

ENTOMATA

Newsletter della
Società Entomologica Italiana

N. 9 del 22 giugno 2019



Società
Entomologica
Italiana

ENTOMATA è il newsletter della Società Entomologica Italiana

Presidente: *Francesco Pennacchio*

Vice Presidente: *Roberto Poggi*

Segretario: *Davide Badano*

Amministratore/Tesoriere: *Giulio Gardini*

Bibliotecario: *Antonio Rey*

Direttore delle pubblicazioni: *Pier Mauro Giachino*

Consiglieri: *Alberto Alma, Alberto Ballerio, Andrea Battisti, Marco A. Bologna, Achille Casale, Marco Dellacasa, Loris Galli, Gianfranco Liberti, Bruno Massa, Massimo Meregalli, Luciana Tavella, Stefano Zoia*

Revisori dei conti: *Enrico Gallo, Sergio Riese, Giuliano Lo Pinto*

Revisori dei conti supplenti: *Giovanni Tognon, Marco Terrile*

Redazione di Entomata: *Alberto Ballerio*

Entomata rappresenta uno strumento di collegamento con i soci della Società Entomologica Italiana, che si affianca al sito web e alle e-mails che vengono periodicamente inviate a tutti i soci. Pur avendo periodicità irregolare, contiamo di pubblicare due numeri all'anno, a metà anno e a fine anno. Il newsletter viene inviato in formato pdf a tutti i soci che abbiano comunicato il proprio indirizzo e-mail alla Segreteria. Chi non lo avesse ancora comunicato è quindi invitato a farlo al più presto. Il newsletter è destinato a ospitare notizie sulla vita dell'associazione, delle sue sezioni e dei gruppi di studio che sono stati formati in seno all'associazione, segnalazioni di congressi e altri eventi di rilevanza entomologica, notizie di attualità entomologica, recensioni e articoli di interesse generale. La collaborazione è aperta a tutti i soci, pertanto invitiamo chiunque fosse interessato a contribuire a inviarci testi, fotografie e segnalazioni di eventi per i prossimi numeri. Il prossimo numero uscirà probabilmente nel mese di dicembre 2019, quindi la scadenza per l'invio di materiale da pubblicare è fissata per la fine di **novembre 2019**. Inviare i contributi ad **Alberto Ballerio**, al seguente indirizzo: **alberto.ballerio.bs@aballerio.it**

Editoriale

Questo numero di Entomata è stato curato dalla Sezione di Entomologia Agraria della SEI, sotto la guida di Alberto Alma e Lorenzo Marini. Il taglio che è stato dato ai vari contributi dovrebbe però permettere anche a chi non frequenti la materia (cioè l'entomologia agraria) di trovare spunti di interesse e un'occasione per arricchire la propria cultura entomologica. Sperabilmente il numero di metà anno rimarrà un appuntamento fisso per la Sezione di Entomologia Agraria. Cogliamo l'occasione per segnalare che, per il 2019, contiamo di fare uscire un numero speciale di Entomata in autunno, dedicato ai 150 anni dell'associazione, e poi il consueto numero prenatalizio che conterrà, come d'abitudine, articoli di interesse generale, recensioni, relazioni su congressi, ecc.



Indice

Editoriale	3
Nuove tendenze della ricerca entomologica	7
Insetti geneticamente modificati con sistema “Gene drive”	9
Effetti degli insetti fitofagi invasivi sulle reti di comunicazione semiochimica delle specie autoctone	11
Gestione delle emergenze fitosanitarie in relazione agli schianti da vento causati dalla tempesta Vaia	15
Il ruolo dei semiochimici nella difesa integrata delle colture a 60 anni dall'identificazione del primo feromone sessuale	19
<i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff) - Emergenza fitosanitaria per i carrubi siciliani	24
Ritrovamento di <i>Bactrocera dorsalis</i> in Italia: recenti sviluppi	30
La ricerca su <i>Popillia japonica</i> Newman in Italia	35
La piralide del bosso, <i>Cydalima perspectalis</i> : gravi infestazioni anche in aree naturali	40
Il progetto Horizon 2020 Ecostack	
Stacking of ecosystem services: mechanisms and interactions for optimal crop protection, pollination enhancement, and productivity	46
Research highlights	50
XXVI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia	52
Eventi e notizie in breve	54

NUOVE TENDENZE DELLA RICERCA ENTOMOLOGICA

A cura della Sezione di Entomologia agraria della SEI

Negli ultimi decenni la ricerca entomologica, in parte a seguito dell'infiltrazione e della contaminazione di altre discipline (dalla biologia molecolare, interazioni pianta-insetto, tossicologia degli insetticidi, alle tecnologie emergenti nella gestione dei nemici delle piante), ha fatto rapidi progressi, espandendosi verso i più innovativi avanzamenti della ricerca e aprendo ad altri ambiti disciplinari il campo della protezione delle piante.

L'applicazione di criteri scientometrici alla storia recente dell'entomologia a livello internazionale, evidenzia chiaramente l'incidenza su questa disciplina della chimica, della genetica e della biologia molecolare, nonché l'impatto delle nuove sfide delineate dall'incremento delle specie invasive e dal riscaldamento globale, come minaccia di drastica alterazione degli areali geografici di specie animali e vegetali, compresi i fitofagi delle colture agrarie e i loro antagonisti nonché i vettori di patogeni umani e animali.

È noto che una parte importante del lavoro di un entomologo è di rimanere aggiornato con la letteratura scientifica pubblicata. Tuttavia, tenere il passo con i ritmi attuali delle pubblicazioni è più difficile di quanto non lo fosse in passato. Secondo un articolo dell'*American Entomologist* (Volume 61, Numero 4, 2015), le pubblicazioni di entomologia sono aumentate costantemente e hanno raggiunto livelli record negli ultimi decenni. Gli articoli sono anche più accessibili, il che significa che l'entomologo di oggi deve decidere quanto tempo dovrebbe essere trascorso semplicemente per stare al passo con le informazioni correnti. Un esempio può rendere meglio i termini di questo problema: un mirmecologo nel 1959 doveva esaminare 1,5 pubblicazioni sulle formiche a settimana per stare al passo con la letteratura scientifica del tempo, questo valore è aumentato a 5,2 pubblicazioni a settimana nel 1974 fino a raggiungere il valore nel 2009 di 34,9 pubblicazioni a settimana.

Un'altra tendenza interessante è rappresentata dall'aumento del numero di autori per articolo scientifico. Alla fine degli anni '70, il 55% degli articoli entomologici era pubblicato da un singolo autore, il 28% da due autori e il 17% da tre o più autori. Alla fine del secolo scorso, la paternità degli articoli entomologici era già cambiata drasticamente: solo il 31% era pubblicato da un singolo autore, il 24% da due autori e il 45% da tre o più autori. I possibili fattori che potrebbero spiegare questo andamento sono stati individuati nel fatto che: 1) la collaborazione potrebbe essere diventata necessaria per affrontare progetti con ampie implicazioni; 2) gli entomologi si sono gradualmente convertiti da naturalisti (persone singole che fanno osservazioni) a scienziati sperimentali che hanno bisogno di collaborare con individui con competenze e *background* diversi; 3) l'aumento della competizione nel mondo accademico spinge sempre più gli scienziati ad aumentare il numero di pubblicazioni; 4) l'entomologia è diventata multidisciplinare e gli entomologi devono sempre

più lavorare con biologi molecolari, tossicologi e altri ricercatori.

Oltre a un numero maggiore di autori è stato rilevato un aumento della lunghezza degli articoli e del numero di citazioni bibliografiche. Di contro, il numero di articoli di entomologia citati entro cinque anni dalla pubblicazione è relativamente basso. Ma il dato più stupefacente è che il 77% della letteratura entomologica complessiva non è mai stato citato o è stato citato poco (<1 citazione all'anno).

Queste tendenze tendono ad accentuarsi con un flusso di informazioni sempre più travolgente, gravando il compito dell'entomologo di esaminare un *corpus* di letteratura settoriale sempre più imponente e di determinare quanto una pubblicazione possa essere rilevante e preziosa per la propria ricerca.

Secondo i rapporti più recenti, ben 245 riviste scientifiche, 158 Conferenze, 27 workshop sono attualmente dedicate esclusivamente all'entomologia.

Sulla base di queste considerazioni generali, la Sezione di Entomologia agraria della SEI, fissando l'obiettivo dell'appuntamento del CNIE di Torino del 2020, intende promuovere un'analisi dei metadati del SSD AGR/11, non solo in analogia a quanto recentemente fatto dai patologi vegetali in tema di "Abilitazione Scientifica Nazionale (ASN), al fine di poter effettuare un utile confronto tra i due settori, ma definendo meglio l'incidenza e l'evoluzione della ricerca entomologica prodotta in Italia, gli orientamenti principali, le componenti che vi concorrono (rapporto strutturati / non strutturati), le specificità delle diverse sedi, ecc.). Un lavoro generale di revisione e di analisi che dovrebbe portarci ad una profonda riflessione sul tema, sia in riferimento alla specificità della *Subject Category* sia rispetto agli obiettivi formativi dei corsi di laurea delle Scienze agrarie (a tutti i livelli) ed alle esigenze di trasferimento tecnologico e di interazione con la realtà produttiva e sociale. Un'analisi che, in definitiva, ambisca a porre le basi per un'autovalutazione periodica, consentendo di monitorare gli sviluppi del nostro settore anche rispetto ai parametri di valutazione definiti a livello ministeriale.



INSETTI GENETICAMENTE MODIFICATI CON SISTEMA “GENE DRIVE”

Domenico Bosco

Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari

Si è tenuto il 15 maggio scorso a Bruxelles un incontro su “Problem formulation for the environmental risk assessment of gene drive modified insects”. Le frontiere della ricerca genetica si ampliano rapidamente e vistosamente e gli insetti rappresentano uno dei bersagli sperimentali prediletti perché facilmente manipolabili, con rapide generazioni e causa di gravi problemi sanitari e agrari. Accanto ai molti eventi di trasformazione di insetti di interesse sanitario e agrario ottenuti in modo più “convenzionale” (generalmente mediante trasposoni ingegnerizzati) più recentemente, anche grazie alla rivoluzionaria tecnologia CRISPR-Cas9 che permette un preciso gene editing (intervento di precisione che consente la correzione mirata di una sequenza di DNA), sono stati prodotti insetti geneticamente modificati che “superano” i meccanismi dell’ereditarietà mendeliana e diffondono rapidamente il tratto genetico alle generazioni successive. Normalmente, in accordo con le leggi di Mendel, un gene ha il 50% di probabilità di essere trasmesso da un genitore a un figlio, ma se viene “guidato” con un drive può essere ereditato con efficienza prossima al 100%. In pratica, dopo poche generazioni dal rilascio di insetti modificati con gene drive la caratteristica introdotta può introgredire in tutta (o quasi tutta) la popolazione. Molti di noi ricorderanno al proposito la lettura plenaria del prof. Andrea Crisanti “Editing population genetics for vector control” tenuta al recente Congresso Europeo di Entomologia di Napoli, che ha

descritto un sistema di gene drive che porta alla sterilità delle femmine di *Anopheles gambiae* e al collasso della popolazione in poche generazioni. Ovviamente nell’Unione Europea (UE) l’uso di organismi geneticamente modificati (OGM) è soggetto a valutazione del rischio e a procedura di approvazione. In questa procedura EFSA fornisce il parere scientifico al legislatore (UE e stati membri) su ogni possibile rischio che il rilascio di OGM può porre alla salute umana, animale e all’ambiente. L’UE ha richiesto un parere all’EFSA sull’eventuale necessità di implementare specifiche linee guida per la valutazione del rischio associato al rilascio di OGM gene drive, in ragione del fatto che questi organismi hanno il potenziale per diffondere nuovi tratti genetici molto rapidamente nel tempo e nello spazio, o se in alternativa le attuali linee guida utilizzate per gli OGM possono considerarsi adeguate. Le applicazioni di gene drive “sintetico” (esiste anche il fenomeno del gene drive in natura) riguardano essenzialmente gli insetti e le applicazioni proposte sono il controllo di insetti vettori di patogeni umani e animali e di fitofagi dannosi alle piante, particolarmente delle specie invasive nelle aree di recente introduzione. Proprio quest’ultima applicazione è stata ripetutamente indicata come potenziale campo di applicazione del gene drive in campo agrario e forestale perché potrebbe permettere l’eradicazione (o almeno una forte soppressione) di specie invasive in areali di nuova colonizzazione separati dall’areale di diffusione “naturale” dell’insetto.

Nei nuovi areali la soppressione/eradicatione della specie invasiva non dovrebbe comportare conseguenze ambientali e alle catene trofiche, essendo originariamente la specie estranea alle stesse. L'incontro ha previsto due presentazioni generali sullo stato dell'arte dei diversi sistemi di gene drive e sui processi di identificazione dei rischi associati al rilascio di insetti gene drive modificati. Sono seguiti due interventi più specifici di casi di studio, il primo riguardante l'identificazione di fattori di rischio ambientale e vie di esposizione per il rilascio di *Drosophila suzukii* OGM gene drive, il secondo sull'esperienza di valutazione del rischio su questi organismi svolta dalla commissione nazionale olandese per gli OGM, che ha sottolineato come il gene drive non debba essere visto soltanto come un mezzo di eradicazione di popolazioni di insetti. In seguito i partecipanti, divisi in due gruppi, hanno tentato praticamente l'esercizio di identificare vie plausibili di danno associate al rilascio di OGM gene drive in due casi di studio: *Drosophila suzukii* e *Anopheles*. Le cause plausibili di danno proposte erano diverse e facevano riferimento all'impatto sulle catene trofiche e in generale all'ambiente ricevente, al rischio di inquinamento genetico mediante trasferimento del tratto genetico (funzionale o meno) ad altre specie vicine (per ibridazione) o lontane (per trasferimento orizzontale), all'impossibilità o alla difficoltà di reversione del fenomeno di gene drive nelle popolazioni target. Nonostante i due campi di applicazione, agrario e medico-sanitario, fossero molto diversi, le cause di rischio identificate nei due gruppi risultavano largamente sovrapponibili, anche se non identiche.

Le nuove frontiere delle biotecnologie coinvolgono fortemente l'entomologia, più di altre discipline e ci stimolano, indipendentemente dalle conclusioni a cui possiamo arrivare, a documentarci e a studiare gli effetti delle nuove tecnologie applicate agli insetti negli agroecosistemi e negli ecosistemi più naturali, al fine di fornire un contributo di conoscenza critica al dibattito scientifico/sociale e alle scelte politiche e normative che, per certi aspetti, solo gli entomologi possono dare.

EFFETTI DEGLI INSETTI FITOFAGI INVASIVI SULLE RETI DI COMUNICAZIONE SEMIOCHIMICA DELLE SPECIE AUTOCTONE

Ezio Peri, Salvatore Guarino

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali

Una delle conseguenze dell'incremento degli scambi commerciali internazionali è l'accidentale introduzione di organismi esotici, definiti specie aliene dalla "Convention on Biological Diversity" (<http://www.cbd.int>). Le specie aliene che riescono ad acclimatarsi e a diffondersi rapidamente nei nuovi areali diventano specie invasive, con notevoli ripercussioni economiche ed ecologiche. Se le prime sono di più facile lettura perché legate a riduzione delle produzioni o incremento dei costi per il loro controllo, la valutazione delle seconde è, invece, più difficile, necessitando di approfonditi studi che affrontino le problematiche con approcci multidisciplinari. Come riportato durante il Nagoya Biodiversity Summit (2010), in cui il binomio specie aliene invasive-cambiamento climatico è stato definito il "deadly duo", le specie invasive sono ritenute una delle principali cause della diminuzione della biodiversità mondiale (Roy et al., 2011). Restrungendo il campo agli insetti, si può notare come esistano diversi meccanismi diretti e indiretti con cui le specie invasive riescono a modificare le popolazioni delle specie autoctone, siano esse fitofagi, predatori, parassitoidi o impollinatori, e/o le relazioni che queste hanno con le altre componenti nei diversi livelli trofici (Kenis et al., 2009; Gandhi and Herms 2010; Roy et al., 2011). L'impatto più evidente è relativo allo sfruttamento delle risorse alimentari, sia per l'instaurarsi di competizioni all'interno dello

stesso livello trofico, ad esempio tra specie fitofaghe, sia per l'introduzione di risorse alimentari per il livello superiore, ad esempio modificando le relazioni tra specie autoctone (comprendendo anche specie alloctone di lunga data) di fitofagi e di antagonisti naturali.

