VALIDAZIONE DI UN PROTOCOLLO SPERIMENTALE PER VALUTARE L'EFFETTO ABBATTENTE DI INSETTICIDI NEI CONFRONTI DI *HALYOMORPHA HALYS* IN PROVE DI PIENO CAMPO

M. PRETI[1], M. MONTANARI[1], L. MIROSSEVICH[1], A. MASETTI[2], E. PASQUALINI[2]
[1] ASTRA Innovazione e Sviluppo CdS, Via Tebano 45 - 48018 - Faenza (RA), Italia
[2] DISTAL, Università di Bologna, Viale Fanin 42 - 40127 - Bologna (BO), Italia
michele.preti@astrainnovazione.it

RIASSUNTO

Obiettivo del presente lavoro è la validazione di un approccio sperimentale utilizzato in Emilia-Romagna dal 2015 in prove di pieno campo per valutare l'effetto "knockdown" di prodotti insetticidi nei confronti della cimice asiatica *Halyomorpha halys*. Due piretroidi (beta-ciflutrin e tau-fluvalinate) sono stati valutati con una singola applicazione sperimentale, seguita da due applicazioni di "inventario": a 24 h con altro piretroide (deltametrina) a 5 volte la dose massima di etichetta e a 48 ore con lo stesso piretroide a 10 volte la dose massima di etichetta. Teli di tessuto non tessuto sono stati posizionati in ciascuna parcella al fine di raccogliere, classificare e contare gli insetti caduti dalle piante trattate. Inoltre, è stato valutato il contributo del feromone di aggregazione e di un vassoio posizionato al centro di ciascuna parcella. Il protocollo adottato ha permesso la valutazione del potere abbattente dei prodotti saggiati nelle 24 ore (efficacia superiore sugli stadi giovanili rispetto agli adulti), ma anche l'effetto del feromone di aggregazione (a parità di efficacia, il feromone raddoppia il numero di cimici raccolte nei teli rispetto all'assenza di feromone), l'effetto del vassoio collettore (il telo di tessuto raccoglie quasi la totalità degli insetti mentre il vassoio ne raccoglie una minima parte) e il contributo del secondo "inventario" (applicazione di "inventario" a 5 volte *vs* 10 volte la dose massima di etichetta, non ci sono differenze per le forme pre-immaginali, mentre gli adulti continuano ad essere rilevati anche dopo il secondo intervento di "inventario").
Parole chiave: cimice asiatica, efficacia insetticida, mortalità, pesco

SUMMARY

VALIDATION OF AN EXPERIMENTAL PROTOCOL TO EVALUATE THE KNOCK-DOWN EFFECT OF INSECTICIDES ON *HALYOMORPHA HALYS* IN FIELD EXPERIMENTS

The aim of this study was to validate an experimental approach that has been used in Emilia-Romagna since 2015 in open field trials to assess the knock-down effect of insecticides on *Haliomorpha halys*. Two pyrethroids (beta-cyfluthrin and tau-fluvalinate) were evaluated with a single application, followed by two "inventory" applications of deltamethrin: 24 h later at 5 times the maximum label rate and 48 h later at 10 times the maximum label rate. Nets were placed under each plot in order to collect, classify and count the insects fallen from the treated plants. In addition, the contribution of aggregation pheromone and a tray placed at the center of each plot was evaluated. This protocol made it possible to evaluate the knock-down effect of the tested products at 24 h (superior efficacy on juvenile forms than on the adults), but also the effect of aggregation pheromone (at equal efficacy, the pheromone doubles the number of *H. halys* collected in the plots without it), the effect of the collector tray (the net collects almost all the insects *vs* tray that gathers a small part) and the contribution of the second "inventory" ("inventory" at 5 times *vs* 10 times the maximum label dose, there are no differences in terms of juvenile forms, while adults continue to be recorded even after the second "inventory").
Keywords: Brown Marmorated Stink Bug (BMSB), insecticidal efficacy, mortality, peach

INTRODUZIONE

Halyomorpha halys (Stål) (Rhynchota Pentatomidae) ha origini asiatiche (Cina, Korea, Giappone, Taiwan) ed è presente negli USA dalla metà degli anni '90, dai primi anni 2000 in Europa (Haye e Weber, 2017) e recentemente in Sud America, Cile (Faúndez e Rider, 2017).

In Italia *H. halys* è stata segnalata per la prima volta nel settembre del 2012 nella provincia di Modena (Maistrello, 2013). È stata poi rilevata in Piemonte (Pansa et al., 2013) e successivamente in altre aree del territorio nazionale (Bariselli et al., 2016).

