

I SEMIOCHIMICI NELLA DIFESA INTEGRATA DEL MELO IN TRENINO-ALTO ADIGE

CLAUDIO IORIATTI (*) - GIANFRANCO ANFORA (*) (**)

(*) Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach, Via Edmund Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN)

(**) Centro Agricoltura, Alimenti e Ambiente, Università di Trento, Via Edmund Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN)

Corrispondenza: claudio.ioriatti@fmach.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "La protezione integrata delle colture: problemi ricorrenti, soluzioni e nuove sfide". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 17 febbraio 2017.

The use of semiochemicals for the Integrated Pest Management in apple orchards in Trentino-South Tyrol, Italy

With its 28,000 hectares, Trentino - South Tyrol region is the main apple-producing area in Italy and one of the most important apple-growing district in Europe. Codling moth (*Cydia pomonella*) is the key pest of apple orchards and economic losses associated with its infestation could be significant if not adequately controlled. Since the early Nineties area-wide applications of pheromone mating disruption (MD) has been implemented in the region for the control of codling moth. At present, after 25 years of constant increase of the treated surface, mating disruption is applied on about 24,000 ha i.e. 85% of the total apple growing area. For a complete control of the pest MD needs to be integrated with a post-blossom insecticide (methoxyfenozide or chlorantraniliprole), generally applied when the eggs of the first generation start hatching. While the main target is still codling moth, the multi-species dispensers are sometime applied to control leafrollers or oriental fruit moth. Once largely used, hand-applied reservoir dispensers are nowadays gradually replaced by aerosol technology that has shown comparable efficacy and reduced application costs. Additional insecticide applications potentially required to control new invasive alien species like *Halyomorpha halys*, the northward expansion of *Ceratitis capitata*, or the new outbreaks of apple proliferation disease vectored by *Cacopsylla picta* and *Cacopsylla melanoneura* can jeopardize the economic sustainability of MD application and foster research institutions and advisory services to find alternative control techniques.

KEY WORDS: tortricid pests, codling moth, mating disruption, pheromone dispensers, invasive alien species

INTRODUZIONE

Con oltre 2 milioni di tonnellate di mele prodotte annualmente, l'Italia si contende una delle prime cinque posizioni nel ranking dei principali produttori mondiali. Gran parte della produzione si concentra nelle regioni settentrionali e fra queste spicca il significativo apporto del Trentino-Alto Adige la cui produzione, realizzata su poco più di 28.000 ha, è stimata contribuire per circa il 70% della produzione nazionale (DALPIAZ, 2014).

La produzione di mele nel Trentino-Alto Adige, come generalmente in tutta la melicoltura, è sorretta da un ampio apporto di fitofarmaci potenzialmente critici per quanto riguarda gli aspetti tossicologici e ambientali. Fino agli anni ottanta, infatti, il controllo dei fitofagi del melo era perseguito prevalentemente mediante il ricorso ad insetticidi esteri fosforici. In seguito, con l'accrescersi della consapevolezza dell'avverso impatto di tali sostanze sugli organismi utili e della potenziale tossicità nei confronti degli utilizzatori e di tutti coloro che risultavano inavvertitamente esposti alla deriva dei trattamenti, si promosse la loro sostituzione almeno per il controllo dei tortricidi ed in particolare per il controllo di carpocapsa, *Cydia pomonella* L., ubiquitariamente considerato il fitofago

primario del melo. Gli insetticidi scelti per sostituire gli esteri fosforici furono i regolatori di crescita degli insetti, considerati meno tossici e più selettivi nei confronti delle specie utili. Ben presto però, a seguito del loro reiterato impiego nella lotta alla carpocapsa (IORIATTI *et al.*, 1997; WALDNER, 1997), venne osservata una perdita della loro efficacia per l'insorgenza di fenomeni di resistenza (RIEDL e ZELGER, 1994), che agli inizi degli anni novanta interessava una superficie di circa 15.000 ha.

Fu questa criticità che, circa 25 anni orsono, indusse il sistema della produzione di mele regionale a sperimentare un radicale cambio di strategia nel controllo dei fitofagi tortricidi, passando dal controllo basato su insetticidi chimici all'uso di uno strumento estremamente selettivo per gli organismi utili e privo di tossicità per gli operatori e consumatori quale la confusione sessuale.