La maggior parte della letteratura scientifica relativa agli effetti delle introduzioni di insetti alieni in nuovi areali ha mirato a studiare i costi economici e le conseguenze sugli ecosistemi e agroecosistemi determinati da queste invasioni (Kenis et al., 2009; Pimentel 2014). Più rari sono invece gli studi che hanno riguardato le possibili conseguenze causate alle relazioni semiochimiche delle specie autoctone, e, in particolare, l'impatto che i fitofagi invasivi hanno sui meccanismi di produzione ed emissione delle sostanze organiche volatili (VOCs) delle piante ospiti attaccate. In generale, i VOCs svolgono un ruolo fondamentale nell'ecologia delle piante, sia per le influenze sulle componenti abiotiche dell'ambiente sia per le numerose relazioni che esse hanno con gli organismi delle comunità in cui vivono (Dicke e Loreto, 2010).

A seguito dell'attacco di un insetto fitofago, le piante possono mettere in atto meccanismi di difesa diretta, in grado di deprimere la performance del fitofago, e/o di difesa indiretta, modificando in termini quantitativi e/o qualitativi i VOCs emessi, al fine di richiamare gli antagonisti

sti naturali dell'erbivoro. Queste sostanze sono definite Herbivore-Induced Plant Volatiles (HIPVs) se sono emesse a seguito di danni dovuti ad azione trofica o Oviposition-Induced Plant Volatiles (OIPVs) se indotte dall'attività di ovideposizione del fitofago (Hilker e Fatouros 2015). In sistemi multitrofici la comunicazione pianta-fitofago-antagonista naturale può essere alterata da diversi fattori, sia abiotici, ad esempio stress idrici (Salerno et al. 2017), sia biotici, ad esempio altri fitofagi (Moujahed et al., 2014). Recenti studi hanno evidenziato che questo ruolo di perturbatore è svolto anche dagli insetti invasivi, il cui attacco può modificare la risposta semiochimica delle piante ospiti e dunque le sue relazioni con altri insetti.

Che tipo di risposta induce un insetto fitofago invasivo e quale influenza può avere questa risposta su altri organismi già presenti nell'ecosistema come i fitofagi e i loro nemici naturali? In un recente articolo sulla rivista *Plant, Cell and Environment*, Desurmont et al. (2014) classificano la risposta della pianta ospite al fitofago alieno in: 1) risposta nulla, se il profilo dei composti volatili della pianta danneggiata dall'erbivoro invasivo non differisce in termini qualitativi o quantitativi da quello di una pianta con danni apportati meccanicamente; 2) risposta identica, se il profilo dei composti volatili della pianta danneggiata non differisce da quello di una pianta danneggiata da un fitofago autoctono omologo, cioè appartenente a stesso ordine e famiglia e di simili dimensioni e abitudini alimentari; 3) risposta nuova, se la pianta danneggiata dal fitofago esotico emette un blend di sostanze volatili che differisce in termini qualitativi/quantitativi da quello di una pianta danneggiata dal fitofago autoctono. Ad esempio, uno studio condotto da Guarino et al. (2017) ha evidenziato che le piante di *Brassica oleracea* var *botrytis* rispondono in maniera nuova ad un fitofago invasivo, in quanto emettono blend di VOCs qualitativamente differenti a seconda che siano attaccate da un pentatomide invasivo, *Bagrada hilaris*, o da uno alloctono, *Nezara vi-*

ridula. L'emissione di VOCs da parte di piante attaccate dai fitofagi invasivi può modificare il comportamento di ricerca della pianta ospite da parte dei fitofagi autoctoni, stimolando o facendo da deterrente per un successivo attacco. Ad esempio, Shiojiri et al. (2002) hanno messo in evidenza che le femmine del lepidottero *Plutella xylostella* preferiscono ovideporre su piante infestate da *Pieris rapae*, specie invasiva, piuttosto che su piante sane o danneggiate meccanicamente. Gli autori hanno ipotizzato che questo comportamento determini un vantaggio per *P. xylostella*, in quanto le piante infestate da *P. rapae* non sono attrattive per il parassitoide *Cotesia vestalis*. Quest'ultima considerazione permette di introdurre un ulteriore tassello, ovvero che le conseguenze dell'attacco di un fitofago invasivo non si esauriscono nel modificare le comunicazioni tra primo e secondo livello trofico, ma possono condizionare anche le relazioni tra pianta e antagonista naturale, alterando le relazioni tritrofiche esistenti e interferendo con l'attività di foraggiamento dei nemici naturali dei fitofagi già presenti nell'ecosistema (Chabaane et al., 2015). Recentemente, diversi studi hanno messo in luce l'interferenza esercitata da fitofagi invasivi sulla comunicazione semiochimica in sistemi tritrofici, pianta-fitofago-parassitoide. Ad esempio, Bukovinsky et al. (2012) hanno evidenziato che il lepidottero invasivo *Mamestra brassicae* determina forti cambiamenti dei VOCs emessi dalla pianta ospite *B. oleracea*, i quali influenzano le interazioni della pianta sia con il lepidottero autoctono *Pieris brassicae* sia con il suo nemico naturale, l'imenottero *Cotesia glomerata*. In un sistema simile, Desurmont e coautori (2018) hanno messo in luce che la contemporanea presenza di *P. brassicae* e del lepidottero invasivo *Spodoptera exigua* sulla pianta ospite determina un'alterazione di HIPVs che interferisce con l'attrazione del parassitoide *C. glomerata*. In maniera simile, l'attrazione dei parassitoidi *Trichogramma brassicae* e *T. evanescens* nei confronti di piante di *Brassica nigra* viene alterata se questa, oltre ad essere attaccata da *P.*

brassicace, è attaccata anche da *S. exigua* (Cusumano et al., 2015). Nel caso del sistema tritrofico *Vicia faba* – *Nezara viridula* – *Trissolcus basalus*, è noto che gli OIPVs emessi dalle piante di fava infestate dall'eterottero pentatomide *N. viridula* determinano l'attrazione delle femmine del parassitoide oofago, uno dei principali antagonisti del fitofago (Colazza et al., 2004). Tuttavia, la contemporanea presenza sulla pianta ospite del pentatomide invasivo *Halyomorpha halys*, specie di origine asiatica che recentemente si è insediata in numerose regioni nord americane ed europee, determina una variazione dei VOCs emessi, a causa della quale *T. basalus* non è più attratto dalla pianta attaccata (Martorana et al., 2017). Questa osservazione permette di evidenziare come l'impatto del fitofago invasivo sulle reti trofiche locali sia di complessa valutazione. Infatti, analizzando soltanto il sistema tritrofico locale, l'azione di disturbo della comunicazione tra pianta e antagonista naturale risulta negativa dal punto di vista applicativo, in quanto ostacola il ritrovamento dell'ospite da parte dell'oo-parassitoide e quindi la sua azione di controllo della popolazione del fitofago associato. Analizzando il sistema con un approccio multitrofico,

la mancata risposta ai VOCs emessi dalle piante con contemporanea infestazione dei due fitofagi, può risultare un beneficio per il parassitoide, in quanto *T. basalus*, pur essendo capace di parassitizzare le uova di *H. halys*, in campo ha una bassissima percentuale di emergenza (Haye et al., 2015). Di conseguenza, la mancata risposta permette all'oo-parassitoide di concentrare la sua ricerca sui VOCs più promettenti, quelli cioè che lo guidano verso il suo ospite associato, evitando quelli che lo potrebbero condurre verso un "evolutionary trap", un ospite, cioè, non in grado di far sviluppare la progenie (Abram et al., 2014).

Come brevemente evidenziato, l'impatto di una specie invasiva sulla comunicazione semiochimica tra piante, fitofagi e nemici naturali autoctoni può avere molteplici conseguenze ecologiche spesso difficili da stimare nella loro globalità; pertanto, valutare l'effettivo impatto ecologico di una specie aliena è una sfida complessa da affrontare da parte dei ricercatori, in quanto necessita di approcci che analizzino le diverse interazioni tra organismi nella complessità dell'ecosistema.

Bibliografia

- Abram P. K., Garipey T. D., Boivin G., Brodeur, J. (2014). An invasive stink bug as an evolutionary trap for an indigenous egg parasitoid. *Biological Invasions*, 16: 1387-1395.
- Bukovinszky T., Poelman, E. H., Kamp A., Hemerik L., Prekatsakis G., Dicke, M. (2012). Plants under multiple herbivory: consequences for parasitoid search behaviour and foraging efficiency. *Animal Behaviour*, 83: 501-509.
- Chabaane Y., Laplanche D., Turlings T. C., Desurmont G. A. (2015). Impact of exotic insect herbivores on native tritrophic interactions: a case study of the African cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* and insects associated with the field mustard *Brassica rapa*. *Journal of Ecology*, 103: 109-117.
- Colazza S., Fucarino A., Peri E., Salerno G., Conti E., Bin F. (2004). Insect oviposition induces volatile emission in herbaceous plants that attracts egg parasitoids. *Journal of Experimental Biology*, 207: 47-53.
- Cusumano A., Weldegergis B. T., Colazza S., Dicke M., Fatouros, N. E. (2015). Attraction of egg-killing parasitoids toward induced plant volatiles in a multi-herbivore context. *Oecologia*, 179: 163-174.

- Desurmont G. A., Harvey J., van Dam N. M., Cristescu S. M., Schiestl F. P., Cozzolino S., Anderson P., Larsson M. C., Kindlmann P., Danner, H., Turlings, T. C. (2014). Alien interference: disruption of infochemical networks by invasive insect herbivores. *Plant, Cell & Environment*, 37: 1854-1865.
- Desurmont G. A., Guiguet A., Turlings, T. C. (2018). Invasive insect herbivores as disrupters of chemically-mediated tritrophic interactions: effects of herbivore density and parasitoid learning. *Biological Invasions*, 20: 195-206.
- Dicke M., Loreto F. (2010). Induced plant volatiles: from genes to climate change. *Trends in Plant Science*, 15: 115-117.
- Gandhi K. J., Herms D. A. (2010). Direct and indirect effects of alien insect herbivores on ecological processes and interactions in forests of eastern North America. *Biological Invasions*, 12(2): 389-405.
- Guarino S., Peri E., Colazza S., Luchi N., Michelozzi M., Loreto, F. (2017). Impact of the invasive painted bug *Bagrada hilaris* on physiological traits of its host *Brassica oleracea* var botrytis. *Arthropod-Plant Interactions*, 11: 649-658.
- Haye T., Fischer S., Zhang J., Garipey, T. (2015). Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe? *Journal of Pest Science*, 88: 693-705.
- Hilker M., Fatouros N. E. (2015). Plant responses to insect egg deposition. *Annual Review of Entomology*, 60: 493-515.
- Kenis M., Auger-Rozenberg M. A., Roques A., Timms L., Péré C., Cock M. J., Settele J., Augustin S., Lopez-Vaamonde, C. (2009). Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions*, 11: 21-45.
- Martorana L., Foti M. C., Rondoni G., Conti E., Colazza S., Peri E. (2017). An invasive insect herbivore disrupts plant volatile-mediated tritrophic signalling. *Journal of Pest Science*, 90: 1079-1085.
- Moujahed R., Frati F., Cusumano A., Salerno G., Conti E., Peri E., Colazza S. (2014). Egg parasitoid attraction toward induced plant volatiles is disrupted by a non-host herbivore attacking above or below-ground plant organs. *Frontiers in Plant Science* 5: 601.
- Pimentel D. (2014). *Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species*. CRC press.
- Roy H. E., De Clercq P., Handley L. J. L., Poland R. L., Sloggett J. J., Wajnberg E. (2011). Alien arthropod predators and parasitoids: an ecological approach. *BioControl*, 56(4): 375-382.
- Salerno G., Frati F., Marino G., Ederli L., Pasqualini S., Loreto F., Colazza S., Centritto M. (2017). Effects of water stress on emission of volatile organic compounds by *Vicia faba*, and consequences for attraction of the egg parasitoid *Trissolcus basalis*. *Journal of Pest Science*, 90: 635-647.
- Shiojiri K., Takabayashi J., Yano S., Takafuji, A. (2002). Oviposition preferences of herbivores are affected by tritrophic interaction webs. *Ecology Letters*, 5: 186-192.

GESTIONE DELLE EMERGENZE FITOSANITARIE IN RELAZIONE AGLI SCHIANTI DA VENTO CAUSATI DALLA TEMPESTA VAIA

Massimo Faccoli e Andrea Battisti

Dipartimento DAFNAE, Università di Padova

Gli eccezionali eventi meteorologici del 28, 29 e 30 ottobre 2018 hanno provocato estesi e intensi schianti da vento al patrimonio forestale delle Alpi nord-orientali. In tale contesto di criticità la questione fitosanitaria, in una prospettiva di breve-medio termine, è destinata a divenire elemento di grande e cruciale importanza con particolare riferimento all'azione preventiva e di controllo di possibili, gravi attacchi parassitari da parte di coleotteri scolitidi a carico dell'abete rosso (*Picea abies*), stante il pressoché totale interessamento di popolamenti a prevalente composizione monospecifica di queste specie. Il timore è suffragato dalle esperienze pluriennali in ambito europeo che hanno accertato la comparsa di estese infestazioni di coleotteri scolitidi a carico di conifere schiantate a seguito di eventi meteorici eccezionali del recente passato quali "Gudrun" in Scandinavia (2005), "Vivian" (1990) e "Lothar" in Germania, Francia e Svizzera (1999).

Il rischio di pullulazioni di scolitidi per le Alpi orientali è infatti elevato. In particolare si temono pullulazioni di bostrico tipografo, o bostrico dell'abete rosso (*Ips typographus*), sia a carico dei tronchi di abete rosso a terra sia, successivamente, sulle piante vive presenti nei pressi delle aree di schianto, come già osservato in altre realtà forestali europee. Tale valutazione si basa anche sul fatto che, oltre alla grande disponibilità di materiale infestabile oggi presente nei nostri boschi, le popolazioni di scolitidi delle Alpi meridionali compiono più generazioni all'anno a differenza delle popolazioni dell'Europa centrale e settentrionale. Recenti indagini portano inoltre a evidenziare una recente forte aggressività delle popolazioni di *Ips typographus* in Alto Adige, Trentino e Friuli Venezia Giulia. Da qui nasce l'esigenza di prospettare un insieme di linee operative in base alle quali impostare le successive fasi decisionali e attuative della gestione di tale criticità, come di seguito illustrato.

Valutazione della disponibilità di materiale per la riproduzione

La prima azione da intraprendere per una corretta gestione fitosanitaria del problema bostrico è rappresentata dalla valutazione della disponibilità di materiale per la riproduzione dell'inset-

to. A oggi, le stime disponibili per l'intero territorio interessato dai danni causati da Vaia (dalla Lombardia orientale al Friuli Venezia Giulia) ammontano a circa 8,5 milioni di m³ di legname a terra, cui si deve aggiungere una cifra non ancora stimata di alberi ancora in piedi ma fortemente compromessi. Circa metà del volume è accorpato in aree totalmente abbattute mentre l'altra metà si trova in una condizione di elevata eterogeneità distributiva. Di grande importanza nell'individuazione delle priorità d'intervento e nell'applicazione dei relativi, diversificati protocolli di contenimento sarà la identificazione delle aree appartenenti alla rete Natura 2000, la terminazione dei popolamenti interessati da certificazione (PEFC o FSC) in cui ricadono gli schianti, il valore economico del materiale a terra oltre all'accessibilità delle varie aree interessate dagli schianti.

Interventi su piante abbattute o accatastate

Per quanto riguarda le piante abbattute, condizionatamente alle possibilità di accesso operativo offerte dai siti di schianto, si dovrà procedere all'esbosco o alla loro scortecciatura qualora non sia possibile un loro immediato allontanamento dall'ambiente forestale. In riferimento alle catasti, le moderne tecniche di esbosco e di prima lavorazione delle piante, effettuate con l'esteso impiego di processori multifunzione, consentono la formazione di catasti di legname spesso già nei piazzali di imposto a ridosso dei cantieri di utilizzazione. Qualora la scortecciatura dei tronchi non fosse possibile o conveniente, una possibile soluzione per la loro protezione, ampiamente applicata in molti paesi dell'Europa e dell'America settentrionale, si basa sulla continua irrorazione con acqua. L'irrorazione continua di acqua nelle ore diurne mantiene fresco e umido il legno contrastando in tal modo l'insediamento degli insetti xilofagi. La soluzione prefigurata è peraltro ipotizzabile in contesti di piazzale di deposito di lungo periodo o di segheria, con il materiale legnoso già selezionato per le successive destinazioni di impiego.