Nell'areale d'origine *H. halys* è dannosa solo saltuariamente poiché i molti nemici naturali indigeni (in particolare parassitoidi e predatori) ne contengono le popolazioni. Al contrario nei Paesi dove si è insediata di recente può causare ingenti danni (Lee, 2015). Le colture ospiti sono centinaia sulle quali causa lesioni, depressioni, infossamenti, decolorazioni, gravi deformazioni e innesca processi di suberificazione e marcescenze. Tali danni possono essere procurati da tutti gli stadi preimmaginali (escluso il I) e dagli adulti per più volte e su più frutti (Shimat et al., 2014). Il monitoraggio passivo può essere attuato con trappole (luminose o a feromoni di aggregazione, molto varie per forma e finalità), oppure con tecniche di campionamento attive, utilizzando retini, imbuti, battiture, ecc. (Acebes-Doria et al., 2016). Fra i principali argomenti di studio sono prevalenti quelli sulle possibili applicazioni di lotta biologica con parassitoidi e predatori (Abram et al., 2014; Talamas et al., 2015), quelli con applicazioni tecniche che adottano le conoscenze di chimica ecologica della cimice via via disponibili (i. e. feromoni e sostanze volatili delle piante) (Morrison et al., 2016, 2017), oltre ad esperienze con insetticidi di varia origine e diversi metodi applicativi (Kuhar et al., 2017; Kuhar e Kamminga, 2017). Le indagini con insetticidi sono state condotte soprattutto in laboratorio o con prove di semicampo e i risultati hanno messo in evidenza che molti prodotti (o miscele) sono efficaci, ma in genere poco persistenti e con effetti variabili sui diversi stadi di sviluppo. Le sostanze attive più efficaci appartengono alle classi dei piretroidi, dei neonicotinoidi e organofosfati, che sono però in genere incompatibili con programmi IPM, soprattutto per scarsa selettività verso le specie utili (Rice et al., 2014; Kuhar e Kamminga, 2017) e per i possibili effetti collaterali come ad esempio pullulazioni di acari o afidi (Lanzoni e Pasqualini, 2016; Kuhar et al., 2012).

Per quanto riguarda le prove di campo non è ad oggi disponibile un protocollo "ufficiale" e i risultati pertanto non sono spesso comparabili (Aigner et al., 2015) sia per i metodi adottati che per l'oggettiva differenza fra le numerose colture ospiti e i loro rapporti con la cimice. Il sistema utilizzato in una prova condotta nel 2015 (Pasqualini et al., 2016) su pero ha preso spunto da un protocollo utilizzato in campo per la valutazione della selettività sulle specie utili (Hassan, 1985). In sostanza si tratta di un sistema che valuta la mortalità nel breve periodo e quindi fornisce risultati sull'attività acuta degli insetticidi, ma non sull'effetto in tempi di esposizione più prolungati o sugli effetti subletali. Considerando che *H. halys* non risponde sempre in modo soddisfacente alle applicazioni insetticide (in particolare gli adulti sono meno sensibili delle forme giovanili), il dispositivo adottato permette di valutare la proporzione della popolazione ancora presente sulle piante dopo un trattamento abbattente, allo scopo di ottenere un valore della mortalità più reale e meglio stimato.

Il presente lavoro si è proposto quindi di validare il protocollo abbattente qui descritto per realizzare prove efficacia di pieno campo su *H. halys*, mettendone in luce pregi e difetti.

MATERIALI E METODI

Una singola prova abbattente di pieno campo è stata svolta a fine estate-inizio autunno 2016 a Sala Bolognese (BO) su pesco in post-raccolta, adottando un protocollo già validato dal Centro di Saggio Astra Innovazione e Sviluppo e dal Dipartimento di Scienze Agrarie

dell'Università di Bologna per prove analoghe nel 2015 (Pasqualini et al., 2016) e durante tutta la stagione 2016 (dati non pubblicati). La prova è stata realizzata la prima decade di settembre, in un impianto vigoroso di cv Anita e Ruby Rich / GF677, con sesto 4 m x 2,3 m e di 6 anni di età, senza frutti residui sulle piante, nei filari di bordo confinanti con un appezzamento di sorgo appena trebbiato ed un frutteto di pero cv Angelis sotto rete antigrandine.

Il disegno sperimentale a randomizzazione completa prevedeva 4 tesi (tabella 1), 5 repliche/tesi (figura 1) e parcelle di 4 piante, per un totale di 80 piante in prova, corrispondenti a 736 m^2; nelle parcelle, ciascuna di 36,8 m^2, è stato steso un telo di tessuto non tessuto in entrambi i lati della fila, per la larghezza di 2 m ciascun lato e la lunghezza pari alla lunghezza della parcella, al fine di ricoprire con telo o rete tutta la proiezione delle piante e quindi permettere la raccolta e la cernita di tutti gli insetti caduti dalle piante in prova. Al centro di ogni parcella è stato posizionato un vassoio in plastica (50 cm x 60 cm, con bordo alto 15 cm) e nelle tesi che lo prevedevano in corrispondenza del vassoio è stato installato sulla pianta centrale a circa 2 m di altezza un feromone di aggregazione per *H. halys* (Trece®, dispenser dual lure TRE1295, con murganthiol 9,1% + methyl-decatrienoate 90,9%). I feromoni sono stati installati due giorni prima dell'inizio della prova, così come i teli e i vassoi.

Il protocollo operativo prevedeva la realizzazione di una singola applicazione abbattente (A1) con i prodotti in prova, seguita a 24 ore da un rilievo (R1) di quanto caduto sui teli e quindi da un'applicazione cosiddetta "di inventario" (A2) con un piretroide a 5 volte la dose massima di etichetta; quindi a 48 ore è stato realizzato un secondo rilievo (R2) di quanto caduto sui teli e una seconda applicazione "di inventario" (A3) con lo stesso piretroide a 10 volte la dose massima di etichetta. A conclusione della prova un ultimo rilievo (R3) è stato effettuato a 54 ore dall'inizio della prova (tabella 2). Il termine "inventario" si riferisce alla funzione dell'intervento: quantificare (i.e. inventariare) quanto sfuggito all'applicazione dei prodotti in prova, al fine di ottenere una proporzione tra gli individui abbattuti dal trattamento sperimentale con il prodotto in valutazione e gli individui totali rilevati nella parcella. Per la prima volta il termine è stato proposto da Hassan et al., nel 1985 ed è definito come trattamento di "pulizia" o di "inventario" atto a valutare il numero di insetti che sopravvivono al test.

