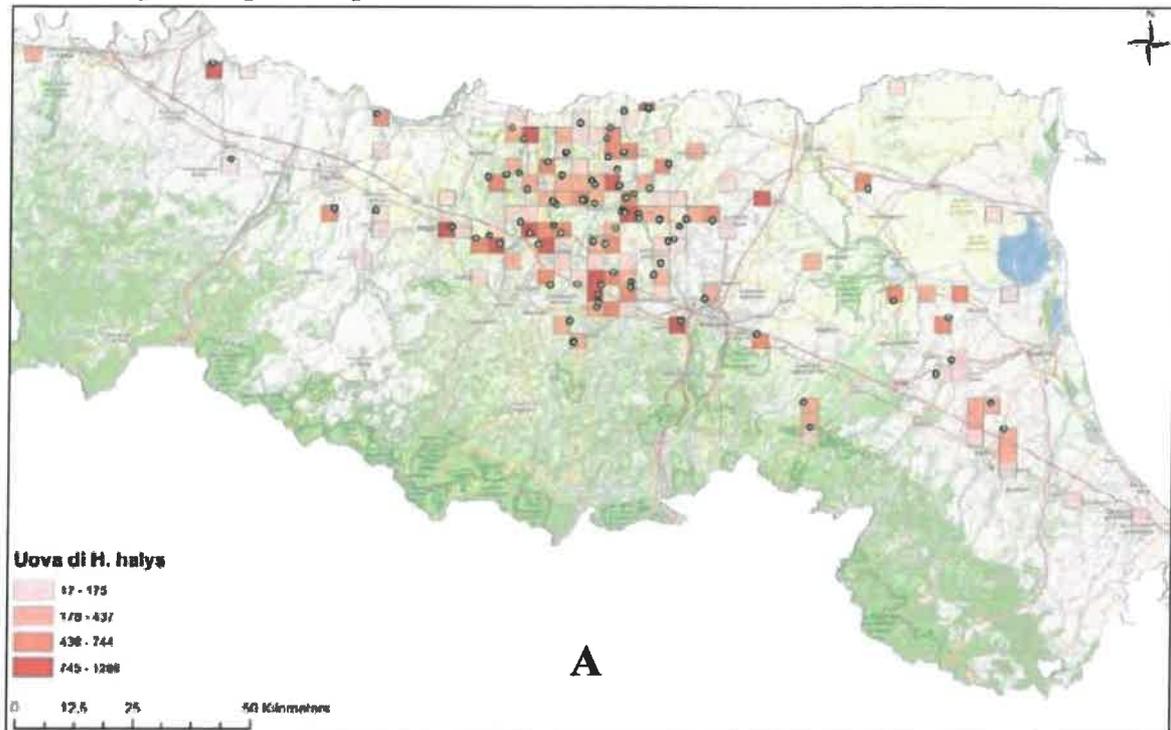


Figura 2. Presenza di *Trissolcus mitsukurii* sul territorio regionale nel 2020 (A) e nel 2021 (B). I quadrati rossi rappresentano la densità di uova di cimice asiatica, i cerchi verdi i siti dove le rispettive specie di parassitoidi sono state rilevate.