Il suggerimento ad intraprendere questa nuova strada arrivò dal convegno internazionale organizzato nel 1992 dall'IOBC (International Organisation for Biological and Integrated Control) a San Michele all'Adige durante il quale furono presentate non solo esperienze pilota sull'impiego di feromoni sessuali per il controllo dei fitofagi del melo, ma anche efficaci applicazioni pratiche di durata decennale rea-

lizzate in diverse parti del mondo (IORIATTI e ARN, 1992). Da allora il metodo della confusione sessuale per il controllo dei tortricidi del melo è divenuto lo strumento di riferimento per superare gli inconvenienti causati dall'uso degli insetticidi tradizionali, ed oggi (2017) risulta essere applicato su circa 24.000 ha di melicoltura regionale.

LEPIDOTTERI TORTRICIDI INFEUDATI AL MELO

In Trentino-Alto Adige *C. pomonella* è in grado di compromettere anche la totalità della produzione. In regione svolge due generazioni complete e, almeno alle altitudini più basse, una parziale terza generazione. Il modello di sviluppo basato sulla sommatoria dei gradi giorno è stato ampiamente validato ed è utilizzato diffusamente per decidere le modalità di intervento (MATTEDI *et al.*, 2008; SCHMIDT *et al.*, 2006). Oltre alla carpocapsa, non è raro dover adottare degli strumenti di controllo anche per il danno causato da altri lepidotteri ricamatori che in funzione delle località e delle annate possono essere ascrivibili principalmente a diverse specie quali *Adoxophyes orana* (Fischer v. Röslerstamm), *Archips podana* (Scopoli), *Pandemis heparana* (Denis & Schiffermüller), *Pandemis cerasana* (Hübner), *Argyrotaenia ljugiana* (Thunberg) e *Grapholita molesta* Busck. Sia le strategie di difesa mediante interventi con insetticidi che quelle che prevedono l'uso della confusione sessuale sono modulate tenendo conto della possibile copresenza di più specie di tortricidi.

DALLE PRIME ESPERIENZE SPERIMENTALI ALLA MESSA A PUNTO DI DIFFUSORI COMMERCIALI

Incoraggiati dei primi riscontri ottenuti nel controllo di carpocapsa in Francia e in Svizzera (AUDEMARD *et al.*, 1977; CHARMILLOT e BAGGIOLINI, 1975; WILDBOLZ *et al.*, 1973), si diede avvio anche in Trentino alle prime esperienze sperimentali di confusione sessuale (SACCO e PELLIZZARI SCALTRITI, 1983). Per l'applicazione del feromone venne adottata la stessa metodologia utilizzata in Francia e in Svizzera consistente nell'impregnare con il feromone sintetico di carpocapsa [(8E,10E)-8,10-dodecadien-1-ol, comunemente chiamato codlemone) addizionato di antiossidante (1% butylated hydroxytoluene o BHT) e dissolto in un solvente (esano), un tubo di caucciù che successivamente veniva tagliato in modo da ottenere degli spezzoni di circa 8-9 cm contenenti ciascuno approssimativamente 0,8-0,9 g di feromone. Questi diffusori artigianali venivano applicati con una graffettatrice al tronco delle piante distribuendo complessivamente 28-30 g/ha di feromone.

Sul finire degli anni ottanta si affacciarono anche sul mercato italiano i primi diffusori prodotti industrialmente che si potevano dividere in due tipologie: diffusori costituiti da una matrice impregnata di feromone quali gli Ecopom prodotti dall'Istituto Donegani, i diffusori a membrana semi-impermeabile Check Mate CM della Consep, l'EcoTape FTF della Certis, oppure diffusori a serbatoio come le ampole in plastica prodotte da BASF e i tubicini in polietilene prodotti da Shin Etsu (DOMENICHINI *et al.*, 1990; MICHELATTI *et al.*, 1990; TREMATERRA *et al.*, 1993; RAMA, 1997; TRONA *et al.*, 2009; IORIATTI e LUCCHI, 2016). Obiettivo comune a tutte le sperimentazioni condotte con questi diffusori era la valutazione della loro efficacia in funzione della formulazione feromonale utilizzata nonché di verificare la durata dell'emissione e la congruità del quantitativo emesso rispetto alle esigenze imposte dal fitofago da controllare. Nel corso della sperimentazione si poté constatare che i diffusori a serbatoio garantivano generalmente una maggior regolarità di emissione e una durata della stessa che consentiva di coprire con una sola applicazione ad inizio della primavera l'intera attività di volo annuale dell'insetto bersaglio, contrariamente a quelli a matrice impregnata per i quali era richiesta la reiterazione dell'applicazione nel corso dell'estate.