Tutte le applicazioni sono state realizzate con nebulizzatore spalleggiato Stihl modello SR420 (ugello 2 mm), distribuendo un volume simulato di 1000 L/ha. I formulati commerciali relativi alle tesi in prova sono stati applicati alla dose massima di etichetta per quanto riguarda A1, mentre per A2 e A3 è stato impiegato un formulato commerciale a base di deltametrina (25 g/L) a dose maggiorata rispetto alla dose massima di etichetta: rispettivamente di 5 e 10 volte. I rilievi sono stati realizzati visivamente conteggiando tutti gli insetti caduti sui teli, suddividendoli per specie, stadio di sviluppo, sessando gli adulti e classificando ciascun individuo come vivo (mostrando visibile mobilità, apparentemente non influenzato dall'applicazione), moribondo (con mobilità alterata, ma rispondente a stimoli esterni, se capovolto sul dorso non è in grado di girarsi) o morto (senza mobilità, non rispondente a stimoli esterni, privo di qualsiasi attività percepibile). A seguito di ciascun rilievo gli individui sono stati raccolti e rimossi dai teli.

La mortalità nelle 24 ore è calcolata come rapporto percentuale degli individui morti nel rilievo R1 (post-applicazione abbattente con i prodotti in prova A1) rispetto agli individui totali vivi, moribondi e morti rilevati durante tutto l'arco della prova (somma dei rilievi R1, R2 e R3 per ciascuna parcella). La formula è la seguente: mortalità % in 24 ore = (totale insetti morti in R1)/(totale insetti rilevati in R1+R2+R3)*100.

Con il presente protocollo è possibile valutare: i) potere abbattente dei prodotti in prova nelle 24 h (effetto "knockdown"); ii) effetto dell'applicazione sperimentale nel medio periodo, monitorando gli individui raccolti nel rilievo R1 in condizioni controllate per rilevare il

recupero della vitalità o l'incremento della mortalità (dato non raccolto per questa prova); iii) selettività dei prodotti in prova nei confronti degli insetti utili presenti nel sito di prova (ottenibile in modo analogo alla mortalità di *H. halys*); iv) attendibilità del trattamento di inventario a 5X per stimare la popolazione presente sulle parcelle (valutando il contributo del secondo inventario a 10X, che permette di rilevare quanto sfuggito al primo inventario); v) affidabilità del vassoio per stimare la popolazione, in particolare in presenza di feromone di aggregazione, al fine di determinare una superficie minima osservabile (valutando quanto raccolto dai vassoi rispetto a quanto raccolto dai teli); vi) effetto del feromone di aggregazione rispetto al non utilizzo (valutando il contributo del feromone per la solidità dei dati raccolti).

Per la comparazione dell'effetto "knockdown" dei due piretroidi, le percentuali di efficacia relative rispetto al primo trattamento di inventario sono state soggette a trasformazione angolare per soddisfare gli assunti del modello generale lineare. È poi stata condotta un'Anova fattoriale utilizzando gli insetticidi e la presenza dell'erogatore di feromoni come fattori, considerando separatamente gli stadi giovanili e lo stato adulto delle cimici.

Per la valutazione dell'efficacia dei feromoni nell'incrementare il numero di cimici, è stato analizzato il totale di insetti contati in ciascuna parcella sommando stadi giovanili e adulti raccolti dopo il trattamento con gli insetticidi in prova e i due trattamenti inventario. In questo caso è stata applicata un'Anova a una via con la presenza/assenza dell'erogatore di feromoni come unica variabile indipendente. Tutte le analisi sono state condotte con il Software SPSS ver. 20 (IBM).

Tabella 1. Tesi in prova

Tesi	Principio attivo (concentrazione)	Telo	Vassoio	Feromone di aggregazione
1	Beta-ciflutrin (25 g/L)	sì	sì	no
2	Tau-fluvalinate (240 g/L)	sì	sì	no
3	Beta-ciflutrin (25 g/L)	sì	sì	sì
4	Tau-fluvalinate (240 g/L)	sì	sì	sì

Figura 1. Randomizzazione della prova (ph = feromone di aggregazione)

Blocco E	4 tau-fluvalinate + ph	3 beta-ciflutrin + ph
	1 beta-ciflutrin	2 tau-fluvalinate
Blocco D	3 beta-ciflutrin + ph	4 tau-fluvalinate + ph
	2 tau-fluvalinate	1 beta-ciflutrin
Blocco C	4 tau-fluvalinate + ph	3 beta-ciflutrin + ph
	1 beta-ciflutrin	2 tau-fluvalinate
Blocco B	3 beta-ciflutrin + ph	4 tau-fluvalinate + ph
	2 tau-fluvalinate	1 beta-ciflutrin
Blocco A	4 tau-fluvalinate + ph	3 beta-ciflutrin + ph
	1 beta-ciflutrin	2 tau-fluvalinate