Interventi a protezione delle piante in piedi

Per rendere la protezione delle piante più efficiente sarà necessario da un lato ridurre il più possibile la capacità di moltiplicazione del bostrico, come descritto sopra, e dall'altro abbattere numericamente le sue popolazioni. A tal fine è possibile utilizzare una parte degli alberi schiantati come tronchi esca attivati con feromoni. L'obiettivo consiste nell'attrarre quanti più insetti possibile nei tronchi che andranno poi scortecciati entro la fine dello sviluppo larvale e lasciati sul posto. In questo modo la popolazione iniziale, che ci si attende essere di bassa densità, viene ostacolata nella crescita demografica e si ottiene una protezione indiretta sia dei tronchi a terra sia degli alberi in piedi che potranno essere oggetto di attacco negli anni successivi. Trattandosi di una operazione tecnicamente complessa, visti in particolare i tempi ristretti di intervento, deve essere valutata in modo accurato e con personale specificamente addestrato. Negli anni successivi si potrà invece dare corso agli interventi di contenimento dell'insetto e di protezione dei boschi circostanti gli schianti mediante la tecnica del "push and pull", già testata su diverse specie di scolitidi di conifere incluso il bostrico tipografo, che vede l'impiego di sostanze repellenti (ad es. verbenone) variamente applicate sugli alberi di margine, associate al posizionamento di trappole a feromoni di aggregazione, da collocarsi nelle aree centrali degli schianti, per la cattura e la eliminazione di massa degli insetti (mass killing).

Interventi di monitoraggio

Il monitoraggio della densità di popolazione degli scolitidi mediante trappole dovrà essere affiancato da un programma di sorveglianza del territorio mirato a rilevare tempestivamente l'eventuale comparsa di nuovi focolai d'infestazione (spot proliferation) o l'ampliamento di quelli esistenti (spot growth). La verifica della colonizzazione del materiale a terra e in piedi verrà eseguita in ciascuna delle principali aree di schianto, entro la fine di luglio per l'individuazione delle piante colpite dalla prima generazione e durante l'autunno-inverno per l'individuazione delle piante colpite dalle generazioni successive. Il piano di monitoraggio, sia in termini di predisposizione di trappole che di sorveglianza del territorio, dovrà essere ripetuto con una prospettiva di reiterazione non inferiore ai 3-4 anni.

Previsioni future

Sulla base dei modelli previsionali disponibili a livello europeo (Marini et al. 2017) e dell'Italia nord orientale (Faccoli 2009) è possibile delineare degli scenari di attacco per i prossimi anni. Nel 2019 e parte del 2020 è facilmente prevedibile una sicura colonizzazione del materiale a terra. L'attacco non dovrebbe essere drammatico poiché le popolazioni si troveranno in una fase di bassa densità demografica. I primi attacchi consistenti a piante in piedi dovrebbero avvenire a partire dall'estate 2020. La popolazione del 2020 dovrebbe infatti essere in netta crescita rispetto al 2019, ma il successo degli attacchi alle piante in piedi dipenderà dall'andamento climatico del 2019. Se ci sarà siccità fra marzo e luglio 2019, con precipitazioni medie inferiori a circa 600-700 mm (Faccoli, 2009), nel 2020 è lecito aspettarsi un'elevata mortalità di piante in piedi. Al contrario una stagione piovosa nel 2019 dovrebbe mantenere alte le difese delle piante in piedi e rallentare il disseccamento dei tronchi a terra che resteranno suscettibili di colonizzazione anche per lunghi periodi, riuscendo a contenere e diluire nel tempo i futuri attacchi del bostrico.

Oltre a questa dinamica generale le condizioni locali possono giocare un ruolo decisivo. In particolare le peccete secondarie (ad es., piantagioni e riforestazioni) realizzate nei decenni scorsi fuori zona (in ambienti troppo caldi) saranno, con buona probabilità, quelle più colpite a parità di condizioni climatiche. In quest'ottica sarebbe utile individuare le macro-zone geografiche in cui l'abete rosso è maggiormente esposto a stress idrici sulla base di informazioni disponibili in ambiente GIS (distribuzione precipitazioni, DEM, suolo, etc.). Se queste aree si trovano in prossimità di zone schiantate, si può prevedere un elevato rischio di attacco. La gestione di queste aree (sgombero e distruzione del materiale a terra) dovrebbe quindi essere prioritaria.

Bibliografia

Faccoli M., 2009: Effect of weather on *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae): phenology, voltinism, and associated spruce mortality in the Southeastern Alps. *Environ. Entomol.*, 38: 307-316.

Marini L., Økland B., Jönsson A. M., Bentz B., Carroll A., Forster B., Grégoire J.-C., Hurling R., Nageleisen L. M., Netherer S., Ravn H. P., Weed A., Schroeder M., 2017. Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forests. *Ecography*, 40: 1426–1435.



Fig.1 Attacco di tipografo su abete rosso.

IL RUOLO DEI SEMIOCHIMICI NELLA DIFESA INTEGRATA DELLE COLTURE A 60 ANNI DALL'IDENTIFICAZIONE DEL PRIMO FEROMONE SESSUALE

Giacinto S. Germinara¹, Antonio De Cristofaro², Giuseppe Rotundo²

¹ Università degli Studi di Foggia, Dipartimento S.A.F.E.

² Università degli Studi del Molise, Dipartimento A.A.A.

I cambiamenti climatici in atto, ed in particolare l'innalzamento della temperatura e l'alterato andamento delle precipitazioni, rendono sempre più difficile il controllo degli insetti dannosi, in conseguenza delle modificazioni indotte nell'ecofisiologia delle piante, nelle prestazioni biologiche dei fitofagi e dell'ampliamento dei loro areali di distribuzione (Battisti e Naylor, 2009; Witzgall et al., 2010). È da considerare, inoltre, che l'intensificazione degli scambi commerciali sta favorendo la diffusione di nuove specie aliene e invasive e che l'incremento demografico mondiale richiederà una crescente produzione di alimenti sani e sicuri. In tale scenario, appare chiara la necessità di sviluppare nuovi mezzi di controllo degli insetti dannosi da impiegare in strategie di controllo integrato, in alternativa o in combinazione con i mezzi chimici convenzionali.

I semiochimici (Gk. semeion = segnale), sostanze coinvolte nella comunicazione chimica tra organismi viventi, sono distinti in feromoni e allelochimici. I feromoni (Gk. pherein = trasportare e ormao = stimolo) inducono, in individui della stessa specie, reazioni specifiche di tipo fisiologico e/o comportamentale. Alla percezione di un feromone può seguire una risposta comportamentale immediata (effetto *releaser*), o un complesso di risposte fisiologiche e/o morfo-

logiche a cui possono conseguire manifestazioni comportamentali (effetto *primer*) (Wilson e Bossert, 1963). In base alla funzione svolta, si distinguono feromoni sessuali, di allarme, traccia, marcanti, inibitori, di aggregazione, ecc. Gli allelochimici (Gk. allelon = reciproco) mediano la comunicazione tra specie e regni viventi diversi (Whittaker e Feeny, 1971) e sono classificati in: allomoni, utili all'organismo che emette lo stimolo; cairomoni, utili all'organismo ricevente; sinomoni, utili ad entrambi gli organismi coinvolti nella comunicazione; apneumoni, emessi da materiale non vivente e utili all'organismo ricevente; antiferomoni, utili all'organismo che emette lo stimolo per inibire l'attrazione di maschi eterospecifici (Brown et al., 1970).

La possibilità di manipolare opportunamente il comportamento di insetti dannosi mediante l'impiego di semiochimici fu postulata subito dopo l'osservazione, nel 1870, di come una femmina di *Saturnia pyri* (Den. & Schiff.) fosse in grado di attrarre decine di maschi, anche a notevole distanza (Fabrè, 1911), e molti anni prima della pubblicazione relativa all'identificazione e alla sintesi del primo feromone sessuale di un insetto, il bombicolo delle femmine di *Bombyx mori* (L.) (Butenandt et al., 1959). L'interesse per lo studio dell'ecologia chimica degli insetti suscitato dal lavoro di Butenandt e collaboratori

ha portato, nell'arco di sessanta anni, all'identificazione dei feromoni di diverse centinaia di specie ed alla caratterizzazione dell'attività biologica di numerosi allelochimici (El Sayed et al., 2019).

La maggior parte di tali ricerche sono state ispirate dalla prospettiva di mettere a punto strategie ecosostenibili di lotta, in considerazione dell'origine naturale di tali sostanze, l'elevata attività biologica, svolta anche a dosi molto basse, l'elevata specificità e l'impatto pressoché nullo sulle specie non bersaglio. Contemporaneamente all'identificazione dei primi feromoni sessuali, infatti, le ricerche furono indirizzate allo sviluppo di applicazioni pratiche che hanno riguardato inizialmente il monitoraggio delle popolazioni delle specie dannose. Successivamente, con la dimostrazione, da parte di Shorey e collaboratori (Gaston et al., 1967), della capacità dei feromoni sessuali di interferire efficacemente sull'attività riproduttiva degli insetti, le ricerche sono state indirizzate anche alla messa a punto di metodi innovativi di controllo.

La finalità prevalentemente applicativa di tali studi ha richiesto una forte integrazione tra ricerca di base, per l'identificazione delle molecole biologicamente attive, mediante analisi chimica strumentale, elettrofisiologia e analisi comportamentali, e ricerca applicata, per ottimizzare attrattivi, erogatori e trappole e definire appropriati protocolli applicativi, principalmente mediante attività di campo. Altro elemento caratterizzante la ricerca sui semiochimici è stata la stretta collaborazione tra enti di ricerca e industrie che ha reso possibile lo scale-up industriale ed il trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca.

In generale, i semiochimici trovano applicazione sia come mezzi di lotta indiretti (monitoraggio) che diretti (cattura massale, lotta attratticida, confusione sessuale, disorientamento del maschio). Tali applicazioni riguardano principalmente i semiochimici intraspecifici, ed in particolare i feromoni sessuali e di aggregazione, e in

minor misura alcuni semiochimici interspecifici, soprattutto caïromoni e allomoni. Con il D.L. n. 150 del 14 agosto 2012, che ha recepito la Direttiva UE 128/2009 relativa a "Uso sostenibile degli agrofarmaci", la difesa integrata è stata resa obbligatoria dal 1° gennaio 2014. Ciò ha dato notevole impulso all'impiego dei semiochimici in agricoltura, potendo essi soddisfare, in molti casi, la necessità di adottare sia validi strumenti di monitoraggio dei parassiti, necessari per l'ottimizzare del timing delle misure di controllo, che mezzi di difesa a basso impatto, elementi portanti della difesa integrata. Un accurato monitoraggio delle specie dannose è anche dettato dalla limitata azione curativa dei moderni insetticidi che, pertanto, risultano efficaci solo se applicati tempestivamente, spesso poco tempo dopo l'inizio dell'attività di volo della specie da controllare.

Una criticità talvolta emersa nella realizzazione di attività di monitoraggio mediante attrattivi sessuali è la ridotta efficacia e selettività di alcuni formulati in commercio che può ovviamente indurre ad errori di valutazione dei risultati. Ciò dipende, in genere, dalla mancanza di alcuni componenti secondari negli attrattivi utilizzati a causa della conoscenza parziale dei blend feromonici naturali oppure a variazioni geografiche della composizione del blend feromonico di una stessa specie. Appare opportuno, pertanto, valutare attentamente le formulazioni commerciali, soprattutto quando applicate per il monitoraggio di popolazioni geograficamente lontane da quelle utilizzate per l'identificazione del feromone. La rivisitazione dei blend feromonici di alcune specie con tecniche avanzate di indagine chimica (gascromatografia; gascromatografia abbinata a spettrometria di massa), elettrofisiologica (elettroantennografia, Single Cell Recording), chimico-elettrofisiologica (gascromatografia abbinata ad elettroantennografia, gascromatografia abbinata a spettrometria di massa ed elettroantennografia) e comportamentale (tunnel del vento, olfattometri) ha portato all'identificazione di ulteriori componenti del

feromone sessuale di specie di rilevante interesse economico anche in Italia, tra cui *Malacosoma neustrium* (L.) (Rotundo et al., 2004), *Sesamia cretica* (Lederer) (Germinara et al., 2007), *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Germinara et al., 2015) (Fig. 1) e ad un significativo miglioramento dell'efficacia degli attrattivi in commercio (Fig. 2). Un crescente interesse sta emergendo anche per l'impiego di trappole automatiche, in grado di rilevare e comunicare in tempo reale l'andamento delle catture e di ridurre l'impiego di personale che attualmente rappresenta la principale voce di costo delle attività monitoraggio. Per tali caratteristiche, le trappole automatiche possono costituire una componente importante di più complessi sistemi di supporto alle decisioni, coerentemente ai principi dell'agricoltura di precisione.

Tra i metodi di controllo diretto basati sull'impiego di feromoni sessuali, ottimi risultati, talvolta migliori di quelli ottenuti con mezzi chimici convenzionali, sono forniti dalla confusione sessuale nel controllo dei principali lepidotteri dannosi a fruttiferi (Rotundo e Viggiani, 1992; Angeli et al., 2007), vite (Ioriatti et al., 2011; Cocco et al., 2014) e, a livello sperimentale, di alcune tortrici delle castagne (De Cristofaro et

al., 2018). Il metodo, opportunamente applicato, permette di interferire efficacemente sulla percezione e sulla risposta comportamentale del maschio al feromone sessuale della femmina, probabilmente attraverso meccanismi fisiologici, quali il mascheramento del messaggio feromonico, la desensibilizzazione del maschio al feromone, lo sbilanciamento del messaggio feromonico, che possono assumere una rilevanza relativa diversa a secondo della specie considerata (Miller et al., 2006 a, b). Negli ultimi anni, l'impiego della confusione sessuale è in continua espansione, accompagnata dalla messa a punto di nuove tecnologie come, ad esempio, quella dei diffusori temporizzati (puffers) che, oltre ad ottimizzare l'impiego del feromone, riducono i tempi di applicazione in campo e, di conseguenza, i costi del trattamento.

In definitiva, sulla base delle brevi considerazioni sopra espresse, è possibile ipotizzare un sempre più diffuso impiego dei semiochimici nella difesa integrata delle colture, tendenza confermata anche dalle previsioni sul mercato dei feromoni il cui volume di affari dovrebbe passare da 360 milioni di dollari del 2018 a 870 milioni di dollari nel 2025 (Reports monitor, 2019).

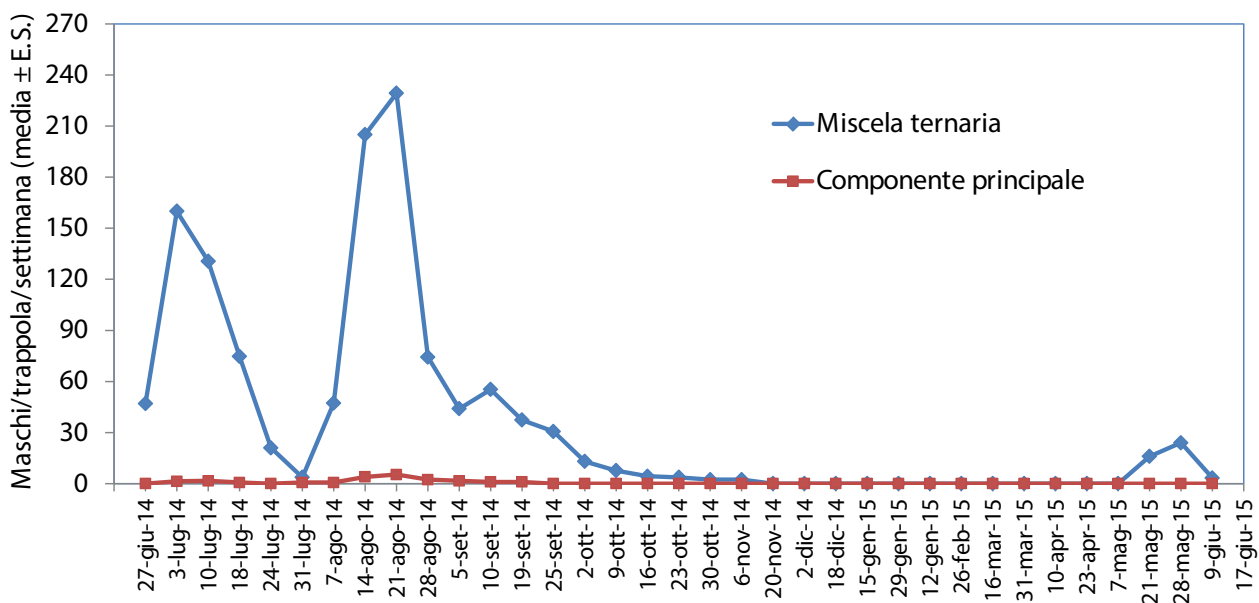


Fig. 1 - Curve di volo di *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae) registrate in coltivazioni di pomodoro da industria della provincia di Foggia mediante trappole ad olio attivate con dispensatori di gomma innescati con il solo componente principale del feromone sessuale o una miscela ternaria contenente due ulteriori componenti secondari.



Fig. 2 - Trappola utilizzata per il monitoraggio di *H. armigera* (a) e confronto delle catture ottenute con il solo componente principale del feromone sessuale (b) o una miscela ternaria contenente due ulteriori componenti secondari (c).