A causa della selettività dei metodi basati sui semiochimici, come la confusione sessuale, si possono creare nuovi spazi per pullulazioni dei fitofagi secondari. Un secondo obiettivo perseguito con le diverse tipologie di diffusori fu quindi la verifica della possibilità di combinare in un unico diffusore più feromoni sintetici in modo da poter controllare contemporaneamente la carpocapsa, che rimaneva il target principale, e altre specie di lepidotteri che talvolta coesistevano nel meleto, come i tortricidi ricamatori o la *G. molesta*.

L'APPLICAZIONE SU SCALA TERRITORIALE

Con il conseguimento di entrambi questi obiettivi primari, sul finire degli anni novanta fu possibile disporre di diffusori di feromone affidabili in grado di controllare una o più specie di fitofagi con un'unica applicazione ad inizio anno. Rimanevano ora da individuare le modalità applicative che consentissero di assicurare l'efficacia del metodo di lotta.

Il metodo di controllo basato sulla confusione sessuale richiede infatti che venga applicato su una superficie di una certa estensione, da un lato per consentire una omogenea distribuzione del feromone nell'atmosfera del meleto e dall'altro per limitare l'immigrazione nella coltura di femmine che si fossero accoppiate fuori dall'area trattata con il feromone. Data la particolare struttura fondiaria della melicol-

tura regionale, caratterizzata da piccole aziende spesso suddivise in diversi appezzamenti sparsi sul territorio, non sembrava ci fossero i presupposti per un successo della sua applicazione. L'ostacolo fu superato attraverso il coinvolgimento immediato delle strutture cooperative che si fecero carico di acquisire i diffusori e coinvolgere l'intera compagine sociale nell'applicazione del metodo. Fu così possibile mettere alla prova la confusione sessuale nelle condizioni applicative migliori ed ottenerne fin dall'inizio risultati ampiamente soddisfacenti grazie anche alla strategica collaborazione con i servizi di consulenza e con gli enti di ricerca e sperimentazione operanti sul territorio. Sulla scia dei positivi riscontri, la superficie interessata dalla confusione sessuale si estese velocemente e già nel 2004 si poteva contare una superficie di 14.000 ha trattati che salirono ulteriormente fino a circa 24.000 ha nel 2016 vale a dire quasi l'80% della melicoltura regionale (Fig. 1).

DAI DIFFUSORI AD EMISSIONE PASSIVA
ALLA DIFFUSIONE ATTIVA TRAMITE AEROSOL

I diffusori di cui abbiamo fin qui parlato richiedevano di essere applicati prima dell'inizio del primo volo di carpocapsa in numero variabile (500-1.000/ha) in funzione della tipologia utilizzata con tempi di applicazione stimati da 1,5 a 3 ore/ha. In un contesto in cui la superficie media delle aziende melicole varia da 1,5 a 2,5 ha, l'applicazione dei diffusori non è di

per sé un grosso impegno per il frutticoltore; un po' più complicata risulta invece la distribuzione del materiale fra le diverse aziende e talvolta ciò si traduce in mancata o ritardata applicazione dei diffusori con possibilità di pregiudicare il buon funzionamento del metodo.