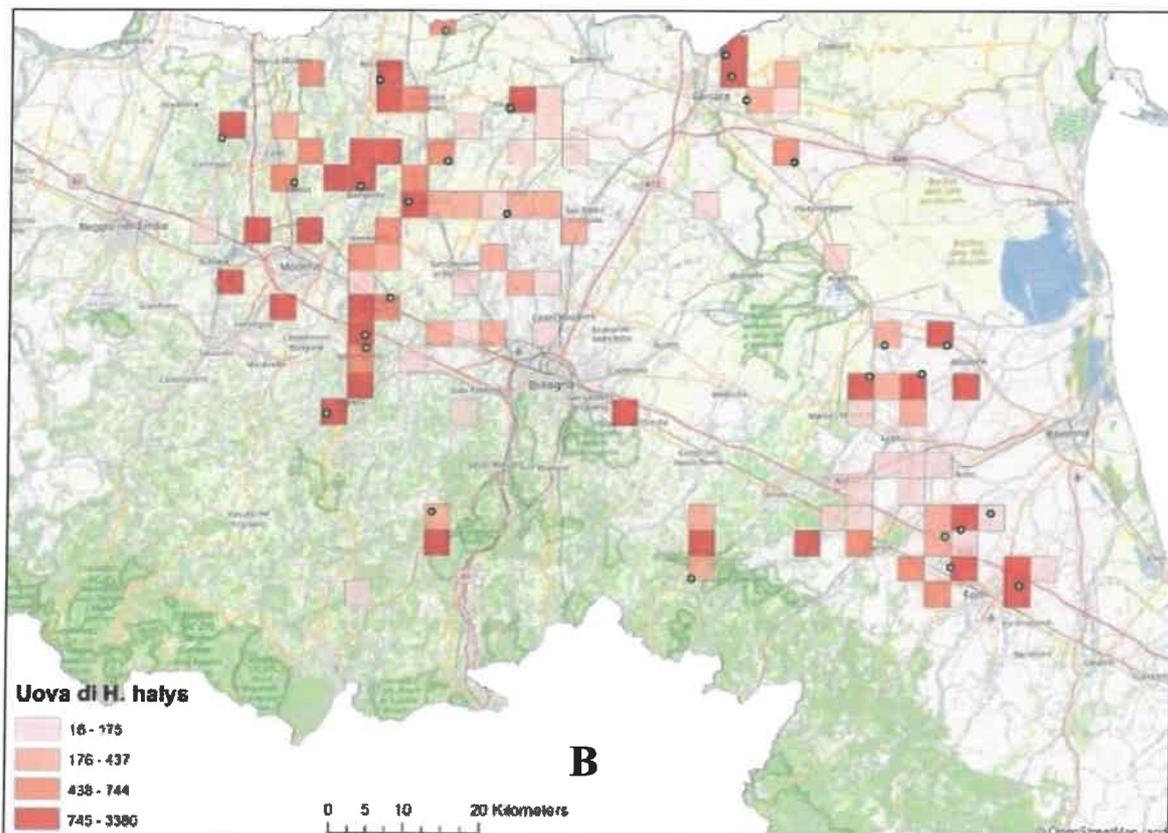
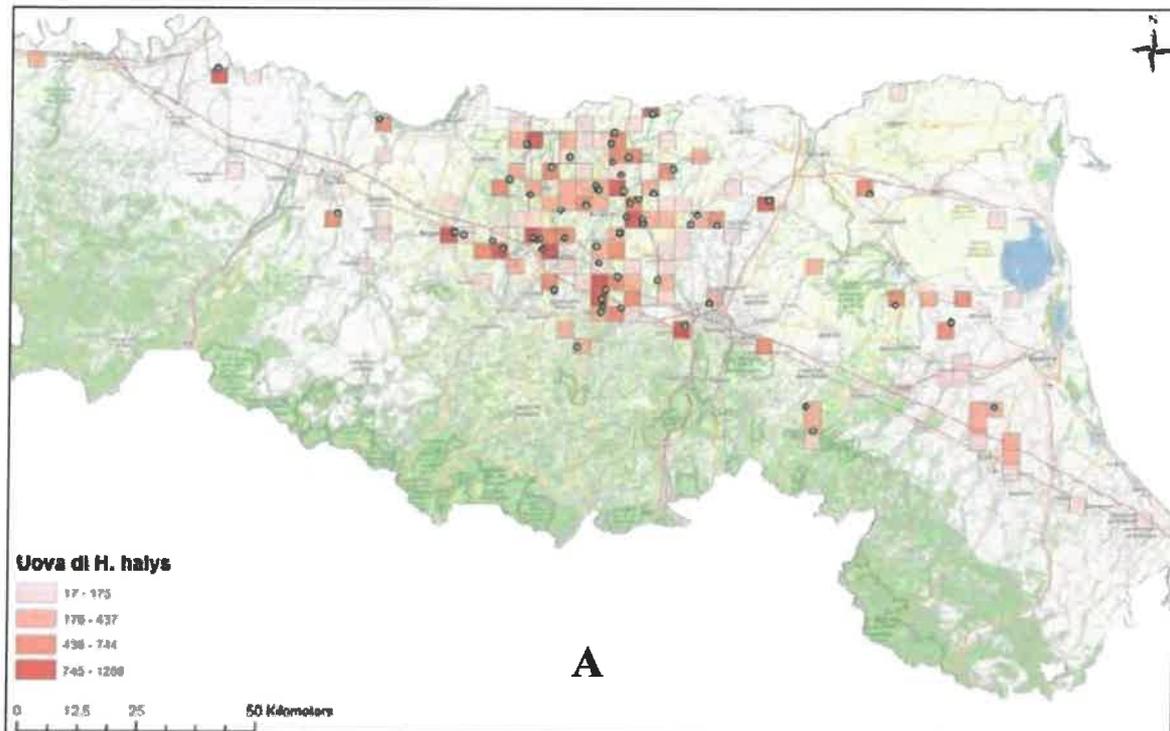