Bibliografia

Angeli, G., Anfora, G., Baldessari, M., Germinara, G.S., Rama, F., De Cristofaro, A., Ioriatti, C. (2007). Mating disruption of codling moth *Cydia pomonella* with high densities of Ecodian sex pheromone dispensers. *Journal of Applied Entomology*, 131, 311-318.

Battisti, D.S., Naylor, R.L. (2009). Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science*, 323, 240-244.

Brown, W.L., Eisner, T., Whittaker, R.H. (1970). Allomones and kairomones: transpecific chemical messengers. *BioScience*, 20, 21-22.

Butenandt, A., Beckmann, R., Stamm, D., Hecker, E. (1959). Über den sexual-lockstoff des seidenspinners *Bombyx mori*. Reindarstellung und konstitutionsermittlung. *Zeitschrift für Naturforschung*, 14b, 283-284.

Cocco, A., Lentini, A., Serra, G. (2014). Mating Disruption of *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in vineyards using reservoir pheromone dispensers. *Journal of Insect Science*, 14, 144, <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu006>

De Cristofaro, A., Griffo, R., Mancini, M., Di Domenico, C., Rotundo, G., Germinara, G.S., Gannassi, S. (2018). Control of chestnut moths, *Cydia fagiglandana* and *C. splendana*, by mating disruption. *Proceedings of the XI European Congress of Entomology, Naples, 2-6 July, 2018*: 37.

- El-Sayed, A.M. (2019). The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals. <http://www.pherobase.com>
- Fabré, J.H. (1911). Social life in the insect world, Harmondsworth, UK, Penguin.
- Gaston, L.K., Shorey, H.H., Saario, L.A. (1967). Insect population control by the use of sex pheromone to inhibit orientation between sexes. *Nature*, 213, 1155.
- Germinara, G.S., Elgargoti, A., De Cristofaro, A., Rotundo, G. (2007) Female sex pheromone of *Sesamia cretica*: chemical and behavioral evidence for a three-component blend. *Entomologia Experimentalis et applicata*, 124, 213-219.
- Germinara, G.S., Di Cataldo, M., Ronga, G., Tabanelli, G.L. (2015). Development of an effective monitoring tool for a sustainable control of *Helicoverpa armigera* in Italy. Proceedings of the 1th Farm Network Conference, Bad Durkheim (Germania), 23-24 November, 2015: 12-17.
- Ioriatti, C., Anfora, G., Tasin, M., De Cristofaro, A., Witzgall, P., Lucchi A. (2011). Chemical ecology and management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 104, 1125-1137.
- Miller, J.R., Gut, L.J., De Lame, F.M., Stelinski, L.L. (2006a). Differentiation of competitive *vs.* non-competitive mechanisms mediating disruption of moth sexual communication by point sources of sex pheromone (Part I): theory. *Journal of Chemical Ecology*, 32, 2089-2114.
- Miller, J.R., Gut, L.J., De Lame, F.M., Stelinski, L.L. (2006b). Differentiation of competitive *vs.* non-competitive mechanisms mediating disruption of moth sexual communication by point sources of sex pheromone (Part 2): case studies. *Journal of Chemical Ecology*, 32, 2115-2143.
- Report monitor (2019). Global Pheromones Market Report, History and Forecast 2014-2025.
- Rotundo, G., Germinara, G.S., De Cristofaro, A. (2004). Chemical, electrophysiological and behavioural investigations on the sex pheromone of lackey moth, *Malacosoma neustria*. *Journal of Chemical Ecology*, 30, 2057-2069.
- Rotundo, G., Viggiani, G. (1992). Experiences with mating disruption for controlling *Cydia molesta* (Busck) and *Anarsia lineatella* Zeller in nectarine orchards of southern Italy. *OILB-SROP Bulletin*, 15, 61-64.
- Whittaker, R.H., Feeny, P. (1971). Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science*, 171, 757.
- Wilson, E.O., Bossert, W.H. (1963). Chemical communication among animals, recent progress, *Hormone Research*, 19, 673-716.
- Witzgall, P., Kirsch, P., Cork, A. (2010). Sex pheromones and their Impact on pest management, *Journal of Chemical Ecology*, 36, 80-100.

XYLOSANDRUS COMPACTUS (EICHHOFF)

EMERGENZA FITOSANITARIA PER I CARRUBI SICILIANI

Antonio Gugliuzzo e Giovanna Tropea Garzia

Università di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente

L'introduzione accidentale di *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), specie originaria di aree tropicali e subtropicali asiatiche, sta causando in Italia danni allarmanti al patrimonio vegetale e paesaggistico, a causa delle infestazioni a carico di alberi e arbusti di interesse forestale, ornamentale e da legno. Il rinvenimento di popolazioni del fitofago su alberi di carrubo nel territorio della provincia di Ragusa, da sempre vocato alla sua coltivazione, desta un'enorme preoccupazione per il mantenimento di questa specie, originaria della parte meridionale del bacino del Mediterraneo.

Gravi implicazioni sono connesse infatti ai rischi per il patrimonio carrubicolo che, pur se limitato in termini di superfici coltivate, assume una rilevante valenza ecologica, biogeografica e paesaggistica, in quanto inserito in contesti naturalistici di pregio e oggetto di fiorenti attività turistiche. Questa specie arborea alimenta peraltro un significativo indotto economico del territorio derivante dalla utilizzazione della polpa del frutto nell'industria mangimistica e, soprattutto, dalla utilizzazione della farina dei semi nell'industria alimentare. Il carrubo inoltre contribuisce ad arricchire e migliorare la struttura di alcuni terreni, in special modo nelle aree interne dei Monti Iblei. La pianta di carrubo è capace di resistere bene ad avversità di natura biotica e abiotica; per tale motivo l'aspetto fitosanitario in genere non viene tenuto in grande considerazione. In molte situazioni, però, le piante non sono potate adeguatamente, non sono irrigate né concimate e si trovano in condizioni di estrema siccità. In questi casi sono quindi esposte ad attacchi di insetti fitofagi, soprattutto xilofagi, che prediligono tali situazioni.

Xylosandrus compactus è un coleottero xilofago che si nutre del legno di alberi in condizione di forte stress e in fase di senescenza; tuttavia l'insetto può attaccare anche piante sane, provocandone il disseccamento dei rami e la conseguente perdita di produzione. I danni sono principalmente legati ai fori d'ingresso e alle gallerie create dalle femmine, all'interno delle quali vivono le colonie (Fig. 1). Lo sviluppo avviene con il concorso di funghi simbiotici di cui l'insetto si nutre, quale *Ambrosiella xylebori* Brader, e specie afferenti al genere *Fusarium*, che causano alterazioni pericolose per la pianta.

Di origine asiatica, il fitofago nel 2011 è stato accidentalmente introdotto in Italia (Campania e Toscana) (Garonna *et al.*, 2012; Francardi *et al.*, 2012) dove si è adattato velocemente al clima e ha manifestato un rapido e notevole incremento su piante di leccio e alloro. Nel 2014 nell'isola di Capri sono state intercettate piante di carrubo infestate. In tutti i territori dove è stato introdotto accidentalmente, *X. compactus* è diventato un serio problema fitosanitario in poco tempo, anche per la molteplicità di piante ospiti che può attaccare (Vannini *et al.*, 2017), tra cui quelle di origine tropicale la cui coltivazione si va sempre più diffondendo. Gli effetti nei confronti della produzione

agricola e forestale possono essere infatti disastrosi, generando spesso elevate perdite economiche. Inoltre, l'oggettiva difficoltà risulta quella di controllare adeguatamente la specie con i mezzi attualmente disponibili e di pianificare una strategia di contenimento efficace e rispettosa dell'ambiente.

Xylosandrus compactus compie in Sicilia almeno 4 generazioni all'anno, in funzione dell'andamento climatico stagionale (Gugliuzzo *et al.*, in prep.). L'insetto svolge il proprio ciclo biologico, della durata di circa 28 giorni, all'interno della pianta ospite (Ngoan *et al.*, 1976). Le femmine adulte, dopo essere state fecondate, lasciano la galleria attraverso lo stesso foro di ingresso creato dalla madre e migrano su altri rami dando origine alle nuove infestazioni (Fig. 2).

Nell'ambito delle attività volte a proteggere il patrimonio carrubicolo locale, la Regione Siciliana ha finanziato una ricerca tramite un accordo biennale con il Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università di Catania che ha predisposto un progetto di ricerca con i seguenti obiettivi:

- Studiare la biologia e il comportamento di *X. compactus*, in relazione alle condizioni ambientali siciliane e alla peculiare configurazione bioagronomica del carrubo in Sicilia;
- Individuare le strategie e i mezzi di profilassi e d'intervento per il contenimento dello scoltide e delle possibili problematiche fitopatologiche, di cui l'insetto potrebbe essere vettore;
- Preservare la coltura del carrubo in modo rispettoso per l'ambiente ed economicamente sostenibile;
- Confinare e/o limitare il più possibile i focolai di infestazione e infezione;
- Promuovere strategie di controllo ecocompatibili;
- Migliorare e divulgare le conoscenze tecniche in un comprensorio ad elevata vocazione agricola.

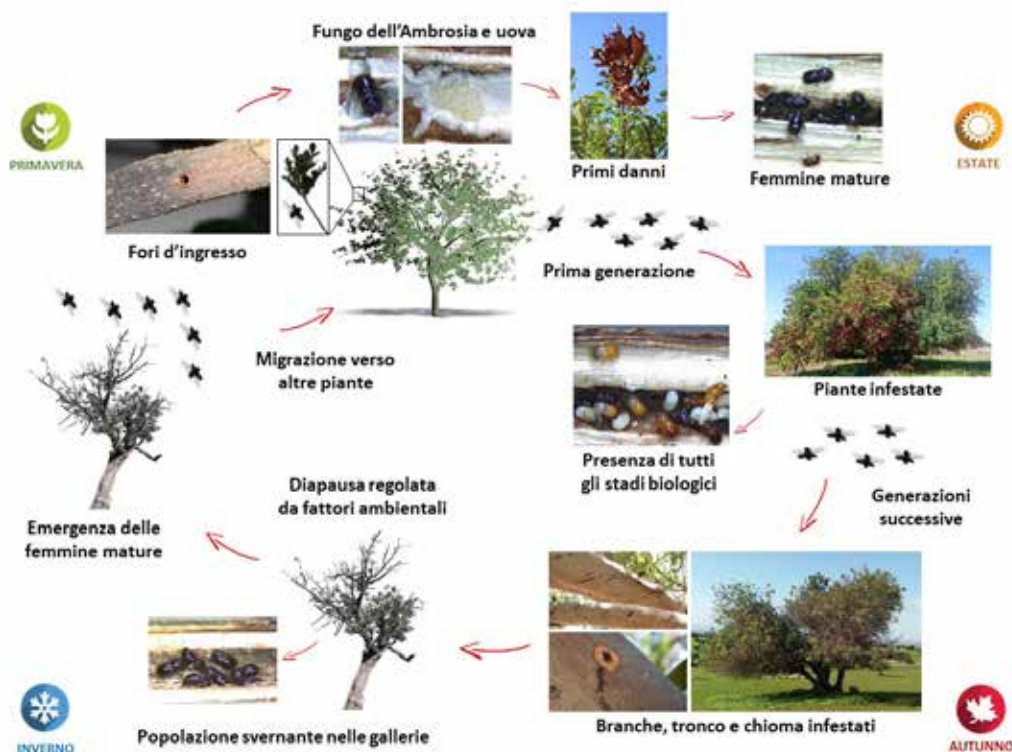
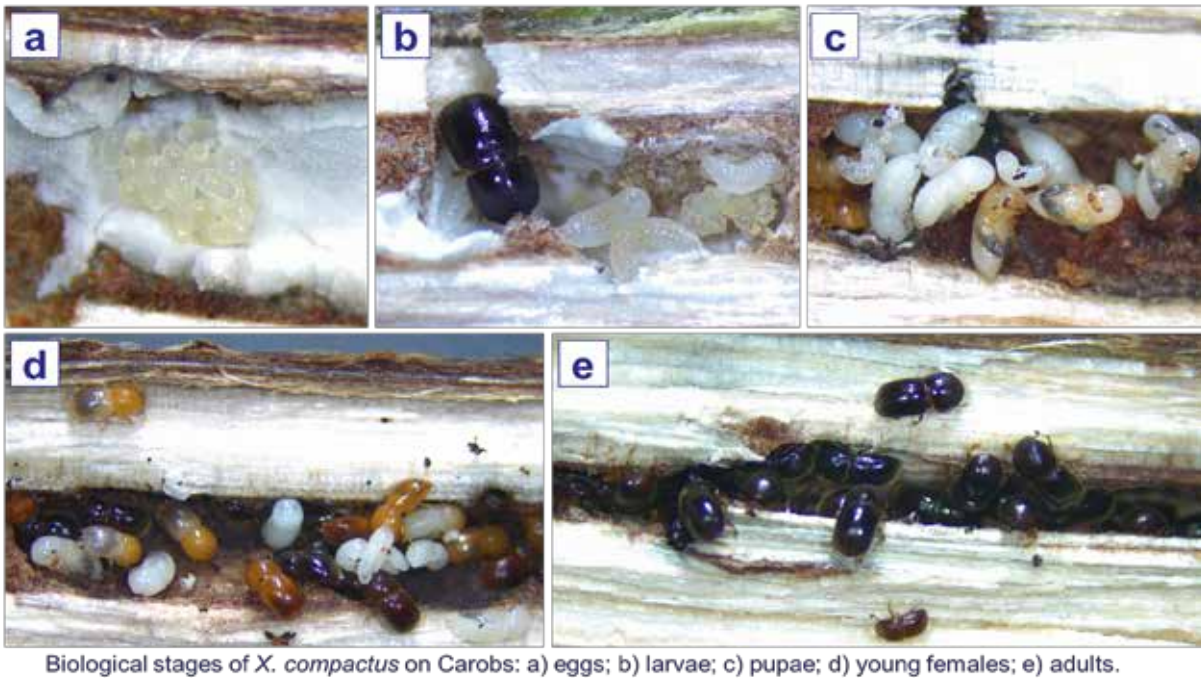


Fig. 1. Rappresentazione schematica del ciclo biologico in Sicilia.



Biological stages of *X. compactus* on Carobs: a) eggs; b) larvae; c) pupae; d) young females; e) adults.

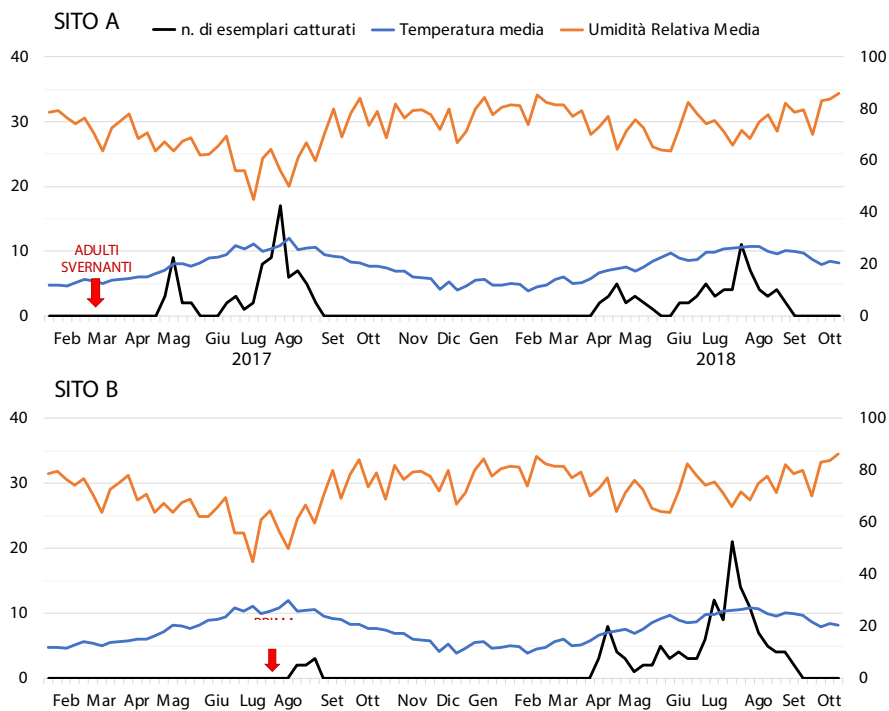
Fig. 2: Stadi biologici di *X. compactus* su rametti di carrubo: a) uova e micelio del fungo simbiotico; b) larve; c) pupe; d) giovani femmine; e) adulti.

Le prime indagini sono state volte allo studio dell'attività di volo di *X. compactus* nell'areale infestato (Gugliuzzo *et al.*, 2019a) e alla valutazione dell'insolito comportamento biologico a carico di branche e tronchi di carrubo (Gugliuzzo *et al.* 2019b).