Dal 2010 è iniziata pertanto una sperimentazione per validare anche nella nostra regione l'efficacia della tecnologia aerosol per la distribuzione del feromone (BALDESSARI *et al.*, 2013). Si tratta di una tecnologia già sviluppata inizialmente nel Nord America per il controllo di carpocapsa ed altri tortricidi e che ha portato alla formulazione del primo prodotto distribuito commercialmente, il Checkmate Puffer® (Suterra LLC - Bend, OR, USA) (SHOREY e GERBER, 1996; KNIGHT, 2002; WELTER *et al.*, 2005; 2010; STELINSKI *et al.*, 2007; HIGBEE e BURKS, 2008). Vantaggi e svantaggi dell'impiego della tecnologia aerosol sono ampiamente discussi da BRUNNER (2017). Si tratta di dispositivi alimentati da batteria che nelle prime esperienze condotte in Trentino si presentavano come delle bombolette pressurizzate contenenti 70 g di codlemone predisposte per erogare ogni 15 minuti un "puff" di circa 7 mg di feromone. Il dispositivo era attivo per 12 ore, dalle 18.00 alle 6.00, periodo durante il quale avvengono gli accoppiamenti di carpocapsa in ambiente naturale (BATISTE *et al.*, 1973a,b). L'elevata quantità di feromone distribuito per singolo dispositivo consente di erogare, applicando soli pochi diffusori (2-3/ha), una quantità di feromone di sintesi equivalente a quella rila-

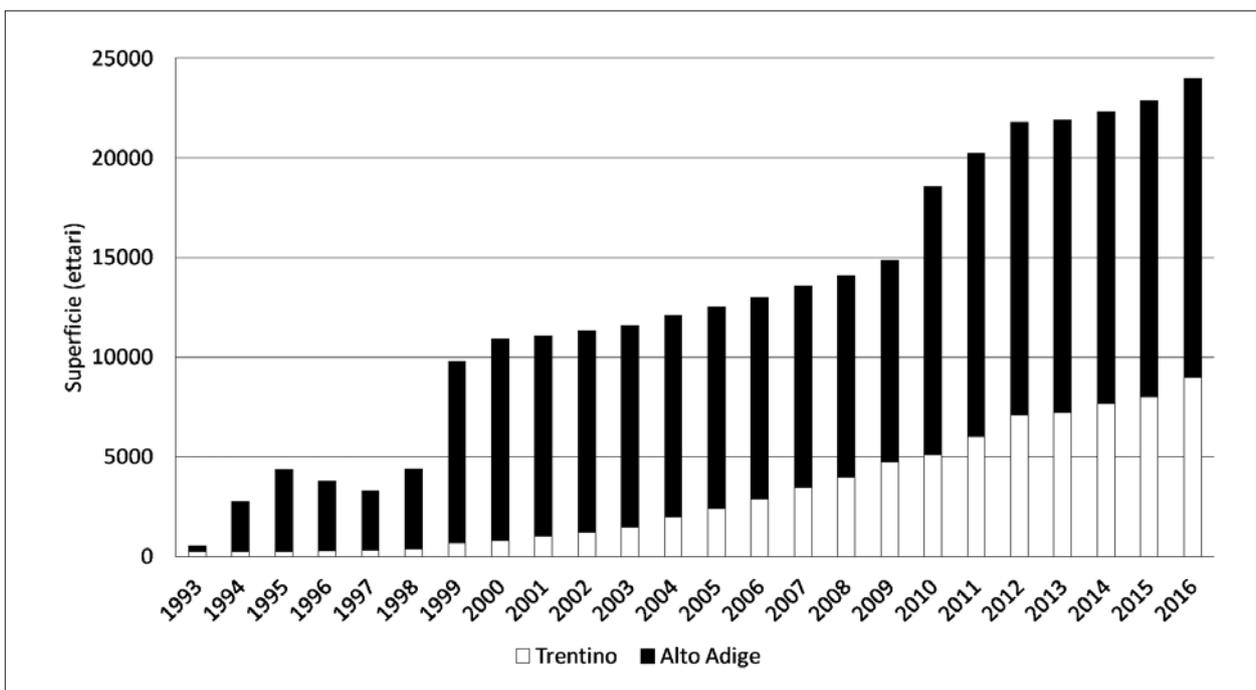


Fig. 1 – Superficie coltivata a melo interessata all'applicazione della confusione sessuale nei confronti di *Cydia pomonella* in Trentino- Alto Adige (per il Trentino dati forniti da Associazione Produttori Ortofrutticoli Trentini, per l'Alto Adige da Pernter, 2016)..