Tabella 2. Tempistiche della prova

Tempo (h)	Data	Evento della prova
T0	7/9/2016	A1: applicazione sperimentale con i prodotti in prova
T24	8/9/2016	R1: rilievo dell'effetto abbattente dei prodotti (+24 h da A1) A2: applicazione di inventario con piretroide 5X (+24 h da A1)
T48	9/9/2016	R2: rilievo di inventario (+48 h da A1, + 24 h da A2) A3: applicazione di inventario con piretroide 10X (+24 h da A2)
T54	9/9/2016	R3: rilievo di inventario (+54 h da A1, + 6 h da A3)

RISULTATI E DISCUSSIONE

La prova è stata realizzata nell'arco di tre giorni ed ha permesso di rilevare in totale 3273 individui di *H. halys*; il 18,9% di tale popolazione era costituito da adulti (618 adulti con *sex ratio* 60% ♂ : 40% ♀) e l'81,1% da neanidi (2655 forme giovanili di cui 5% di I stadio, 55% di II stadio, 25% di III stadio, 11% di IV stadio e 4% di V stadio). La composizione della popolazione è riportata in figura 2.

Il potere abbattente o "knockdown" nelle 24 ore è riportato in figura 3, considerando tutti gli individui di tutte le parcelle di ciascuna tesi. Negli istogrammi di figura 3, per ciascuno stadio le due colonne si riferiscono all'inclusione o meno nel calcolo dell'ultima applicazione A3 e dell'ultimo rilievo R3 (N1 = neanidi di I età; N2 = neanidi di II età; N3 = neanidi di III età; N4 = neanidi di IV età; N5 = neanidi di V età; ♂ = maschi adulti; ♀ = femmine adulte).

In figura 4 sono riportati i valori di efficacia media con relativa elaborazione statistica.

Figura 2. Composizione percentuale della popolazione di *H. halys* rilevata nel sito di prova (N1 = neanidi di I età; N2 = neanidi di II età; N3 = neanidi di III età; N4 = neanidi di IV età; N5 = neanidi di V età; ♂ = maschi adulti; ♀ = femmine adulte)

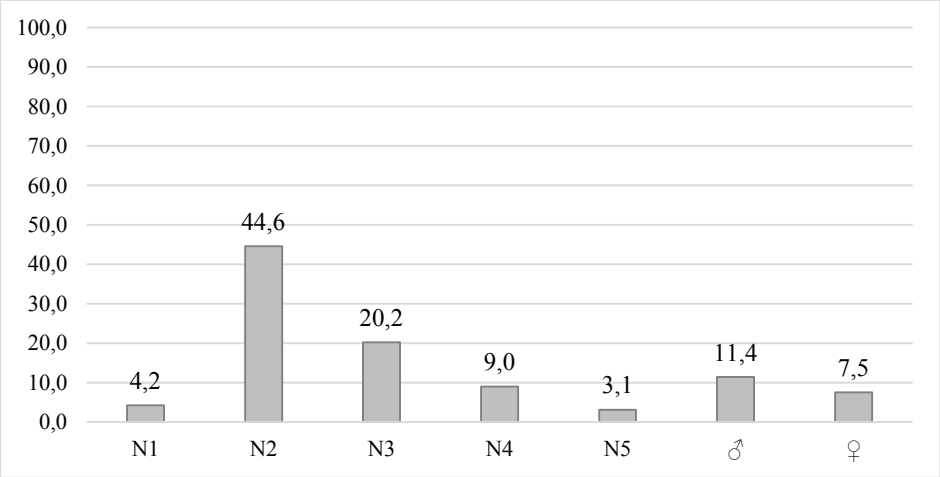


Figura 3. Effetto abbattente (%) nelle 24 ore sommando tutti gli individui raccolti per tesi