L'attività di volo di *X. compactus* è stata studiata tra il 2017 e il 2018 in differenti siti della Sicilia Sud Orientale, caratterizzati dalla presenza di un elevato numero di alberi di carrubo coltivati. Il monitoraggio è stato condotto tramite l'impiego di trappole cromotropiche a croce di colore rosso, costituite da due pannelli adesivi (20,5 cm × 15,0 cm). Queste trappole venivano innescate con attrattivo a base di etanolo al 96%, posto all'interno di bottiglie bianche forate (appese sotto le trappole) e riempite per 1/3 (Fig. 3). Queste ultime presentavano due fori ($\varnothing = 3$ cm) sulla parte alta, in modo da consentire l'evaporazione dell'attrattivo. L'intento era quello di catturare gli insetti sulla superficie delle trappole adesive utilizzando l'etanolo solo come attrattivo. Sono state posizionate quattro trappole per ogni sito, a 1,5 metri di altezza e ad una distanza di 50 metri l'una dall'altra. Le trappole venivano controllate ogni 7 giorni e sostituite ogni 14 giorni. Gli adulti catturati venivano identificati e contati. È stata quindi studiata la correlazione tra l'andamento dei voli e i dati climatici locali, forniti dalle stazioni del SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano).



Fig. 3. Trappola utilizzata per il monitoraggio.



(modificato da Gugliuzzo *et al.*, 2019a)

Figura 4. Catture di *X. compactus* in trappole collocate su alberi di carrubo in due siti della Sicilia Sud Orientale: Scicli (RG), 199 m s.l.m. (SITO A) e Donnalucata (Scicli – RG), 18 m s.l.m. (SITO B). Nel Sito A erano presenti adulti in diapausa già dall’inverno del 2016, mentre nel Sito B lo scolitide non era presente nel 2016 ma la prima infestazione è stata riscontrata nell’estate del 2017.

I risultati dell'attività di volo hanno dimostrato che nell'ambiente monitorato, rappresentato tipicamente da flora mediterranea, dove il carrubo è ampiamente diffuso, le femmine svernanti di *X. compactus* vanno a colonizzare i nuovi rametti in primavera. Le catture nelle trappole (Fig. 4) mostrano infatti che il primo volo di *X. compactus* avviene quando le temperature massime giornaliere si stabilizzano per più giorni al di sopra dei 20 °C. Inoltre, è stato possibile individuare due picchi principali di volo in primavera ed estate. Le catture si sono interrotte nel mese di ottobre, quando le temperature sono nuovamente diminuite, in maniera costante, al di sotto dei 20 °C.

Ulteriori studi saranno condotti per valutare l'efficacia di altre trappole e/o attrattivi per il monitoraggio di questa specie nell'ambiente mediterraneo, nonché per la sua cattura massale.

Il comportamento anomalo da parte di *X. compactus* a carico del carrubo, rappresentato dalle pesanti infestazioni su tronchi e branche è stato studiato in 5 siti della Sicilia Sud Orientale ubicati in diversi ambienti (naturale e semi-urbano) e in diversi anni (2017 e 2018) (Gugliuzzo *et al.*, 2019b).



Fig. 5. Segni di infestazione di *X. compactus* a carico di rametti, branche e tronco di alberi di carrubo.

I risultati hanno mostrato che *X. compactus* è capace di infestare con successo branche e tronchi di alberi di carrubo con diametro superiore a 20 e 60 cm rispettivamente (Fig. 5). Questo comportamento si è ripetuto in ambienti e anni diversi.

Alla luce di questi risultati appare necessario un nuovo approccio alla gestione di *X. compactus* nell'ambiente mediterraneo colonizzato. Oltre alle misure di profilassi normalmente raccomandate per limitare le condizioni di stress, nel caso di infestazioni iniziali è buona norma anticipare la potatura dei rametti immediatamente dopo la raccolta dei frutti, prima che l'ultima generazione trovi gli idonei siti di svernamento. Inoltre, in presenza di alberi fortemente attaccati anche su altri organi legnosi si consiglia di valutare l'opportunità di effettuare le operazioni di potatura in funzione della diffusione degli attacchi e dell'ubicazione delle piante infestate, al fine di ridurre la possibile dispersione di questo fitofago esotico.

Bibliografia

- Francardi, V., Pennacchio, F., Santini, L., Rumine, P., Paoli, A., Navarra, A., & Musetti, N. (2012). First report of *Xylosandrus compactus* on *Laurus nobilis* in Tuscany. Giornate Fitopatologiche 2012, Milano Marittima (RA), 13-16 marzo 2012, 443-446.
- Garonna, A. P., Dole, S. A., Saracino, A., Mazzoleni, S., & Cristinzio, G. (2012). First record of the black twig borer *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) from Europe. Zootaxa, 3251, 64-68.
- Gugliuzzo, A., Criscione, G., Siscaro, G., Russo, A. & Tropea Garzia, G. (2019a). First data on the flight activity and distribution of the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) on carob trees in Sicily. EPPO Bulletin (in press).
- Gugliuzzo, A., Criscione, G. & Tropea Garzia, G. (2019b). Unusual behavior of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Scolytinae) on carob trees in a Mediterranean environment. Insects, 10, 82.
- Ngoan, N. D., Wilkinson, R. C., Short, D. E., Moses, C. S., & Mangold, J. R. (1976). Biology of an introduced ambrosia beetle, *Xylosandrus compactus*, in Florida. Annals of the Entomological Society of America, 69(5), 872-876.
- Vannini, A., Contarini, M., Faccoli, M., Valle, M. D., Rodriguez, C. M., Mazzetto, T., Guarneri, D., Vettraino, A. M. & Speranza, S. (2017). First report of the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* and associated fungi in the Mediterranean maquis in Italy, and new host-pest associations. EPPO Bulletin, 47(1), 100-103.

RITROVAMENTO DI *BACTROCERA DORSALIS* IN ITALIA: RECENTI SVILUPPI

Francesco Nugnes¹, Elia Russo¹, Vincenzo Martino², Raffaele Griffo², Umberto Bernardo¹

¹CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Portici (Napoli)

²Servizio Fitosanitario Regione Campania

Introduzione

L'incremento degli scambi commerciali internazionali assieme a molti altri fattori sta determinando un incremento notevole del numero d'insetti invasivi introdotti accidentalmente in Italia (Garonna *et al.*, 2018). L'attività di questi organismi nocivi interessa spesso il settore orto-frutticolo dove provoca danni diretti e indiretti e causa spesso difficoltà economiche insostenibili (Lupi *et al.*, 2014). I danni diretti alle colture sono facilmente intuibili e valutabili mentre quelli indiretti sono a volte poco prevedibili e quantificabili. Tra i danni indiretti ci sono il danno d'immagine per la qualità del prodotto ortofrutticolo e tutti i problemi legati all'esportazione da un paese in cui è presente un insetto da quarantena. Sono davvero molti gli organismi da quarantena, elencati come specie d'insetti invasivi a rischio introduzione nella lista EPPO A1 (European Plant Protection Organization) e ognuno di essi rappresenta una grossa minaccia per la nostra agricoltura. Tra le specie più pericolose vi è sicuramente il complesso di specie *Bactrocera dorsalis* (Hendel), e tra queste la specie da cui prende il nome il complesso, comunemente nota come la "mosca orientale della frutta", è sicuramente la più pericolosa. Tale dittero tefritide, infatti, sta ampliando notevolmente il suo areale di distribuzione e in pochi anni ha completamente invaso l'Africa sub-sahariana. L'insetto è stato intercettato in Italia, nel 2018 durante un piano di monitoraggio condotto nei frutteti campani nell'ambito del progetto URCoFi (Unità Regionale di Coordinamento Fitosanitario).

Il ritrovamento e l'identificazione

Da alcuni anni in Campania è in atto un piano di monitoraggio finalizzato al rafforzamento delle azioni di sorveglianza del territorio volte ad evitare l'introduzione e la eventuale diffusione di organismi nocivi da quarantena o precedentemente non presenti sullo stesso territorio, così come previsto dalla Direttiva 2000/29/CE del Consiglio dell'8 maggio 2000. Tale direttiva delinea, tra l'altro, le misure ufficiali che gli Stati membri devono adottare per evitare l'introduzione e la diffusione nel territorio comunitario di organismi nocivi alle piante o ai prodotti vegetali.

Tra le attività previste dal predetto piano di monitoraggio del 2018, vi erano anche azioni rivolte alla verifica della presenza di *B. dorsalis* sul territorio campano. A tal fine sono state installate 10 trappole in altrettanti frutteti. Sono stati scelti frutteti promiscui non specializzati (2 per ogni provincia campana) al fine di garantire la presenza di frutti maturi in campo per quasi tutto l'anno.

I frutteti sono stati scelti prediligendo quelli in cui gli interventi fitosanitari erano limitati o assenti. In ognuno di essi sono state collocate trappole per la cattura dei maschi, tipologia *McPhail*, innescate con l'attrattivo metileugenolo e controllate con cadenza settimanale. Nella seconda metà del mese di settembre sono state registrate le prime catture in provincia di Napoli (Palma Campania) e di Salerno (Nocera Inferiore). I campioni sono stati recuperati e caratterizzati con un approccio integrato (morfo-molecolare) utilizzando chiavi sistematiche associate al sequenziamento di porzioni geniche mitocondriali e nucleari (COI e ITS1). I risultati ottenuti hanno chiarito che gli esemplari catturati nelle trappole appartengono alla specie *B. dorsalis* (Nugnes et al., 2018; Russo et al., 2019).

Origine e possibile diffusione dell'insetto

Il tefritide *Bactrocera dorsalis* è originario dell'Asia tropicale ed afferisce ad un complesso che annovera almeno 50 specie. Secondo i dati del 2018 (CABI, 2018) la mosca orientale della frutta è presente in oltre 65 paesi in Asia, Africa, Oceania e isole del Pacifico. Le zone climatiche tipiche delle regioni EPPO non sono ideali per lo svernamento di *B. dorsalis* a causa delle sue origini tropicali (De Villiers et al., 2015). È tuttavia verosimile una sua diffusione alle nostre latitudini giacché recentemente si è assistito all'ampliamento dell'areale di distribuzione nelle zone centro-settentrionali della Cina e in alcuni paesi dell'Africa sub-sahariana con climi paragonabili a quelli delle regioni temperate del bacino del Mediterraneo (De Villiers et al., 2015; Qin et al., 2018).

Non si hanno certezze su come questa specie sia giunta in Italia, ma è da escludere un processo invasivo attivo a causa della distanza dai paesi dove è diffusa. E' quindi molto probabile che la sua introduzione sia avvenuta tramite l'importazione di materiale vegetale infestato (frutti infestati da larve) tramite le importazioni o nei bagagli al seguito dei passeggeri (Nugnes et al., 2018). Quest'ultima ipotesi è avvalorata dalle continue intercettazioni segnalate su *Europhyt* negli stati membri, negli ultimi anni.

Riconoscimento della specie

I frutti attaccati dai ditteri tefritidi presentano sintomatologie simili e gli stadi larvali delle diverse specie, spesso, non consentono di ottenere una rapida identificazione, che può avvenire solo mediante analisi molecolari o isolando le larve dai frutti infestati e aspettando il completamento dello sviluppo e quindi gli adulti. I tratti morfologici degli adulti, invece, permettono il riconoscimento dell'insetto, utilizzando opportune chiavi di determinazione.

Bactrocera dorsalis appartiene alla sottofamiglia dei dacini in cui è presente un altro fitofago estremamente dannoso ovvero *Bactrocera oleae* (Rossi), la mosca dell'olivo. Gli adulti di entrambe le specie sono simili in quanto presentano lo scuto nero e lo scutello giallastro, tuttavia le due specie sono facilmente distinguibili. I principali tratti distintivi di *B. dorsalis*, rispetto a *B. oleae*, sono le marcate bande gialle, chiamate vitte, presenti ai lati del pronoto e la tipica macchia scura con forma a "T" sulla parte dorsale dell'addome. La mosca orientale è, inoltre, concretamente più grande di quella dell'olivo; la dimensione media degli adulti di *B. dorsalis* è di 8 mm rispetto ai 4-5 mm di *B. oleae*.

Specie ospiti, note biologiche e danni

L'elevata polifagia della mosca orientale della frutta è uno dei fattori chiave della sua capacità di diffusione in ambienti così variabili e in brevi lassi temporali. *B. dorsalis* è, infatti, capace di svilupparsi su oltre 470 specie ospiti, tra principali, secondarie e occasionali. Molte specie ospiti hanno un elevato interesse agrario ed economico per i paesi del mediterraneo come agrumi, drupacee, pomacee ed ortive. Nei territori di origine, avocado, mango e papaya sono i frutti più comunemente attaccati.

B. dorsalis è una specie polivoltina capace di completare sino a 10 generazioni l'anno nei paesi di origine dove lo sviluppo da uovo ad adulto necessita di 9 giorni a 30°C e circa 60 giorni a 15°C. Le basse temperature costituiscono un fattore limitante al suo sviluppo che si arresta a temperature inferiori agli 8,4°C. Tali limitazioni sono comunque contrastate dall'elevata fertilità, poiché una sola femmina può deporre oltre 3000 uova nei frutti maturi delle specie ospiti.

Allarme a livello comunitario

Il ritrovamento di adulti di *Bactrocera dorsalis* in trappole poste in frutteti campani ha suscitato molta preoccupazione sia nei paesi dell'Unione Europea e sia in taluni paesi terzi (come gli USA).

Nel gennaio 2019, poco dopo la segnalazione ufficiale, una delegazione della Commissione europea ha svolto una visita ufficiale in regione Campania con lo scopo di raccogliere informazioni circa le modalità di monitoraggio, intercettazione ed identificazione e sulle attività messe in atto per contrastare o eradicare il fitofago.

Subito dopo il ritrovamento dei 7 maschi nelle trappole sono state attivate una serie di azioni come l'intensificazione del monitoraggio tramite l'installazione di ulteriori trappole, il controllo dei frutti in magazzino e in campo, il campionamento del terreno per la ricerca di pupe, ecc. Da tali attività non sono stati ritrovati altri stadi attivi del fitofago. Sulla base dei risultati di tali indagini, allo stato attuale, il ritrovamento della specie è da considerarsi "transitorio" in Italia. Al fine di adottare delle strategie comuni tra le diverse Regioni, il Comitato fitosanitario nazionale ha prontamente istituito un gruppo di lavoro nazionale coordinato dal dr. Griffo e costituito da rappresentanti del Ministero, del CNR – IPSP di Portici del CREA – DC di Firenze e del Servizio fitosanitario del Lazio e dell'Emilia Romagna. Tale gruppo di lavoro ha stilato tre diversi documenti: il Piano di sorveglianza, il piano di emergenza, e il Piano d'azione che è stato approvato dal Comitato fitosanitario nazionale nella seduta del 22 marzo 2019.

Il Piano di sorveglianza nazionale coinvolge tutti i Servizi Fitosanitari Regionali che, a seguito dell'analisi del rischio d'introduzione e diffusione sul proprio territorio, predispongono un piano di monitoraggio mediante l'installazione di trappole attrattive per una eventuale intercettazione precoce del fitofago.

La situazione attuale in riferimento al Piano di Sorveglianza, di Emergenza e di Azione

Ad oggi sono in corso tutte le procedure previste dal Piano di sorveglianza, di emergenza e di azione per *B. dorsalis*. In Campania sono state individuate due zone la cui delimitazione ha un raggio di 8 km dal punto di ritrovamento del fitofago in questione definite Aree delimitate. All'interno di ogni area delimitata vi sono un'Area di sorveglianza rinforzata e un'Area cuscinetto. La densità di trappole da installare e monitorare è stata definita applicando lo schema riportato dalla FAO – IAEA 2018.

Ogni Area di sorveglianza rinforzata ha come centro il sito del ritrovamento dello scorso anno e copre in totale 64 km² costituiti da 64 unità di monitoraggio di 1 km². Inoltre in tale area sono state individuate 3 zone dove è previsto un numero di trappole per unità di monitoraggio inversamente proporzionale alla distanza dal focolaio (40, 20, 10). In totale, in ognuna delle due aree di sorveglianza rinforzata è programmata l'installazione teorica di 980 trappole.

Le due Aree cuscinetto che ricadono tra l'area a sorveglianza rinforzata e il bordo dell'area delimitata, costituiscono una cintura di monitoraggio in cui è prevista l'installazione di 1 trappola per km². Le aree delimitate hanno un'estensione totale di circa 400 km² attorno ai campi dove gli adulti sono stati catturati.

Il numero di trappole indicato è teorico e non tiene conto della presenza di aree ad alta incidenza urbana. Sulla base dello studio preliminare della geografia del territorio, tale numero è stato rivisto al ribasso con una riduzione pari a circa il 20%, per cui il numero totale di unità da installare nelle due aree delimitate è di 1627.