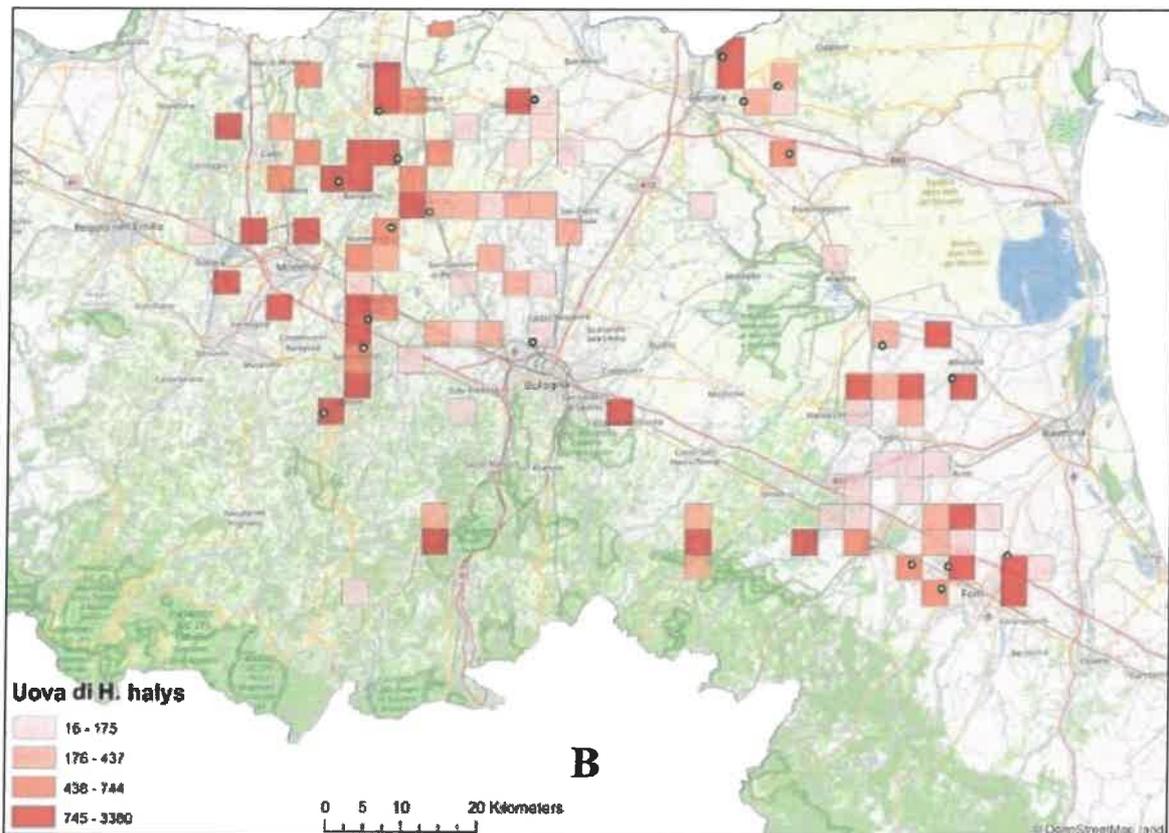
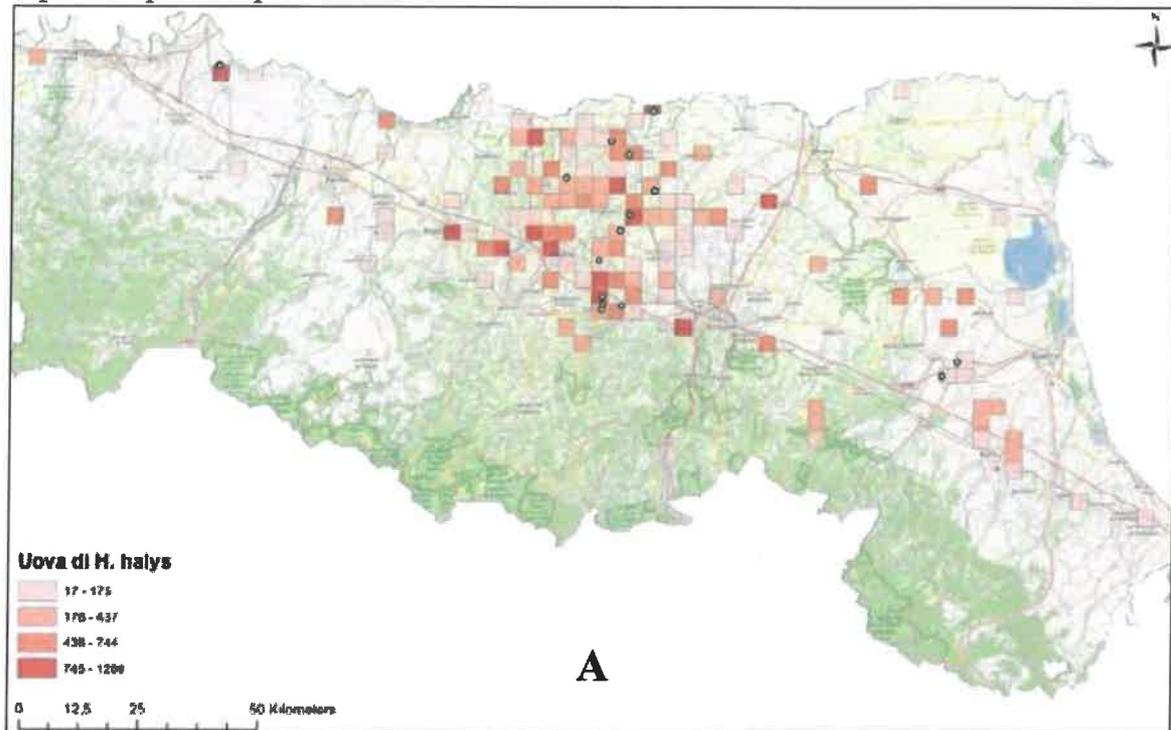