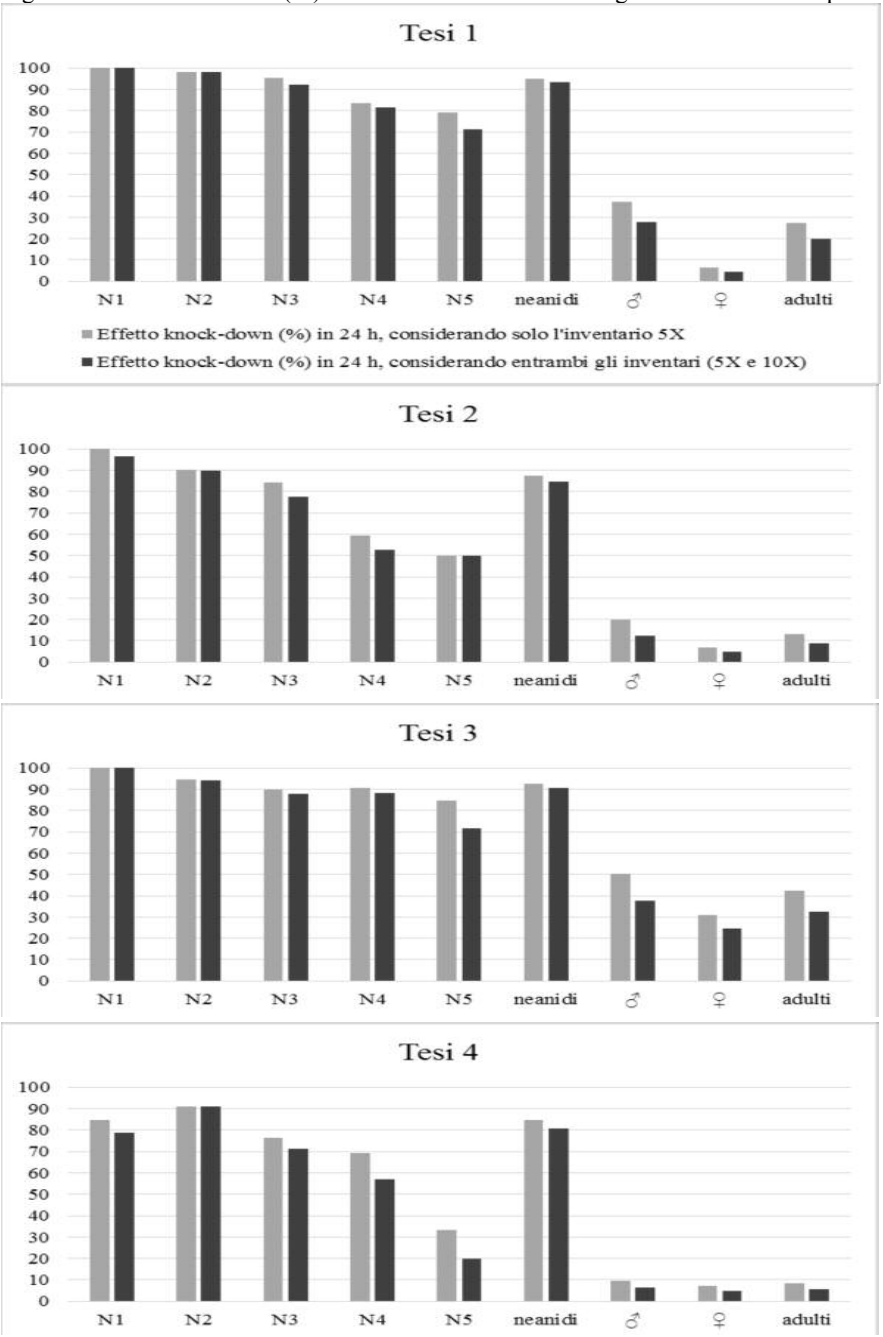
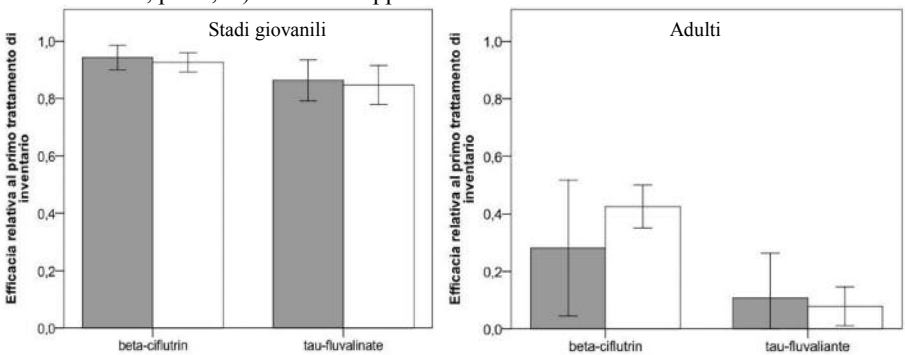


Figura 4. Percentuale di efficacia dei due insetticidi rispetto al primo trattamento di inventario. Beta-ciflutrin è risultato più efficace di tau-fluvalinate nei confronti sia degli stadi giovanili (sinistra) che degli adulti (destra). Il dispenser di feromoni non influisce significativamente sull'efficacia degli insetticidi e non c'è interazione tra insetticidi e presenza dei dispenser (Anova fattoriale, $p < 0,05$). Le barre rappresentano l'errore standard delle medie