sciata per ettaro e per giorno con gli erogatori tradizionali da applicarsi manualmente (ANGELI *et al.*, 2013; CASADO *et al.*, 2014). Ciò ha consentito una drastica riduzione dei tempi di applicazione e una maggiore facilità di controllo delle corrette modalità di intervento, rendendo la tecnologia aerosol particolarmente adatta per una applicazione territoriale della confusione sessuale. Formulazioni simili sono state in seguito sviluppate anche da altri produttori, in particolare Isomate Mist (Mister) CM (Pacific Biocontrol, Vancouver WA, USA) e Semios CM (SemiosBIO Technologies Inc., Vancouver, BC, Canada) ed il loro impiego a fianco dei Checkmate Puffer® ha consentito una ulteriore estensione dell'area trattata (PERNTER, 2016). Dei 24.000 ha di meleto trattati nel 2017 con la confusione sessuale circa un 50% sono interessati dall'applicazione della tecnologia aerosol (Puffers®, Mister®), mentre la restante metà è ancora coperta dai dispenser tradizionali.

MODALITÀ DI APPLICAZIONE DELLA CONFUSIONE SESSUALE

Nella generalità dei casi il controllo della carpocapsa e degli eventuali altri tortricidi presenti è ottenuto affiancando alla confusione sessuale un trattamento insetticida eseguito in post fioritura, nel momento in cui schiudono le uova della prima generazione di carpocapsa. Il trattamento viene generalmente eseguito con methoxyfenozide o con chlorantraniliprole, insetticidi in grado di controllare nel contempo l'eventuale presenza di larve svernanti di lepidotteri ricamatori. Successivi interventi ad integrazione della confusione sessuale sono eseguiti raramente, in genere si limitano ai frutteti isolati e vicini alle zone urbanizzate e a fonti luminose. Gli interventi sono giustificati sulla base di controlli visuali nei frutteti che evidenziano il superamento della soglia di tolleranza o in seguito ad anomali incrementi di catture nelle trappole sessuali.

NUOVE SPECIE INVASIVE ED INSETTI VETTORI DI MALATTIE

L'azione combinata delle attività umane e dei cambiamenti climatici rende sempre più importante il problema dell'ingresso o della recrudescenza nei nostri ambienti di specie aliene invasive. Questo fenomeno è uno dei maggiori fattori di rischio per la sostenibilità della difesa integrata anche nella melicoltura del Trentino-Alto Adige.

Tra le specie che destano maggiore preoccupazione c'è il Pentatomide *Halyomorpha halys* (Stål). Questo

insetto polifago esotico ha recentemente invaso le aree frutticole del nord Italia (MAISTRELLO *et al.* 2013), ed è stato segnalato anche in Trentino-Alto Adige a partire dal 2016. Le punture di questa cimice provocano gravi necrosi e deformazioni su numerose specie di ortaggi e frutti. Il melo è tra le piante ospiti di questa specie, e negli Stati Uniti, la sua presenza sta provocando danni ingenti da oltre 10 anni su questa coltura e rivoluzionando le pratiche di lotta integrata finora adottate. Esiste per questa specie un feromone di aggregazione utilizzato in trappole per il monitoraggio la cui efficacia non è però sempre adeguata. Si sta pertanto investigando la possibilità di ottimizzare tali trappole tramite la combinazione con i segnali acustici che questa specie emette durante la comunicazione sessuale e con altri semiochimici di origine vegetale (MAZZONI *et al.*, 2017).

La mosca della frutta, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), è uno dei fitofagi più diffusi nel mondo, in grado di attaccare più di 300 diverse specie di piante da frutto incluso il melo (LIQUIDO *et al.*, 1990, PAPADOPOLUS *et al.*, 2001, DE MEYER *et al.*, 2002). La sua presenza in Italia è documentata fin dal 1863 e, per le sue precipue esigenze climatiche, fino a qualche tempo fa ha interessato prevalentemente la frutticoltura delle regioni più calde del meridione e del centro Italia. La frutticoltura trentina, ed in particolare la melicoltura, è stata pertanto esente dal rischio di attacchi dell'insetto almeno fino agli inizi degli anni novanta, quando sporadiche ed isolate infestazioni si sono registrate in frutteti (melo e pesco) situati in prossimità di supermercati e centri commerciali, dove presumibilmente venivano importate partite di frutta infestate dalla mosca. Dopo un lungo periodo durante il quale non sono stati più segnalati attacchi, a partire dal 2010, probabilmente in conseguenza dei cambiamenti climatici, le infestazioni di mosca sono riapparse annualmente in regione, interessando la sua parte meridionale, a sud di Trento, e la frutticoltura della valle del Sarca, oltre a qualche isolato frutteto nella periferia nord di Trento e attorno alla città di Bolzano. Questa situazione ha comportato la necessità di intervenire con specifici trattamenti insetticidi in prossimità della raccolta con conseguenze negative sia in termini di residui sulla frutta, che di esposizione della manodopera impegnata nella raccolta, oltre a mettere in discussione la convenienza tecnico-economica dell'applicazione della confusione sessuale per il controllo dei tortricidi. Per evitare tali inconvenienti si sta verificando la fattibilità e l'efficacia del controllo tramite attract and kill, metodo già ampiamente impiegato nel controllo di *C. capitata* su melo in Catalogna (BATLLORI *et al.*, 2003; ESCUDERO COLOMAR *et al.*, 2015; DAMOS *et al.*, 2015). Altri organismi non sono ancora presenti in Italia ma il loro ingresso è altamente probabile. È quindi fondamentale attuare pro-