Figura 3. Presenza di *Trissolcus japonicus* sul territorio regionale nel 2020 (A) e nel 2021 (B). I quadrati rossi rappresentano la densità di uova di cimice asiatica, i cerchi verdi i siti dove le rispettive specie di parassitoidi sono state rilevate.



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dalle analisi effettuate nel corso dei due anni, risulta che circa il 50% delle uova di cimice non schiude per l'effetto cumulativo di mortalità naturale, predazione e azione dei parassitoidi. Questi ultimi sono sfarfallati dal 22,93% delle uova nel 2020 e dal 13,97% nel 2021. Tuttavia, questi dati sottostimano l'impatto totale dei parassitoidi sulle popolazioni di cimice asiatica, in quanto non comprendono l'*host feeding* e il numero di uova abortite. Purtroppo tale contributo non è facilmente valutabile nelle condizioni di campo.

Il parassitoide indigeno *A. bifasciatus* e la specie esotica avventizia *T. mitsukurii* sono al momento le più abbondanti e diffuse in Emilia-Romagna. Nel corso del biennio 2020-2021 si è osservata una riduzione della percentuale di parassitizzazione di queste due specie, più marcata per *T. mitsukurii*. Fluttuazioni, talvolta anche ampie, sono comuni nelle popolazioni d'insetti, e due sole annate sono insufficienti per estrapolare un andamento sul medio-lungo periodo.

T. japonicus è stato rilevato sia in siti dove non era mai stato rilasciato, che presso aree in cui era avvenuto il rilascio, a testimonianza di un insediamento progressivo delle popolazioni avventizie e di un verosimile successo dei rilasci effettuati, in quanto la specie è stata ritrovata in entrambi gli anni e in numero maggiore di siti nel 2021 rispetto al 2020. Inoltre, nel 2021 questo scelionide è stato rinvenuto in 9 siti soggetti a rilascio solo nel 2020: sembra quindi aver svernato con successo. Sono tuttavia necessarie indagini molecolari per confermare che i parassitoidi rinvenuti in questi siti siano dello stesso aplotipo delle popolazioni allevate e rilasciate in campo la stagione precedente.

Nonostante l'impatto di *T. japonicus* su *H. halys* sia ancora trascurabile, l'insediamento di questa nuova specie potrebbe andare a costituire nei prossimi anni una causa di mortalità rilevante per le uova della cimice invasiva.