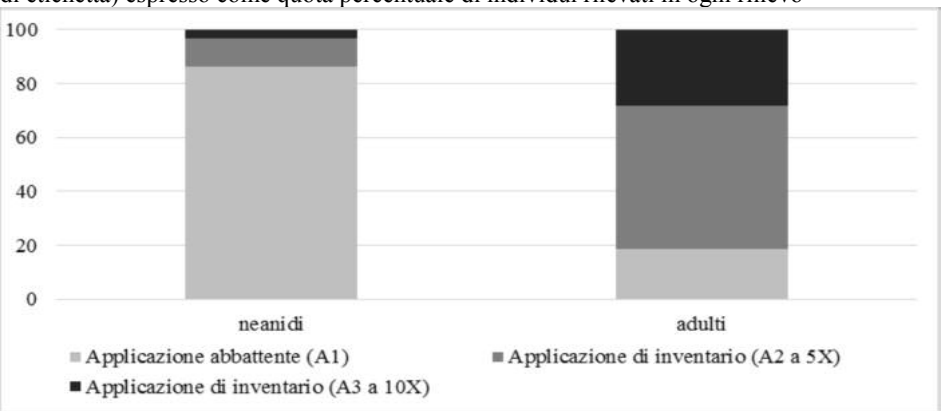


Al fine di valutare se il protocollo standard fino ad ora utilizzato (Pasqualini et al., 2016), con una sola applicazione abbattente e una sola applicazione di inventario, sia sufficiente per stimare l'effetto abbattente, è stato scelto in questa prova di realizzare un secondo e successivo inventario a 10 volte la dose massima di etichetta dello stesso prodotto applicato come inventario a 5 volte la massima concentrazione e quindi un ulteriore rilievo (R3). I dati, cumulati tra le tesi, sono riportati in tabella 3 e figura 5. In figura 3 è possibile osservare il contributo del secondo inventario e relativo rilievo in termini di effetto "knockdown": il potere abbattente decresce rispetto al calcolo senza R3 in quanto il rapporto individui morti/individui totali, a parità di morti, è basato su un totale maggiore nel caso del secondo inventario. Per quanto riguarda gli stadi giovanili non vi sono grandi variazioni numeriche e il contributo del secondo inventario è trascurabile, mentre per gli adulti di *H. halys* si rileva un certo numero di invidivui che sfugge al rilievo R2. In particolare per gli adulti sono necessarie ulteriori indagini per meglio definire la finestra temporale in cui realizzare un rilievo, che permetta di stimare con maggior precisione la popolazione presente nelle parcelle. Da altre prove condotte dagli autori, anche senza realizzare il secondo inventario, è possibile ottenere una stima più accurata degli adulti presenti in prova realizzando un terzo rilievo a 72 ore dall'inizio della prova ed eventualmente un quarto rilievo a 96 ore (dati non pubblicati). Nel caso della presenza di feromoni di aggregazione è però indispensabile rimuovere i feromoni dopo il secondo rilievo per evitare la migrazione di nuovi individui non trattati nel sito di prova.

Tabella 3. Contributo del secondo inventario (a 10 volte la dose massima di etichetta) con relativo rilievo

Numero di individui rilevati distinti per stadio			
	Rilievo abbattente (R1)	Rilievo inventario 5X (R2)	Rilievo inventario 10X (R3)
N1	133	2	3
N2	1352	104	5
N3	533	95	32
N4	215	56	25
N5	57	24	19
Totale neanidi	2290	281	84
♂	85	179	109
♀	31	149	65
Totale adulti	116	328	174
Totale *H. halys*	2406	609	258

Figura 5. Contributo della seconda applicazione di inventario (A3 a 10 volte la dose massima di etichetta) espresso come quota percentuale di individui rilevati in ogni rilievo



Al fine di valutare se esiste una superificie minima osservabile, che permetta di evitare l'installazione di teli di raccolta su tutta la superficie trattata, è stato valutato il contributo del vassoio rispetto al totale di individui raccolto nei teli. Come si può osservare dalla tabella 4, anche in presenza del feromone di aggregazione (tesi 3 e 4) il vassoio non permette di ottenere dati solidi e quindi rappresentativi; infatti, in tutta la prova, oltre il 95% degli individui è stato raccolto dai teli.

Tabella 4. Contributo del vassoio per i rilievi degli individui caduti dalle piante trattate

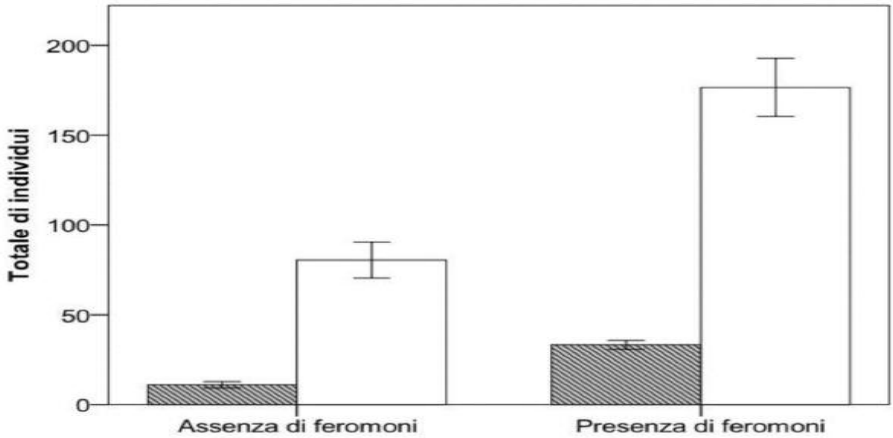
Numero di individui di *H. halys* rilevati nella prova					
Collettore	Stadio	Tesi 1	Tesi 2	Tesi 3	Tesi 4
Telo	Neanidi	347	465	784	951
	Adulti	68	88	229	202
	Totale *H. halys*	415	553	1013	1153
Vassoio	Neanidi	8	6	67	27
	Adulti	2	2	22	5
	Totale *H. halys*	10	8	89	32

È stato valutato il contributo del feromone di aggregazione, come si può osservare sia da tabella 4, ma in particolare da tabella 5 e figura 6. Il numero di individui raccolti nelle tesi 3 e 4 è circa il doppio di quanto raccolto nelle tesi 1 e 2, che differiscono solo per la presenza o assenza del feromone di aggregazione. In questa prova la presenza del feromone non influisce sulla valutazione dell'efficacia (figura 4), ma è importante ricordare che in presenza di infestazioni al di fuori della prova potrebbe indurre individui non trattati a migrare dentro alle parcelle trattate. Nel caso studio qui riportato, dove l'infestazione era già presente nel frutteto in prova, probabilmente anche a causa della raccolta del sorgo confinante immediatamente prima dell'inizio dell'indagine, i feromoni di aggregazione hanno verosimilmente ridistribuito le cimici presenti nel pescheto, concentrandole nelle parcelle con feromone. Per l'utilizzo di tale dispositivo è però utile considerare sempre il paesaggio circostante il sito di prova e il periodo stagionale; infatti è risaputo che i feromoni di aggregazione, attivi durante tutta la stagione, svolgono al meglio il loro ruolo da fine estate-inizio autunno in avanti.