grammi per la diagnosi precoce ed il monitoraggio, anche coinvolgendo cittadini volontari con il supporto di applicazioni digitali (MALEK *et al.*, 2017), e per l'identificazione delle strategie di controllo integrato più adatte.

Le malattie delle piante trasmesse da insetti sono un'altra grave minaccia in molti agroecosistemi. Per la melicoltura del Nord Italia gli scopazzi sono sicuramente la malattia che desta maggior preoccupazione. La fitopatia incurabile è causata da un fitoplasma che vive esclusivamente nel floema delle piante. Il fitoplasma si diffonde soprattutto mediante le sole due specie di insetti vettori finora accertate, *Cacopsylla picta* (Foerster), *Cacopsylla melanoneura* (Foerster). La perdita economica causata dalla malattia è dovuta alla produzione di frutti di ridotte dimensioni e di scarso valore organolettico. Recentemente in Trentino-Alto Adige si sono registrate recrudescenze della malattia in alcuni distretti frutticoli. Le attuali modalità di gestione della problematica mirano al contenimento della sua espansione mediante interventi insetticidi per il controllo dei vettori e all'estirpo delle piante sintomatiche. L'eventuale ulteriore nuova espansione della malattia potrebbe quindi mettere a repentaglio l'attuale gestione integrata degli insetti chiave basata su semiochimici. Per far fronte a questa problematica sono in corso studi sul sistema pianta-patogeno-vettore e su potenziali nuovi metodi di controllo (OPPEDISANO *et al.*, 2017).

CONCLUSIONI

In definitiva, l'applicazione su scala territoriale in Trentino-Alto Adige della confusione sessuale nei confronti della carpocapsa e degli altri Lepidotteri fitofagi del melo come tecnologia di riferimento della difesa integrata si è dimostrata efficace ed ha garantito molteplici benefici. I nuovi strumenti di diffusione dei feromoni possono aumentarne l'efficacia, ridurre i costi ed i tempi di applicazione.

La possibilità di gestire efficacemente insetti alieni invasivi e specie autoctone risorgenti con metodi eco-compatibili, possibilmente basati su semiochimici, è però una condizione essenziale per il mantenimento della sostenibilità economica della confusione sessuale. È quindi fondamentale che le istituzioni di ricerca e tutti gli altri soggetti interessati continuino a collaborare per accelerare la messa a punto di tali tecniche di controllo alternative.

BIBLIOGRAFIA

ANGELI G., RIZZI C., BALDESSARI M., DALPIAZ M., 2013 – *Difesa dalla carpocapsa del melo con Checkmate® Puffer CM*. - Inf. Agr., 69: 51-54.