Per la restante area libera della Campania è previsto un monitoraggio ordinario rientrante nel Piano di monitoraggio nazionale 2019 con l'impiego di 50 trappole. Le trappole impiegate sono della tipologia *McPhail* e *Rebell Amarillo*, innescate con metileugenolo per la cattura dei maschi. Alcune trappole *McPhail* saranno attivate anche con esche proteiche (a base di torula) per catturare eventuali individui femminili.

Queste trappole, oltre ad avere finalità prettamente legate al monitoraggio, svolgono anche una potenziale azione diretta di cattura massale, in modo da garantire l'intercettazione e la cattura di esemplari di *B. dorsalis* eventualmente sopravvissuti ai rigori invernali. A queste si aggiungono, in fase di sperimentazione, diverse tipologie di trappole automatiche collegate in remoto.

Anche le indagini sui frutti fanno parte del processo di monitoraggio, soprattutto nei siti a rischio e in quelli limitrofi ai siti ove sono avvenute le catture. Tuttavia, riconoscere e distinguere le larve all'interno dei frutti attaccati è un'operazione molto complessa. Il campionamento dei frutti tiene conto della presenza di specie ospiti, della fase fenologica della coltura e di eventuali sintomi riconducibili a un attacco di un dittero tefritide. In assenza di sintomi esterni rilevabili, nei campi dove sono stati catturati gli esemplari di *B. dorsalis* nel 2018, sarà eseguito un campionamento casuale di frutti in fase di maturazione. In caso di riscontro positivo, oltre all'applicazione delle misure ufficiali previste dal Piano d'azione, il controllo sarà esteso ai campi e ai magazzini compreso quelli d'importazione di frutta limitrofi o comunque ubicati nel raggio di 200 metri dai siti positivi. Contestualmente, anche il terreno in proiezione della chioma delle piante infestate sarà soggetto a ispezioni specifiche per individuare la presenza di eventuali stadi pupali.

Nuove autorizzazioni per sostanze attive

Tra le attività completate c'è stata anche la richiesta di autorizzazioni temporanee di 120 giorni per l'impiego di diverse sostanze attive che potrebbero essere utili nella lotta al fitofago nel caso in cui fosse ritrovato. A seguito dell'estensione di autorizzazione ed in via eccezionale il Ministero sta autorizzando l'uso permanente di diverse molecole attive.

Bibliografia

- CABI. *Bactrocera dorsalis* (oriental fruit fly): Invasive Species Compendium Datasheets, Maps, Images, Abstracts and Full Text on Invasive Species of the World. 2018. Available online: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/17685>
- De Villiers M, Hattingh V, Kriticos DJ, Brunel S, Vayssières JF, Sinzogan A, Billah MK, Mohamed SA, Mwatawala M, Abdelgader H, et al. 2015. The potential distribution of *Bactrocera dorsalis*: considering phenology and irrigation patterns. *Bulletin of Entomological Research*. 106:19–33.
- Garonna AP, Foscari A, Russo E, Jesu G, Somma S, Cascone P, Guerrieri E (2018). The spread of the non-native pine tortoise scale *Toumeyella parvicornis* (Hemiptera: Coccidae) in Europe: a major threat to *Pinus pinea* in Southern Italy. *iForest* 11: 628-634. – doi: 10.3832/ifor2864-011 [online 2018-10-04]
- Lupi, D.; Bernardo, U.; Bonsignore, C.P.; Colombo, M.; Dindo, M.L.; Faccoli, M.; Ferracini, C.; Gualtieri, L.;
- Nugnes, F.; Russo, E.; Ucciero, E.; Minucci, E.; Porcelli, F.; Bernardo, U. 2018a. The prevention of biological invasions: The crucial role of import checks at Border Inspection Posts (BIPs). Some case studies. In *Proceedings of the XI European Congress of Entomology, Naples, Italy, 2–6 July 2018*; p. 162, ISBN 978-88-9092-621-1.
- Nugnes, F.; Russo, E.; Viggiani, G.; Bernardo, U. 2018b. First Record of an Invasive Fruit Fly Belonging to *Bactrocera dorsalis* Complex (Diptera: Tephritidae) in Europe. *Insects* 2018, 9, 182.
- Qin Y-j, Krosch MN, Schutze MK, et al. Population structure of a global agricultural invasive pest, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Evol Appl*. 2018;11:1990–2003. <https://doi.org/10.1111/eva.12701>
- Russo E, Nugnes F, Bernardo U, Carella D, Griffo R. 2019. Mosca orientale della frutta, una seria minaccia per l'Italia. *L'Informatore agrario*. 2:49–51.
- Wang J, Zeng L, Han Z. 2014. An Assessment of Cold Hardiness and Biochemical Adaptations for Cold Tolerance Among Different Geographic Populations of the *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in China. *J Insect Sci*. 14:369.

LA RICERCA SU *POPILLIA JAPONICA* NEWMAN IN ITALIA

Alberto Alma, Federico Lessio, Elena Gonella, Luca Picciau, Carolina Pisa,

DiSAFA, Università di Torino

Andrea Battisti, Massimo Faccoli, Nicola Mori, Giacomo Santoiemma,

DAFNAE, Università di Padova

Giorgio Sperandio, Anna Simonetto, Gianni Gilioli,

DMMT, Università di Brescia

Introduzione

La gestione delle emergenze fitosanitarie dovute all'introduzione di organismi alloctoni rappresenta un'importante voce di costo nel comparto agro-forestale, con notevoli ricadute anche sugli altri settori produttivi, sull'ambiente e sull'economia in generale. *Popillia japonica* Newman (Coleoptera: Rutelidae) è una specie di origine giapponese, introdotta negli USA all'inizio del Novecento, dove è causa di ingenti danni alle colture e di severissime misure restrittive di carattere fitosanitario (Potter e Held, 2002). Quasi 100 anni dopo, adulti di questo coleottero sono stati ritrovati in Lombardia, nella zona del Parco del Ticino (Pavesi, 2014), e ne rappresentano la prima segnalazione nell'Europa continentale (in precedenza era stato ritrovato nelle Isole Azzorre). Attualmente, *P. japonica* è presente in Piemonte e Lombardia, in un'area circoscritta attorno al bacino idrografico del Ticino. Il coleottero è tuttavia in rapida espansione, e alcuni adulti sono stati ritrovati anche in Svizzera, dove allo stato attuale la specie è dichiarata come transiente, in corso di eradicazione (EPPO Reporting Service, 2017). Questa temuta specie alloctona è estremamente polifaga: le larve si nutrono e si sviluppano a spese delle radici di piante

erbacee, in particolare graminacee da prato e tappeto erboso, mentre gli adulti, molto mobili, provocano intense defogliazioni su numerose specie arboree e arbustive. La *European and Mediterranean Plant Protection Organization* (EPPO) ha inserito *P. japonica* nella lista A2, ovvero "organismo presente nell'area ma non diffuso e in fase di controllo" (EPPO Global database, 2018). Inoltre, definisce le procedure per il monitoraggio e la lotta all'insetto (EPPO, 2016). Anche la *European Food Safety Authority* (EFSA) ha posto attenzione su questa specie in relazione alla necessità di prioritizzazione dei parassiti da quarantena secondo il Regolamento (UE) 2016/2031 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante. Il rischio legato a questa specie è stato oggetto di una valutazione secondo una metodologia innovativa di stima del rischio quantitativo (EFSA PLH Panel, 2018; EFSA, 2019).

In Italia vige dal 2016 un decreto di lotta obbligatoria "Misure d'emergenza per impedire la diffusione di *Popillia japonica* Newman nel territorio della Repubblica Italiana", che nella sua ultima versione è stato pubblicato sulla GU serie generale no. 72 del 26/03/2018 pp. 26-31. In

Piemonte e in Lombardia, i Servizi Fitosanitari aggiornano su base annuale l'elenco dei Comuni classificati come zona infestata o zona cuscinetto. Le misure di contenimento comprendono trattamenti larvicidi a base di funghi (*Metarhizium anisopliae*) e nematodi (*Heterorhabditis bacteriophora*) (Marianelli *et al.*, 2018), l'impiego di trappole "Attract & Kill" (reti impregnate di insetticidi a lento rilascio innescate con feromoni sessuali ed esche alimentari) (Marianelli *et al.*, 2019), e limitazioni all'attività vivaistica.

Dal 2016 è inoltre attivo un Tavolo Tecnico Nazionale (TTN) coordinato da Beniamino Cavigna (Regione Lombardia) che comprende il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF), i Servizi Fitosanitari delle regioni Lombardia e Piemonte, e tre enti di ricerca: DAFNAE, Università di Padova; DISAFA, Università di Torino; e il Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA). Fra le funzioni svolte dal TTN vi sono la redazione di norme regionali e nazionali, la definizione e applicazione di misure di controllo, le richieste di deroghe per l'impiego di insetticidi, i piani di protezione delle aree aeroportuali, e varie attività di divulgazione e ricerca. L'ottimizzazione delle strategie di campionamento, diagnosi e identificazione precoce di nuovi focolai d'infestazione, e la ricerca di metodi di lotta alternativi sono infatti attività estremamente importanti dal punto di vista fitosanitario. Per questo motivo, nell'ambito delle attività del TTN, sono stati attivati *ad hoc* progetti di ricerca applicata finalizzati al contenimento di *P. japonica*.

Tali progetti di ricerca in campo agricolo e forestale di durata triennale (2019-2021), sono stati finanziati dalla Regione Lombardia D.d.s. 21 dicembre 2018 - n. 19442. Bollettino Ufficiale Serie Ordinaria n. 1 - Venerdì 04 gennaio 2019.

Progetto PRECONFITOLOMB

Il progetto PRECONFITOLOMB è in carico al DISAFA-Università degli Studi di Torino e si pone i seguenti obiettivi: lo studio del microbioma intestinale di *P. japonica* in relazione alle piante ospiti e agli agenti di controllo (WP1), e lo studio della dispersione degli adulti con applicazione di modelli matematici in supporto al monitoraggio e alla difesa (WP2). Infatti, la comprensione di aspetti della bio-etologia di *P. japonica*, come l'interazione tra la sua comunità microbica e l'ambiente di insediamento o le capacità di dispersione degli adulti, è tuttora parziale e non è stata oggetto di impiego pratico.

Le attività del WP1 prevedono di valutare se la composizione del microbioma intestinale di adulti di *P. japonica*, necessaria per la loro sopravvivenza, sia influenzata dalla scelta alimentare. I microbiomi di adulti nutriti su piante diverse saranno analizzati tramite piattaforma Illumina e confrontati tra loro. Inoltre, l'interazione tra il microbioma intestinale di *P. japonica* e di altri coleotteri non bersaglio di lotta e gli organismi entomopatogeni sarà valutata tramite analisi Illumina del microbioma su larve campionate in suoli sperimentalmente trattati con *H. bacteriophora* o con *M. anisopliae*. Una prima attività di ricerca sarà indirizzata a valutare la presenza di possibili variazioni nella composizione del microbioma intestinale degli adulti di *P. japonica* nutriti su piante diverse, per verificare se la scelta alimentare influenzi la comunità microbica, con possibili implicazioni sulla biologia dell'ospite, e individuare un potenziale "core microbiome", ovvero la comunità batterica comune a tutti gli individui, indipendentemente dalla fonte alimentare, che possa essere necessaria per la sopravvivenza di *P. japonica*. Una seconda attività prevede lo studio del microbioma di larve sperimentalmente infettate

con *H. bacteriophora* o *M. anisopliae*, per individuare correlazioni tra diverse composizioni del microbioma e possibili differenze di sensibilità agli entomopatogeni in individui o momenti diversi. Infine, la composizione del microbioma sarà studiata in larve di coleotteri filogeneticamente vicini a *P. japonica*, sia sane sia sottoposte ad applicazione di *H. bacteriophora* o *M. anisopliae*, al fine di individuare potenziali simbionti comuni a *P. japonica*, nonché la loro eventuale interazione con i patogeni. Lo scopo di questa attività è la verifica e la caratterizzazione di possibili attività degli entomopatogeni contro altre larve di coleotteri di specie non bersaglio.

Il WP2 ha lo scopo di studiare le potenzialità di diffusione di *P. japonica* e di implementare le strategie di monitoraggio e difesa. Tecniche di marcatura/cattura con proteine alimentari (latte o albume d'uovo) e successiva diagnosi sierologica, e di marcatura/rilascio/cattura con polveri fluorescenti, saranno usate per calcolare la distanza massima di volo percorsa dagli adulti, stimare l'effettiva entità della popolazione presente su un dato territorio, e parametrizzare e validare modelli matematici per la previsione dell'espansione e il calcolo del numero di trappole necessario per il monitoraggio e/o il tentativo di eradicazione in funzione della densità di popolazione dell'insetto. Un altro aspetto preso in considerazione sarà la capacità di dispersione delle femmine del coleottero in funzione del grado di maturazione delle uova: quelle gravide e pronte all'ovideposizione sono molto più pericolose di quelle che devono ancora accoppiarsi. Stabilire quale sia la distanza percorsa in volo dalle femmine gravide e non, permetterà quindi di fare ulteriori previsioni sulla comparsa di nuovi focolai. A questo scopo, femmine provenienti dalle prove di marcatura con proteine saranno dissezionate in laboratorio per effettuare un conteggio delle uova mature.

Le attività di ricerca del progetto saranno svolte sul territorio lombardo, e i primi destinatari

dei risultati saranno gli enti svolgenti funzioni di vigilanza fitosanitaria. Le informazioni acquisite nel WP1 forniranno nuovi target per il controllo di *P. japonica* basati sulla comunità microbica e consentiranno di implementare le attuali tecniche di lotta basate sull'uso di entomopatogeni. I dati ottenuti nel WP2 permetteranno di ottimizzare il numero di trappole impiegate per la cattura massale di *P. japonica*, di comprenderne la potenzialità di diffusione nel tempo e di prevedere il rischio d'insediamento in nuovi areali, consentendo la razionalizzazione dei metodi e la diminuzione dei costi di monitoraggio e gestione.

Progetto GESPO

Il progetto GESPO è in carico al DMMT - Università degli Studi di Brescia, ha come partner DAFNAE Università degli studi di Padova e Assofloro Lombardia e si pone l'obiettivo di sviluppare strategie razionali e innovative per la gestione della problematiche fitosanitarie derivanti dalla recente introduzione di *P. japonica* in Lombardia. Il progetto si articola in 4 azioni specifiche: indagine sulla biologia di *P. japonica* con particolare riferimento alla fase ipogea (WP1); sviluppo di protocolli efficienti ed efficaci per il controllo del nuovo fitofago (WP2); sviluppo e applicazione di sistemi a supporto delle decisioni per la gestione razionale del coleottero (WP3); implementazione di un web-service per il trasferimento dei risultati ai servizi preposti alla gestione del rischio (WP4).

Nel WP1 viene indagato l'aspetto dello sviluppo ipogeo che è stato finora poco considerato in *P. japonica* nonostante esso appaia cruciale nel determinare la densità di popolazione e quindi il successo dell'invasione e i conseguenti impatti. E' noto che i terreni umidi sono favorevoli all'ovideposizione e forse anche allo sviluppo larvale ma non sono disponibili dati precisi al riguardo. In opportuni dispositivi sperimentali

verranno analizzate le risposte di sviluppo e sopravvivenza delle larve al variare delle condizioni del suolo (es. qualità e quantità della sostanza organica presente nel terreno), della competizione intraspecifica (densità larvale) e le risposte all'eventuale presenza di agenti di controllo (mortalità di origine biotica). La sperimentazione in campo prevede l'impiego di sensori basati sulla tecnologia dell'infrarosso vicino allo scopo di misurare la quantità di sostanza organica del suolo e metterla in relazione con la densità larvale. L'approccio consentirà di individuare le condizioni ambientali favorevoli al proliferare della specie. In particolare, tramite i dati di abbondanza e le informazioni sui parametri ambientali e sui fattori di mortalità sarà possibile derivare valutazioni quantitative del rischio associato ai diversi habitat e alle differenti condizioni ambientali. In questo modo sarà possibile stabilire quali sono le aree a maggiore rischio dove concentrare gli sforzi di lotta diretta sia contro le larve sia contro gli adulti.