Tabella 5. Contributo del feromone di aggregazione per il buon esito della prova

Numero di individui di *H. halys* rilevati nella prova				
Stadio	Tesi 1	Tesi 2	Tesi 3	Tesi 4
N1	24	57	43	14
N2	176	267	416	602
N3	91	103	227	239
N4	43	36	119	98
N5	21	8	46	25
Totale neanidi	355	471	851	978
♂	47	48	154	124
♀	23	42	97	83
Totale adulti	70	90	251	207
Totale *H. halys*	425	561	1102	1185

Figura 6. Effetto dei dispenser di feromone di aggregazione di *H. halys* sul totale di cattura. Un numero maggiore di cimici, sia in fase giovanile (colonne bianche) sia allo stato adulto (colonne a righe), è stato osservato nelle unità sperimentali con i feromoni (Anova a una via, $p < 0,05$). Le barre rappresentano l'errore standard delle medie



CONCLUSIONI

Grazie al presente studio, che conferma quanto osservato in prove analoghe (dati non pubblicati), è stato possibile raccogliere in pieno campo un dato di efficacia insetticida nei confronti di *H. halys*. Il metodo sperimentale adottato, che si completa in una finestra temporale relativamente breve, si basa sull'assunto che durante il periodo di prova non vi sia migrazione della specie "target" da fuori a dentro il sito di prova e viceversa. Questa ipotesi, difficile da dimostrare, è tanto più probabile quanto più la prova è temporalmente breve; ciò nonostante, la principale variabile da tenere in considerazione è il contesto del sito di prova, che potrebbe compromettere la raccolta dei dati. Dalla presente prova è stato possibile valutare l'effetto abbattente nelle 24 ore di prodotti insetticidi nei confronti di adulti e stadi giovanili di *H. halys*; analogamente a quanto rilevato per la cimice asiatica, questo protocollo permette di valutare l'efficacia dei prodotti saggiati anche contro altre specie presenti nel sito di prova e quindi anche gli effetti collaterali sugli insetti utili.

Nel merito della prova svolta, i prodotti hanno dimostrato un'attività elevata nei confronti degli stadi giovanili, mentre la risposta degli adulti è nettamente inferiore. Questo dato è analogo a prove similari svolte con il medesimo protocollo ma valutando altri prodotti. In generale, dai risultati disponibili, è possibile affermare che gli stadi giovanili sono sempre più sensibili degli adulti e pertanto sono lo stadio al quale prestare maggiore attenzione per la riduzione delle infestazioni presenti nella coltura da difendere; tuttavia, la migrazione di adulti sviluppatisi all'esterno della coltura può vanificare la difesa. Si ricorda inoltre che qualsiasi prodotto va considerato nella sua totalità; in particolare, il dato di efficacia dovrebbe sempre essere letto alla luce della persistenza e della selettività del prodotto.

La ristretta finestra temporale di osservazione è un limite di questo metodo sperimentale. Il prodotto viene valutato nelle 24 ore, quindi è molto utile per prodotti contatticidi e con spiccato potere abbattente, ma al contrario poco o per niente interessante per prodotti attivi per ingestione; inoltre non permette di valutare l'effetto residuale del prodotto sulla coltura trattata. Comunque, raccogliendo gli individui trattati con il prodotto da saggiare e monitorandoli per un periodo maggiore, è possibile registrare anche l'incremento di mortalità nel medio periodo

e, in particolare per gli adulti, la capacità di recupero a seguito di un'applicazione insetticida. Allo stesso tempo, con la prosecuzione della prova in laboratorio, potrebbe essere possibile valutare gli effetti sub-letali di una singola applicazione sperimentale, quali in generale l'effetto antifeeding, per gli adulti l'interferenza sulla riproduzione (accoppiamento, fertilità e fecondità) e per gli stadi preimmaginali l'effetto su mute e metamorfosi.

Il secondo inventario (a 10 volte la dose massima di etichetta) ha permesso di osservare come la chiusura della prova in 48 ore (terminando con il rilievo relativo al primo inventario a 5 volte la dose massima di etichetta) permette di valutare con molta precisione l'efficacia dei prodotti nei confronti degli stadi giovanili, ma la stima diventa meno accurata se si considerano gli adulti (sottostimati terminando la prova a 48 ore); anche senza realizzare un secondo inventario, un ulteriore rilievo a 72 ore e/o 96 ore potrebbe permettere di raccogliere alcuni individui sfuggiti al rilievo delle 48 ore. Va comunque ricordato che la stretta finestra temporale, come accennato sopra, è necessaria per limitare il rischio di migrazione dentro e fuori la prova, oltre a limitare il rischio che eventi meteorologici inattesi (quali vento e pioggia) possano compromettere i rilievi. Infatti, dato che la prova prevede un conteggio di quanto caduto nei teli, è importante limitare al minimo la possibilità di perdita di dati, operando in previsione di buone condizioni atmosferiche e assicurandosi che i teli o reti utilizzati per la raccolta non vengano ripuliti dal vento o da predatori.

Il vassoio di raccolta, anche in presenza di feromone, non garantisce un rilievo affidabile a causa della disformità con cui si presenta solitamente l'insetto "target" nel sito di prova e pertanto è necessario osservare superfici nettamente maggiori (e.g. diverse decine di m^2 di telo).