Sono in corso analisi territoriali per caratterizzare i vari siti di campionamento e identificare gli elementi del paesaggio (specifiche colture o uso/copertura del suolo, vegetazione naturale, fabbricati, ecc.) che possano risultare più favorevoli per l'insediamento dei parassitoidi oofagi.

Ringraziamenti

Questi studi sono stati finanziati dalla Regione Emilia Romagna nell'ambito del PSR 2014-2020 Op. 16.1.01 - GO PEI-Agri - FA 4B, Progetto "HALY.BIO" con il coordinamento di RI.NOVA.

LAVORI CITATI

- Arakawa R., Miura M., Fujita M., 2004. Effects of host species on the body size, fecundity, and longevity of *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera: Scelionidae), a solitary egg parasitoid of stink bugs. *Appl Entomol Zool.*, 39, 177–181 <https://doi.org/10.1303/aez.2004.177>
- Costi E., Haye T., Maistrello L., 2018. Surveying native egg parasitoids and predators of the invasive *Halyomorpha halys* in Northern Italy. *Journal of Applied Entomology*. 143, 3, 299-30 <https://doi.org/10.1111/jen.12590>
- CSO Italy - Centro Servizi Ortofrutticoli, 2019. Stima dei danni da cimice Asiatica e patologie connesse ai cambiamenti climatici <http://www.csoservizi.com>
- Leskey T. C., Nielsen A. L., 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 <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043226>
- 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 <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0896-2>
- Maistrello L., Dioli P., Dutto M., Volani S., Pasquali S., Gilioli G., 2018. Tracking the spread of sneaking aliens by integrating crowdsourcing and spatial modeling: the Italian invasion of *Halyomorpha halys*. *BioScience* 68, 979-989 <https://doi.org/10.1093/biosci/biy112>
- Maistrello L., Costi E., Di Bella E., Vaccari G., Caruso S., Casoli L., Preti M., Landi M., Bombardini E., Moretti C., Tommasini M. G., Bariselli M., Butturini A., Haye T., 2020. Rilasci inondativi del parassitoide autoctono *Anastatus bifasciatus* per il controllo di *Halyomorpha halys* in Italia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 167-176
- Moraglio S.T., Tortorici F., Pansa M.G., Castelli G., Pontini M., Scovero S., Visentin S., Tavella L., 2019. A 3-year survey on parasitism of *Halyomorpha halys* by egg parasitoids in northern Italy. *Journal of Pest Science*. In stampa <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01136-2>
- Sabbatini Peverieri G., Talamas E., Bon M.C., Marianelli L., Bernardinelli I., Malossini G., Benvenuto L., Roversi P.F., Hoelmer K., 2018. Two Asian egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera, Pentatomidae) emerge in northern Italy: *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) and *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae). *Journal of Hymenoptera Research* 67, 37-53 <https://doi.org/10.3897/jhr.67.30883>
- Scaccini D., Falagiarda M., Tortorici F., et al (2020) An insight into the role of *Trissolcus mitsukurii* as biological control agent of *Halyomorpha halys* in Northeastern Italy. *Insects*, 11, 306 <https://doi.org/10.3390/insects11050306>
- SFR-RER, 2022. Servizio Fitosanitario Regionale – Regione Emilia-Romagna. Stato d'avanzamento del progetto di lotta biologica. Disponibile on-line al link: <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/temi/avversita/schede/avversita-per-nome/cimice-asiatica/stato-davanzamento-del-progetto-di-lotta-biologica>
- Stahl J. M., Babendreier D., Marazzi C., Caruso S., Costi E., Maistrello L., Haye T., 2019. Can *Anastatus bifasciatus* be used for augmentative biological control of the Brown Marmorated Stink Bug in fruit orchards? *Insects*, 10, 4, 108 <https://doi.org/10.3390/insects10040108>
- Talamas E. J., Johnson N. F., Buffington M., 2015. Key to nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *J. Hymenopt Res.*, 43, 45-110 <https://doi.org/10.3897/JHR.43.8560>
- Zapponi L., Tortorici F., Anfora G., et al. 2021. Assessing the distribution of exotic egg parasitoids of *Halyomorpha halys* in Europe with a large-scale monitoring program. *Insects*, 12, 316 <https://doi.org/10.3390/insects12040316>
- Zhang J., Zhang F., Garipey T. et al., 2017. Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China. *J. Pest Sci.*, 90, 1127-1141 <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0863-y>