Con le attività del WP2 verranno sviluppati protocolli efficienti ed efficaci per il controllo del nuovo fitofago. Il controllo delle popolazioni di un organismo da quarantena nelle zone di infestazione è fattore necessario per la limitazione della diffusione in nuovi areali e per la salvaguardia delle produzioni agricole forestali. Saranno definite strategie di difesa efficaci ed eco sostenibili per parchi, giardini, aree urbane e per vigneti, fruttiferi e mais. Verranno sviluppate macchine di nuova ideazione per l'applicazione di insetticidi e bioinsetticidi al suolo in modo mirato, in quanto guidate da sensori in grado di misurare la sostanza organica e quindi, secondo la relazione con la densità larvale di cui al WP1, di orientare l'applicazione nelle aree di maggiore attacco. Questo approccio, unitamente all'impiego di barriere fisiche, consentirà di limitare l'impatto negativo che le misure di controllo basate su molecole o organismi generalisti possono avere a livello degli ecosistemi interessati dall'infestazione.

Nel WP3 verranno sviluppati sistemi a supporto delle decisioni per l'ottimizzazione delle strategie di monitoraggio e controllo di *P. japonica*. Tali strategie sono potenzialmente molto dispendiose, sia in termini economici che di forza lavoro e di tempo impiegati. Al fine di ottimizzare l'impiego delle risorse disponibili, verranno sviluppati strumenti quantitativi che permettano di trasformare in conoscenza consolidata e condivisa tutti i dati riferiti a *P. japonica*, disponibili tramite (i) campionamento, (ii) studi sulla biologia e (iii) studi sperimentali sui trattamenti. Tali strumenti quantitativi hanno lo scopo di fornire: i) mappe aggiornate della distribuzione della specie e delle attività di monitoraggio e controllo; ii) protocolli di campionamento ottimo basati sul rischio (disegno e tecniche di campionamento) per le aree di insediamento (aree affette), le aree presenti nelle fasce di contenimento (buffer zone) e le aree esterne alle fasce di contenimento; iii) mappe rischio in funzione delle caratteristiche ambientali e dell'uso del suolo; iv) indicazioni e previsioni quantitative e sulla dinamica e fenologia delle popolazioni insediate e di quelle presenti nei nuovi focolai (utilizzando modelli a base fisiologica descritti in Gilioli *et al.*, 2016); v) strumenti per la previsione degli impatti basati sulla abbondanza di popolazione; vi) informazioni circa le conseguenze e le interazioni tra di aspetti della biologia e metodi di controllo ottimali identificati nel WP2; vii) valutazioni delle conseguenze della capacità di dispersione della specie per il suo contenimento e la prevenzione della diffusione (es., supporto alla definizione delle buffer zone o zona di rispetto).

I risultati e le conoscenze acquisite durante il progetto saranno diffuse, trasferite e rese disponibili (WP4): i) ai portatori di interesse (aziende agricole-forestali, vivaistiche, sportive, ad amministratori verde pubblico e privato) attraverso lo sviluppo di un web-service che consentirà l'accesso alle risultati del progetto e l'organizzazione di incontri divulgativi, seminari e visite tecniche presso le aziende coinvolte nelle sperimentazioni condotte nel WP1 e WP2; ii) al grande pubblico tramite lo sviluppo di un sito web e attraverso pubblicazioni scientifiche e divulgative.

Bibliografia

EFSA (European Food Safety Authority), Baker R., Gilioli G., Behring C., Candiani D., Gogin A., Kaluski T., Kinkar M., Mosbach-Schulz O., Neri F.M., Siligato R., Stancanelli G., Tramontini S. (2019) - Scientific report on the methodology applied by EFSA to provide a quantitative assessment of pest-related criteria required to rank candidate priority pests as defined by Regulation (EU) 2016/2031. EFSA Journal 2019;17(6):5731, 61 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5731>

EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Grégoire J.C., Jaques Miret J.A, MacLeod A., Navajas Navarro M., Niere B., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Van Bruggen A., Van Der Werf W., West J., Winter S., Hart A., Schans J., Schrader G., Suffert M., Kertész V., Kozelska S., Mannino M.R., Mosbach-Schulz O., Pautasso M., Stancanelli G., Tramontini S., Vos S., Gilioli G. (2018) - Guidance on quantitative pest risk assessment. EFSA Journal 2018;16(8):5350, 86 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5350>

EPPO Reporting Service (2017) - First report of *Popillia japonica* in Switzerland. EPPO Reporting Service, 2017, 160.

EPPO (2016) - PM 9/21(1) *Popillia japonica*: procedures for official control. OEPP/EPPO Bulletin, 46, 543–555

Gilioli G., Pasquali S., Marchesini E. (2016) - A modelling framework for pest population dynamics and management: An application to the grape berry moth. Ecological modelling, 320, 348-357.

Marianelli L., Paoli F., Torrini G., Mazza G., Benvenuti C., Binazzi F., Sabbatini Peverieri G., Bosio G., Venanzio D., Giacometto E., Priori S., Koppenhöfer A.M., Roversi P.F. (2018) - Entomopathogenic nematodes as potential biological control agents of *Popillia japonica* (Coleoptera, Scarabaeidae) in Piedmont Region (Italy). Journal of Applied Entomology, 142, 311-318.

Marianelli L., Paoli F., Sabbatini Peverieri G., Benvenuti C., Barzanti G., Bosio G., Venanzio D., Giacometto E., Roversi P.F. (2019) - A laboratory evaluation of two long-lasting insecticide-treated nets against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae). Integrated Environmental Assessment and Management, 15, 259-265.

Pavesi M. (2014) - *Popillia japonica* specie aliena invasiva segnalata in Lombardia. L'Informatore Agrario, 32, 53-55.

Potter D.A., Held D.W. (2002) - Biology and management of the Japanese beetle. Annual Review of Entomology, 47, 175-205.

Siti web consultati

EPPO Global database (2018) - (European and Mediterranean Plant Protection Organization) online. <https://gd.eppo.int/> (visitata il 23/11/2018)

Regione Lombardia, Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste (ERSAF), Servizio Fitosanitario, 2018. Organismi nocivi: *Popillia japonica*. <http://www.ersaf.lombardia.it/servizi/Menu/dinamica.aspx?idSezione=16969&idArea=17296&idCat=36545&ID=36545&TipoElemento=categoria> (visitata il 23/11/2018).

Regione Piemonte, 2018. Coleottero scarabeide del Giappone (*Popillia japonica* Newman). Regione Piemonte, Agricoltura e Sviluppo Rurale. http://www.regione.piemonte.it/agri/area_tecnico_scientifica/settore_fitosanitario/vigilanza/popillia.htm (visitata il 23/11/2018).

LA PIRALIDE DEL BOSSO, *CYDALIMA PERSPECTALIS*: GRAVI INFESTAZIONI ANCHE IN AREE NATURALI

Chiara Ferracini

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino

La piralide del bosso, *Cydalima perspectalis* (Walker), rappresenta solo uno dei recenti casi di introduzione in Europa di specie esotiche di provenienza asiatica.

C. perspectalis è un insetto originario delle regioni subtropicali dell'Asia orientale (Cina, Corea del Sud, Giappone e India) e in Europa la specie è stata rinvenuta per la prima volta nel sud-ovest della Germania nel 2007, arrivata probabilmente con piantine di bosso provenienti dall'Asia (Van der Straten e Muus, 2010).

Alla fine del 2012, solo 5 anni dopo il primo ritrovamento in Germania, il lepidottero era già stato segnalato in 16 Stati europei, con conseguenti ingenti danni economici a bossi ornamentali di giardini e parchi, oltre a quelli ecologici nei popolamenti spontanei presenti in particolari biocenosi forestali (Kenis *et al.*, 2013).

I primi ritrovamenti in Italia risalgono al 2010 in Veneto e dal quel momento la piralide del bosso ha incominciato a diffondersi in tutto il Paese (Bianco *et al.*, 2016).

C. perspectalis è specie polivoltina, ovvero compie più di una generazione l'anno. Nel suo areale di origine sono state osservate anche fino a 5 generazioni per anno, e nei Paesi di nuova introduzione il numero di generazioni (da due a quattro) è essenzialmente legato al clima e alla latitudine.

La piralide sverna principalmente come larva di terza età all'interno di un bozzolo costruito in autunno nella chioma delle piante ospiti, unendo con fili sericei più foglie, spesso parzialmente erose. In primavera, quando le temperature risalgono, le larve escono dai loro ricoveri e tornano a nutrirsi a spese di altre foglie, per completare il loro sviluppo, trasformarsi in crisalidi e sfarfallare dopo qualche settimana.

L'adulto è una farfalla con ali bianche (apertura alare di circa 40 mm) munita di un'evidente fascia marrone distale. Esiste anche una forma melanica, caratterizzata da ali brune. Le uova, di colore giallo chiaro, sono appiattite e di

forma tondeggiante (diametro di circa 1 mm) e deposte in ovopiacche di 15-20 elementi sulla pagina inferiore delle foglie. Le larve sono di colore giallo con capo nero e si nutrono fino a raggiungere a maturità 35-38 mm di lunghezza.

Nel suo areale nativo la specie si nutre soprattutto di foglie di bosso giapponese (*Buxus microphylla* Siebold & Zuccarini), ma spesso anche di altre specie dello stesso genere presenti nei giardini (Mally e Nuss, 2010).

Ricerche condotte in Svizzera hanno evidenziato come il lepidottero presenti differenti gradi di attrazione rispetto alle varietà di bosso diffuse in Europa (*B. sempervirens* 'Sempervirens', *B. sempervirens* 'Rotundifolia', *B. sempervirens* 'Argenteovariegata', *B. sempervirens* 'Aureovariegata' e *B. microphylla* 'Faulkner'), con attacchi significativi per la varietà 'Rotundifolia', probabilmente per le dimensioni maggiori delle foglie (Leuthardt e Baur, 2013).

Le larve si nutrono di foglie e giovani germogli e nel corso delle infestazioni ne possono determinare la completa defogliazione. Lo sviluppo di più generazioni e l'elevato numero di uova deposte, in assenza di interventi di controllo, favoriscono la presenza di attacchi molto intensi.

Le larve delle prime generazioni intaccano la superficie fogliare inferiore, rispettando l'epidermide della pagina superiore (Figura 1); quelle più sviluppate, invece, erodono ampie porzioni di foglia e in mancanza di esse anche le cortecce dei rametti (Figura 2). Spesso sono visibili più foglie attaccate attraverso fili sericei a formare una sorta di nido; entro tali rifugi le larve si nascondono e successivamente si incrisalidano.

La mancanza di fattori di controllo naturali ha permesso un forte incremento della popolazione di questo lepidottero, la cui diffusione, oltre al volo attivo degli adulti, può essere agevolata dal commercio di piante provenienti da vivai infestati.

La pianta defogliata reagisce con l'emissione di nuove foglie, che però possono essere anch'esse attaccate da larve di generazioni successive. Di conseguenza bossi con ripetute defogliazioni possono seccare completamente (Figure 3-4).

Il bosso è una specie ornamentale tipica del giardino all'italiana, è utilizzata per la realizzazione di siepi, bordure e sculture vegetali in parchi di castelli e dimore storiche, giardini pubblici e privati nonché aree cimiteriali.

Inoltre, in aree naturali il bosso lo si può trovare anche come specie di sottobosco in faggeta (le comunità a faggio e bosso caratterizzano un'associazione vegetale presente unicamente nelle Alpi sud-occidentali e nei Pirenei), mentre sui pendii rocciosi alpini può formare un habitat rupicolo tutelato dalla Direttiva Habitat dell'Unione Europea e denominato "Habitat 5110: Formazioni stabili xerothermofile a *Buxus sempervirens* sui pendii rocciosi (*Berberidion* p.p.)".

In Italia formazioni arbustive, più o meno aperte, dominate da *Buxus sempervirens*, sono riconducibili all'habitat cenosi di pseudomacchia, di mantello, di gariga e di boscaglia in cui il bosso, sempre dominante, può essere accompagnato da altri arbusti. Queste cenosi si insediano prevalentemente su substrati calcarei, su pendii aridi e pietrosi, spesso in ambiti quasi rupestri, nei piani collinare e montano. La distribuzione di questo habitat in Italia è tipico di alcune regioni quali Piemonte, Liguria, Trentino-Alto Adige, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo e Basilicata.

In particolar modo, in Piemonte tale habitat è presente principalmente in provincia di Cuneo, in Valle Tanaro (Figura 4), Valle Vermentagna, Val Maira e Val Grana, e in particolar modo nei Siti di Importanza Comunitaria (SIC) "Comba di Castelmagno" (IT1160065) e "Monte Antoroto" (IT1160035).

La lotta all'insetto deve essere tempestiva. Le piante vanno monitorate costantemente per individuare la presenza di larve, crisalidi e segni di infestazione. Inoltre, le trappole a feromoni sessuali possono essere utilizzate per rilevare la curva di volo degli adulti (Figura 5).

In letteratura alcuni limitatori naturali sono riportati per l'Europa, il dittero tachinide *Pseudoperichaeta nigrolineata* (Walker) e l'imenottero icneumonide

Apechthis compunctor (L.), ma con percentuali di parassitizzazione insufficienti a contenerne le infestazioni. L'idoneità di un altro dittero tachinide, *Exorista larvarum* (L.), è stata anche recentemente indagata in condizioni controllate (Martini *et al.*, 2019).

In caso di evidenti infestazioni su piante ornamentali, in giardini e vivai, può essere necessario ricorrere a trattamenti con agrofarmaci.

L'utilizzo del batterio *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* o var. *aizawai* rimane spesso l'unica alternativa sostenibile per l'ambiente, con applicazione alla comparsa delle larve neonate di prima generazione, avendo cura di bagnare bene anche l'interno della vegetazione.



Fig. 1. Attività trofica di una larva di *Cydalima perspectalis* (Walker) su *Buxus sempervirens*.



Figura 2. Erosione della corteccia a causa dell'attività trofica da parte di una larva di *Cydalima perspectalis* (Walker)



Fig. 3: Forte infestazione causata da *Cydalima perspectalis* (Walker) su bosso in aree naturali.



Fig. 4: Popolamenti di bosso nell'Habitat 5110 Formazioni stabili xerotermofile a *Buxus sempervirens* sui pendii rocciosi (*Berberidion* p.p.) in valle Tanaro (provincia di Cuneo, Piemonte).



Fig. 5: Trappola a feromoni sessuali per il monitoraggio di *Cydalima perspectalis* (Walker).

Bibliografia

- Bianco, P., Cascone, C. & Ciccicarese L. (2016). La piralide del bosso. ISPRA. http://www.isprambiente.gov.it/files/biodiversita/La_piralide_del_bosso.pdf
- Kenis, M., Nacambo, S., Leuthardt, F.L.G., di Domenico, F. & Haye, T. (2013). The box tree moth, *Cydalima perspectalis*, in Europe: horticultural pest or environmental disaster? *Aliens*, 33, 38-41.
- Leuthardt, F.L.G., Glauser, G. & Baur, B. (2013). Composition of alkaloids in different box tree varieties and their uptake by the box tree moth *Cydalima perspectalis*. *Chemoecology*, 23, 203–212.
- Mally, R. & Nuss, M. (2010). Phylogeny and nomenclature of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) comb. n., which was recently introduced into Europe (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae: Spilomelinae). *European Journal of Entomology*, 107, 393-400.
- Martini, A., Di Vitantonio, C. & Dindo, M.L. (2019). Acceptance and suitability of the box tree moth *Cydalima perspectalis* as host for the tachinid parasitoid *Exorista larvarum*. *Bulletin of Insectology*, 72, 150-160.
- Van der Straten, M.J. & Muus, T.S.T. (2010). The box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), an invasive alien moth ruining box trees. *Proceeding of the Netherlands Entomological Society Meeting*, 21, 107-111.

IL PROGETTO HORIZON 2020 ECOSTACK STACKING OF ECOSYSTEM SERVICES: MECHANISMS AND INTERACTIONS FOR OPTIMAL CROP PROTECTION, POLLINATION ENHANCEMENT, AND PRODUCTIVITY

Antonio Pietro Garonna, Francesco Pennacchio

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Il progetto

L'agricoltura si trova a fronteggiare una grande sfida nel trovare un equilibrio tra la domanda di maggiore produttività imposta dalla costante crescita della popolazione umana e l'impatto ambientale e l'accettabilità sociale derivanti dall'adozione di nuove strategie di produzione che siano funzionali al raggiungimento di tale obiettivo.

Il progetto EcoStack, che ha durata quinquennale ed è finanziato nell'ambito del Programma Quadro Europeo Horizon 2020, ha preso avvio il 10 settembre 2018. Esso vede coinvolti 24 partner in grado di offrire competenze scientifiche e tecniche complementari, operanti nelle maggiori realtà agricole, in diversi contesti pedoclimatici, con un ruolo di attori primari nei più importanti sistemi produttivi agricoli europei.

La finalità del progetto è di definire processi produttivi sostenibili da un punto di vista ecologico, economico e sociale, attraverso il ricorso integrato/sinergico di organismi ausiliari, principali fornitori di servizi ecosistemici, e di strumenti innovativi sviluppati su base biologica (*bioinspired*).