Infine, esiste un contributo importante del feromone di aggregazione, che aumentando il numero di individui raccolti aumenta la solidità della prova (probabilmente nel breve periodo più che richiamare nuovi individui dall'esterno ridistribuisce gli individui già presenti nel sito di prova, riducendo anche la disformità naturalmente presente tra le parcelle).

In conclusione, la sperimentazione ha consentito di validare il metodo abbattente considerandolo una tecnica efficace per valutare il solo effetto abbattente; gli autori si augurano che questo lavoro possa dare un contributo come referenza per l'impostazione di future prove di pieno campo in Emilia-Romagna e non solo, al fine di standardizzare la sperimentazione di campo.

LAVORI CITATI

Abram P.K., Doyon J., Brodeur J., Gariépy T. D., Boivin G., 2014. Susceptibility of Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) eggs to different life stages of three generalist predators. *The Canadian Entomologist*, 147 (2), 222-226.

Acebes-Doria A. L., Leskey T. C., Bergh C., 2016. Development and comparison of trunk traps to monitor movement of *Halyomorpha halys* nymphs on host trees. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 158 (1), 44–53.

Aigner J. D., J. Walgenbach F., Kuhar T. P., 2015. Toxicities of Neonicotinoid Insecticides for Systemic Control of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) in Fruiting Vegetables. J. Agric. Urban Entomol. 31, 70–80.

Bariselli M., Bugiani R., Maistrello L., 2016. Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *OEPP/EPPO Bulletin*, 46 (2), 332-334.

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

Hassan S. A., 1985. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and beneficial organisms". *Bull. OEPP/EPPO*, 15, 214-255.

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

Kuhar T. P., Kamminga K. L., 2017.- Review of the chemical control research on *Halyomorpha halys* in the United States. *J Pest Sci,* 4, 1021-1031.

Kuhar T. P., Short B. D., Krawczyk G., Leskey T. C., 2017.- Deltamethrin- incorporated Nets as an Integrated Pest Management Tool for the Invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 110(2), 543-545.

Kuhar, T. P., Doughty H., Kamminga K., Wallingford A., Philips C., Aigner J., 2012.- Evaluation of insecticides for the control of brown marmorated stink bugs in bell peppers in Virginia-2011-Experiment 1. Arthropod Manag. Tests 38: E37. Available at: http://www.entsoc.org/Pubs/Periodicals/AMT; accessed online 10 November 2015 [DOI: 10.4182/amt.2012.E37].

Lanzoni A., Pasqualini E., 2016 - Impiego di insetticidi piretroidi e acaro-insorgenza *L'Informatore Agrario,* 26, 52-57.

Lee D‑H., 2015 - Current status of research progress on the biology and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) as an invasive species. *Appl Entomol Zool*, 50, 277–290.

Maistrello L., Dioli P., Bariselli M., 2013 - Trovata una cimice esotica dannosa per i frutteti. *Agricoltura*, 6, 67-68.

Morrison III W. R., Mathews C. R., Leskey T. C., 2016 - Frequency, efficiency, and physical characteristics of predation by generalist predators of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) eggs. *Biological Control*, 87, 120-130.

Morrison W. R. III, McKenzie A., Leskey T. C., 2017.- Behavioural response of the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) to host plant stimuli augmented with semiochemicals in the field. *Agricultural and Forest Entomology*, DOI: 10.1111/afe.12229.

Pansa M. G., Asteggiano L., Costamagna C., Vittone G., Tavella L., 2013 - Primo ritrovamento di *Halyomorpha halys* nei pescheti piemontesi. *L'Informatore Agrario,* 69 (37): 60-61.

Pasqualini E., Scannavini M., Preti M., Depalo L., Masetti A., 2016. Attività di insetticidi su *Halyomorpha halys* nel breve periodo in pieno campo, in Emilia-Romagna, nel 2015. Atti Giornate Fitopatologiche 2016, Chianciano Terme (Siena) 8-11 marzo 2016, volume primo pp 191-198. ISBN 978-88-491-5498-6.

Rice K. B., Bergh C. J., Bergmann E. J., Biddinger D. J., Dieckhoff C., Dively G. P., Fraser H., Gariepy T. D., Hamilton G. C., Haye T., Herbert D. A., Hoelmer K. A., Hooks C. R. R., Jones A., Krawczyk G., Kuhar T. P., Martinson H. M., Mitchell W. S., Nielsen A. L., Pfeiffer D. G., Raupp M. J., Rodriguez-Saona C. R., Shearer P. W., Shrewsbury P. M,, Venugopal P. D., Whalen J., Wiman N. G., Leskey T. C., Tooker J. F., 2014.- Biology, ecology and management of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*). *J Integ Pest Manag*, 5, 1-13

Shimat V. J., Stallings J. W., Leskey T. C., Krawczyk G., Polk D., Butler J. B., Bergh C., 2014.- Spatial distribution of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) injury at harvest in Mid-Atlantic apple orchards. J. Econ. Entomol., 107(5): 1839-1848.

Talamas E. J., Herlihy M. V., Dieckhoff C., Hoelmer K. A., Buffington M. L., Bon M-C., Weber D. C., 2015 - *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae) emerges in North America. *Journal of Hymenoptera Research,* 43, 119-128.