- BALDESSARI M., IORIATTI C., ANGELI G., 2013 – *Evaluation of Puffer® CM, a release device of pheromone to control codling moth on apple in Italy*. - IOBC-WPRS Bull., 91: 199-204.
- BATISTE W.C., OLSON W.H., BERLOWITZ A., 1973a – *Codling Moth: Diel Periodicity of Catch in Synthetic Sex Attractant vs. Female-Baited Traps*. - Environ. Entomol., 2: 673-676.
- BATISTE W.C., OLSON W.H., BERLOWITZ A., 1973b – *Codling Moth: influence of temperature and daylight intensity on periodicity of daily flight in the field*. - J. Econ. Entomol., 66: 883-892.
- BATLLORI J.L., VILAJELIU M., VILARDELL P., CREIXELL A., CARBÓ M., ESTEBA G., RASET F., VAYREDA F., GINÉ M., CURÓS D., 2003 – *Área piloto de reducción de insecticidas en plantaciones comerciales de manzano*. - Fruticultura Profesional, 136: 49-54.
- BRUNNER J.F., 2017 – *Aerosol delivery of pheromones in IFP: A mature technology for plant protection*. - IOBC-WPRS Bull., 123: 1-13.
- CASADO D., CAVE F., WELTER S., 2014 – *Puffer-CM dispensers for mating disruption of codling moth: Area of influence and impacts on trap finding success by males*. - IOBC-WPRS Bull., 99: 25-31
- DALPIAZ A., 2014 – *Innovazione e organizzazione, le uniche risposte per uscire dalla crisi*. - Fruticoltura, 11: 2-6
- DAMOS P., ESCUDERO-COLOMAR L.A., IORIATTI C., 2015 – *Integrated Fruit Production and Pest Management in Europe: The Apple case study and how far we are from the original concept?* - Insects, 6: 626-657
- DE MEYER M., COPELAND R. S., LUX S.A., MANSELL M., QUILICI S., WHARTON R.A. WHITE I.M., ZENZ N., 2002 - *Annotated checklist of host plants for Afrotropical fruit flies (Diptera: Tephritidae) of the genus Ceratitis*. Documentations zoologiques Vol. 27, Royal Museum for Central Africa, Tervuren, Belgium.
- DOMENICHINI P., CASTAGNA B., ABBIATI C., PEDRON S., PEZZINI G., 1990 – *First conclusions after 5 years of experiences carried out with mating disruption technique applied against oriental fruit moth (Cydia molesta Busck) on peach tree using polyethylene tube dispensers*. In: Atti Giornate Fitopatologiche, 1:237-246.
- ESCUDERO-COLOMAR A.L., VILAJELIU M., BATLLORI L., 2005 – *Captura masiva para el control de la mosca mediterránea de la fruta (Ceratitis capitata Wied.) en manzano*. - Phytoma España, 171: 26-31.
- HIGBEE B.S., BURKS C.S., 2008 - *Effects of mating disruption treatments on navel orangeworm (Lepidoptera: Pyralidae) sexual communication and damage in almonds and pistachios*. - J. Econ. Entomol., 101: 1633-1642.
- IORIATTI C., ARN H., 1992 – *Use of pheromones and other semiochemicals in integrated control*. - IOBC/WPRS Bull., 15:145 pp..
- IORIATTI C., FORTI D., RIZZI C., PONTALTI M., DALLAGO G., 1997 – *La confusione sessuale su melo per il controllo di carpocapsa e ricamatori*. - Inf. Agr., 30: 69-74
- IORIATTI C., LUCCHI A., 2016 – *Semiochemical Strategies for Tortricid Moth Control in Apple Orchards and Vineyards in Italy*. - J. Chem. Ecol., 42: 571-583.
- LIQUIDO N.J., CUNNINGHAM R.T., NAKAGAWA S., 1990 – *Host plants of Mediterranean fruit-fly (Diptera, Tephritidae) on the island of Hawaii (1949-1985 Survey)*. - J. Econ. Entomol., 83: 1863-1878.
- KNIGHT A. L. 2002 – *Development of aerosol devices for management of codling moth and leafrollers*. - IOBC-WPRS Bull. 25: 101-110.

- MAISTRELLO L., DIOLI P., BARISELLI M., 2013 – *Trovata una cimice esotica dannosa per i frutteti*. - *Agricoltura*, 6: 67-68.
- MALEK R., TATTONI C., CIOLLI M., CORRADINI S., ANDREIS D., DALLAGO G., MAZZONI V., IORIATTI C., ANFORA G., 2017 – *Bugmap, a citizen science approach to monitor the invasive brown marmorated stink bug Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae)*. First Italian Citizen Science Conference, 23-25 Novembre 2017, Roma, p. 36.
- MATTEDI L., FORNO F., VARNER M., PIVA U., 2008 – *Field observations about the behaviour of codling moth in Trentino (North-Eastern Italy)*. In: Proc. 13th Int. Conf. Organic Fruit-Growing, FOEKO, Weinsberg, pp 238-246.
- MAZZONI V., POLAJNAR J., BALDINI M., ROSSI STACCONI M.V., ANFORA G., GUIDETTI R., MAISTRELLO L., 2017. *Use of substrate-borne vibrational signals to attract the Brown Marmorated Stink Bug, Halyomorpha halys*. - *J. Pest Sci.*, 90: 1219-1229.
- MICHELATTI G., SCHREIBER G., UGOLINI A., BOSSO A., BUSSI C., 1990 – *Two years of control trials against Cydia pomonella and Argyrotaenia punchellana with the mating disruption method in Piedmont orchards*. In: *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1: 171-180.
- OPPEDISANO T., PEDRAZZOLI F., PANASSITI B., MITTELBERGER C., POLAJNAR J., KOSTANJSEK R., P. BIANCHEDI, MAZZONI V., VIRANT-DOBERLET M., ANGELI G., DE CRISTOFARO A., ANFORA G., IORIATTI C., 2017 – *New insights into the biology and ecology of the psyllid vectors of apple proliferation for the development of sustainable control strategies*. - *IOBC-WPRS Bull.*, 123: 101-103.
- PAPADOPOULOS N.T., KATSOYANNOS B.I., CAREY J.R., KOULOSSIS N.A., 2001 – *Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece*. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 94: 41-50.
- PERNTER P., 2016 – *Eine Südtiroler Erfolgsgeschichte Verwirrte Fläche steigt auf 14.900 ha*. - *Obstbau Weinbau* 5: 5-8.
- RAMA F., 1997 – *Ecopom dispensers for mating disruption in apple orchards*. - *IOBC-WPRS Bull.*, 20: 65-72.
- RIEDL H., ZELGER R., 1994 – *Erste Ergebnisse der Untersuchungen zur Resistenz des Apfelwickler gegenüber Diflubenzuron*. - *Obstbau Weinbau*, 4: 107-109
- SCHMIDT S., ANFORA G., DE CRISTOFARO A., MATTEDI L., MOLINARI F., PASQUALINI E., IORIATTI C., 2006 – *Ethyl (2E,4Z)-2,4-decadienoate (pear ester): A new instrument for female codling moth monitoring*. - *Inf. Fitopatol.*, 5: 17-24.
- SHOREY H.H., GERBER R.G., 1996 – *Use of puffers for disruption of sex pheromone communication of codling moths (Lepidoptera: Tortricidae) in walnut orchards*. - *Environ. Entomol.*, 25: 1398-1400.
- STELINSKI L.L., GUT L.J., HAAS M., MCGHEE P., EPSTEIN D., 2007 – *Evaluation of aerosol devices for simultaneous disruption of sex pheromone communication in Cydia pomonella and Grapholita molesta (Lepidoptera: Tortricidae)*. - *J. Pest Sci.*, 80:225–233.
- TREMATERRA P., IORIATTI C., SCHREIBER G., NATALI A., 1993 – *Mating disruption with semi-permeable membrane dispenser for the control of Cydia pomonella L.* - *IOBC-WPRS Bull.*, 16:277–283.
- TRONA F., ANFORA G., BALDESSARI M., CASAGRANDE E., IORIATTI C., ANGELI G., 2009 – *Mechanisms and efficacy of mating disruption of codling moth Cydia pomonella (L.) with EcoTape pheromone dispensers*. - *Bull Insectol.*, 62: 7-13.
- WALDNER W., 1997 – *Three years of large-scale control of codling moth by mating disruption in the South Tyrol, Italy*. - *IOBC-WPRS Bull.*, 20: 35-44
- WELTER S., PICKEL C., MILLAR J., CAVE F., VAN STEENWYK R., DUNLEY J., 2005 – *Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests*. - *California Agriculture* 59: 16-22.
- WELTER S., CASADO D., CAVE F., ELKINS R., GRANT J., PICKEL C.I., 2010 – *I. Why Puffers work: determining the effects of residual releases on control of codling moth, II. Optimizing “meso-pheromone emitters for codling moth management in walnuts*. - *California Walnut Board Research Report*: 141-175.