EcoStack si servirà di approcci alla ricerca multi/transdisciplinari finalizzati alla costituzione e attiva partecipazione di gruppi di diversi portatori di interesse su scala continentale, per la creazione di nuova conoscenza e il suo trasferimento, per l'ideazione e co-progettazione di nuovi sistemi di coltivazione. Questi sono finalizzati allo sviluppo di indirizzi produttivi fortemente innovativi con il coinvolgimento di tutti i soggetti interessati, in modo da generare benefici per i produttori e l'intera società, proteggendo, valorizzando e utilizzando a pieno i servizi offerti della biodiversità funzionale.

In particolare, EcoStack punterà all'integrazione di servizi ecosistemici, valorizzando quelli forniti da micro/macroorganismi benefici presenti in aree produttive, così come negli habitat naturali, attraverso sistemi di coltivazione e di difesa basati sulla sinergica integrazione fra queste due componenti. Si sfrutteranno allo scopo le conoscenze disponibili sui rapporti tra i vari livelli trofici delle comunità biotiche nei principali agroecosistemi, per una loro gestione diretta finalizzata alla massimizzazione della resilienza dei sistemi produttivi e della loro sostenibilità ecologica ed economica.

Gli obiettivi

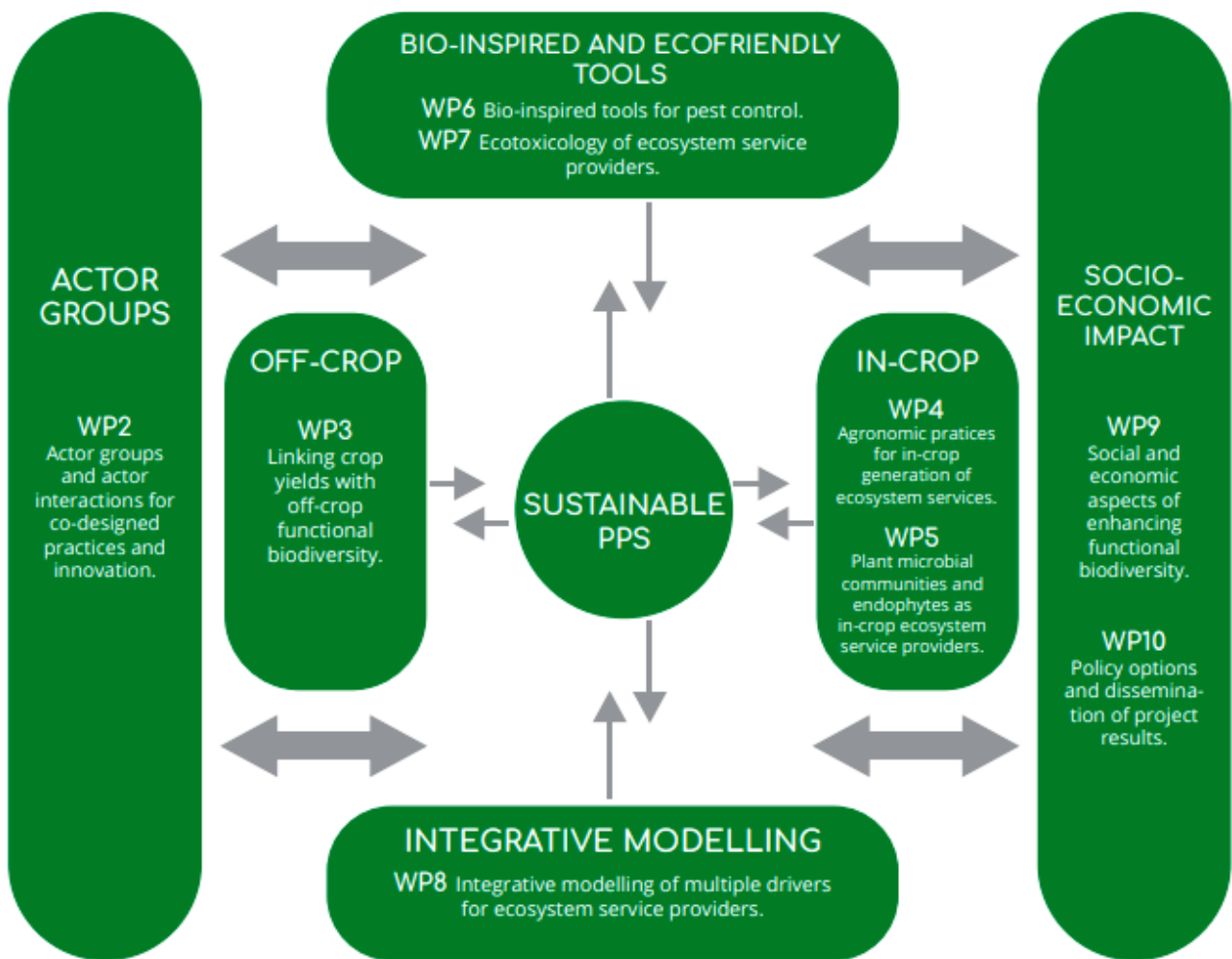
EcoStack si prefigge quattro obiettivi principali:

1. Valutazione degli elementi necessari da inserire in strategie di produzione sostenibile, basate sulla biodiversità funzionale, nonché delle ricadute di EcoStack, mediante la creazione di un forum interattivo tra attori e altri soggetti interessati al raggiungimento di incrementi di produttività in agricoltura;
2. Valutazione e ottimizzazione del ruolo svolto dalle principali superfici aziendali non produttive e degli habitat circostanti nella fornitura di servizi ecosistemici;
3. Ideare e sperimentare interventi che possano determinare un incremento dei servizi ecosistemici nelle coltivazioni, il loro mantenimento nel tempo e trasferimento alle colture successive;
4. Disegno, sviluppo e implementazione di strategie produttive indirizzate al ripristino e al miglioramento dei servizi ecosistemici ottenibili e alla loro utilizzazione, al fine di esaltare sostenibilità ecologica, economica e sociale di nuovi sistemi di produzione e difesa in agricoltura.

Le azioni di ricerca previste coprono:

- Sistemi agricoli convenzionali e produzioni biologiche; colture erbacee e orticole, coltivazioni permanenti; sistemi misti o pastorali nelle maggiori regioni produttive agricole europee. Attenzione particolare è data alla colza, ai cereali, alla patata e al pomodoro di pieno campo, a specie arboree, come i fruttiferi, l'olivo e la vite.
- Indagini a livello molecolare, fisiologico ed ecologico, che consentiranno di caratterizzare e utilizzare in modo efficace organismi e microrganismi utili, nell'ambito di protocolli di produzione e difesa biologica e integrata.
- Sistemi di modellazione integrata per la valutazione e lo studio dell'impatto ecologico e tecnologico delle innovazioni prodotte, puntando anche a promuoverne la diffusione e la massimizzazione del loro beneficio socio-economico.

EcoStack ha accesso a una vasta rete aziendale agricola europea per poter implementare i risultati sperimentali ottenuti, dimostrandone la bontà e l'applicabilità.



Il progetto EcoStack, che sarà realizzato da un consorzio di 24 partner, prevede 9 azioni progettuali (WP) finalizzate allo sviluppo di strategie produttive e di difesa sostenibili in agricoltura.



Sito web: www.ecostack-h2020.eu

Indirizzo e-mail: info@ecostack-h2020.eu

Coordinatore:

Francesco Pennacchio – Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Research highlights

Lorenzo Marini, Università di Padova, Dipartimento DAFNAE

Di seguito si riporta una piccola rassegna di recenti contributi entomologici pubblicati negli ultimi mesi. La varietà di argomenti e il prestigio delle riviste dimostra la grande potenzialità del nostro settore.

APIDOLOGIA

Nuove scoperte sulle relazioni fra ape mellifera e varroa.

Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., ... & Hawthorne, D. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 1792-1801.

BIOTECNOLOGIA E DIFESA

Commento sulle nuove frontiere delle biotecnologie applicate alla difesa

Gould, F., Dhole, S., & Lloyd, A. L. (2019). Pest management by genetic addiction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 5849-5851.

CONSERVAZIONE

Un commento alla discussa review sulla possibile estinzione di massa degli insetti (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019) che ha suscitato grande scalpore sui mezzi di stampa nazionali e internazionali.

Cardoso P., Veiga Branco V., Chichorro F., Sayuri Fukushima C., Macías-Hernández N. (2019) Can we really predict a catastrophic worldwide decline of entomofauna and its drivers? *Global Ecology and Conservation*: e00621.

Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8-27.

COMPORTEMENTO

Le api non smettono mai di stupire. In questo studio gli autori dimostrano che le api possono imparare a usare il blu e il giallo come rappresentazioni simboliche per svolgere operazioni di addizione o sottrazione.

Howard, S.R., Avarguès-Weber, A., Garcia, J.E., Greentree, A.D., & Dyer, A.G. (2019). Numerical cognition in honeybees enables addition and subtraction. *Science Advances*, 5, eaav0961.

ECOLOGIA CHIMICA

L'incredibile manipolazione chimica del pomodoro da parte di *Bemisia tabaci* per ridurre le difese della pianta.

Zhang, P. J., Wei, J. N., Zhao, C., Zhang, Y. F., Li, C. Y., Liu, S. S., ... & Turlings, T. C. (2019). Airborne host-plant manipulation by whiteflies via an inducible blend of plant volatiles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201818599.

ENTOMOLOGIA FORESTALE

“Novel interactions” fra microorganismi nativi e insetti esotici invasivi nelle foreste nord americane. Clifton, E. H., Castrillo, L. A., Gryganskyi, A., & Hajek, A. E. (2019). A pair of native fungal pathogens drives decline of a new invasive herbivore. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 9178-9180.

ENTOMOLOGIA URBANA

Una valutazione dei rischi connessi all'uso dei “Total-release foggers (TRFs)” per il controllo delle blatte in ambienti domestici

DeVries, Z. C., Santangelo, R. G., Crissman, J., Mick, R., & Schal, C. (2019). Exposure risks and ineffectiveness of total release foggers (TRFs) used for cockroach control in residential settings. *BMC Public Health*, 19, 96.

INTERAZIONI PIANTA-INSETTO

Nelle piante di Brassica gli effetti di impollinazione e fitofagia si combinano guidandone l'evoluzione e trovando un compromesso tra la necessità di attrarre gli impollinatori e di difendersi dai fitofagi

Ramos, S.E., & Schiestl F.P. (2019) Rapid plant evolution driven by the interaction of pollination and herbivory. *Science* 364, 193-196.

SPECIE INVASIVE

Studio metodologico su come prevedere i rischi di invasione di insetti esotici a scala globale.

Fournier, A., Penone, C., Pennino, M. G., & Courchamp, F. (2019). Predicting future invaders and future invasions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201803456.

VETTORI

Contributo sulla lotta ai vettori della malaria usando innovative tecnologie transgeniche

Lovett, B., Bilgo, E., Millogo, S. A., Ouattarra, A. K., Sare, I., Gnambani, E. J., ... & Leger, R. J. S. (2019). Transgenic *Metarhizium* rapidly kills mosquitoes in a malaria-endemic region of Burkina Faso. *Science*, 364, 894-897.

XXVI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia

Torino, 8-12 giugno 2020

A cura del Comitato Organizzatore

A distanza di trentasette anni dall'organizzazione del XIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia (CNIE), l'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia e la Società Entomologica Italiana hanno dato l'incarico agli entomologi della sede di Torino di organizzare nel giugno del 2020 il XXVI CNIE.

Nel 1983 il comitato organizzatore, presieduto dal prof. Carlo Vidano, scelse come sede congressuale la località del Sestriere dove, dal 27 giugno al 1 luglio, si svolsero i lavori delle sette sedute e delle tavole rotonde. Le sessioni furono: Sistematica, morfologia e fisiologia; Lotta biologica e integrata; Faunistica; Insetti forestali e fitomizi; Comunicazioni libere; Artropodi terrestri non insetti; Entomologia agraria e apicoltura. Tutti gli interventi, 11 relazioni ufficiali e 88 comunicazioni scientifiche sono state riportate nelle 762 pagine del volume degli Atti del Congresso. In un breve resoconto del XIII CNIE,

pubblicato su *L'apicoltore moderno* 74, il prof. Vidano concludeva con queste considerazioni *"A congresso ultimato....., si può dire che l'incontro è stato considerato altamente fruttifero non soltanto dagli entomologi, ma anche da zoologi e genetisti che hanno apprezzato l'inserimento di sedute consone a loro tematiche. Ampi consensi sono stati inoltre espressi dal settore dell'apicoltura che finalmente ha partecipato in modo palese a un congresso italiano di entomologia"*.

Sede congressuale del XXVI CNIE che si svolgerà dall'8 al 12 giugno 2020 sarà la città di Torino. La seduta di apertura avrà luogo presso l'Aula Magna "Cavallerizza Reale" dell'Università di Torino; le successive giornate congressuali si terranno presso il centro congressi di "Torino Incontra" della Camera di Commercio. I contributi scientifici in forma orale o di poster troveranno collocazione in 13 sessioni.

I Storia dell'entomologia
II Morfologia, sistematica e filogenesi
III Fisiologia, genetica e genomica
IV Ecologia ed etologia
V Faunistica, biogeografia e conservazione
VI Entomologia agraria
VII Insetti e microrganismi
VIII Entomologia forense, medica e veterinaria
IX Entomologia forestale
X Entomologia merceologica e urbana e uso alimentare degli insetti
XI Biotecnologie per il controllo degli artropodi
XII Insetti sociali e apidologia
XIII Lotta biologica e integrata

Nel corso dei 12 CNIE svoltisi fra il XIII e il prossimo XXVI, le sessioni sono andate aumentando e anche modificandosi per dare spazio, accanto alle tematiche più tipiche, a nuovi argomenti quali, a titolo di esempio, Biotecnologie per il controllo degli artropodi, Insetti e microrganismi sino al più recente Uso alimentare degli insetti. Ciò testimonia una continua vitalità, un costante arricchimento e una capacità di rinnovare le linee di ricerca nell'ambito dell'entomologia, sia di base sia applicata, anche mediante uno scambio sempre più intenso con la comunità scientifica internazionale.

A Torino ci auguriamo sia l'occasione per ripercorrere passato, presente e futuro dell'entomologia, in particolare nella cerimonia di apertura del XXVI CNIE. Sono inoltre previsti due workshop di approfondimento a carattere teorico-pratico su tematiche di attualità quali: l'entomologia forense con la partecipazione del Gruppo Italiano di Entomologia Forense e l'influenza dei cambiamenti climatici sugli insetti con una lettura del dott. Luca Mercalli, climatologo e presidente della Società Meteorologica Italiana.

Il Congresso si concluderà con l'uscita entomologica presso il monte Musiné e i laghi di Caselette.

Informazioni disponibili all'indirizzo: <http://www.cnie2020.com/>



EVENTI E NOTIZIE IN BREVE

Lucia Zappalà

Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente

- Dal 27 al 29 giugno 2019, nell'ambito del progetto di monitoraggio della biodiversità, realizzato dal Parco Nazionale Val Grande con gli altri Parchi nazionali alpini, si svolgerà a Cicogna (VB) il corso specialistico sulle formiche (<http://www.anisn.it/nuovosito/wp-content/uploads/2019/05/2Programma-corso-specialistico-formicidi.pdf>).
- Dal 2 al 3 luglio 2019 si terrà a Swansea (UK) il Biopesticide Summit 2019 (<http://biopesticidesummit.com>).
- Dal 7 al 10 luglio 2019 si terrà a Barcellona (Spain) il 8th International Symposium on Molecular Insect Science (<https://www.elsevier.com/events/conferences/international-symposium-on-molecular-insect-science>).
- Dal 9 al 11 luglio 2019 si svolgerà a Viterbo (Italy) il 4th International Symposium on Biological Control of Bacterial Plant Diseases (BIOCONTROL 2019) (www.biocontrol2019.com).
- Dal 17 al 20 luglio 2019 si terrà alla University of California, Davis la 4th International Conference on Pollinator Biology, Health and Policy (<https://honey.ucdavis.edu/pollinatorconference2019>).
- Dal 28 luglio al 1 agosto 2019 si terrà a Valencia (Spain) il meeting congiunto SIP/IOBC 2019: 2019 International Congress on Invertebrate Pathology and Microbial Control, il 52nd Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology e il 17th Meeting of the IOBC-WPRS Working Group "Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests" (<https://congresos.adeituv.es/SIP-IOBC-2019>).
- Dal 20 al 22 agosto 2019 si terrà a Londra (UK) il Meeting annuale della Royal Entomological Society (<https://www.royensoc.co.uk/event/ento-19>).
- Dal 9 al 13 settembre 2019 si svolgerà a Perugia la 6th International Entomophagous Insects Conference (<http://www.ieic6.it/>).
- Dal 16 al 20 settembre 2019 si terrà a Montreal (Quebec), Canada il 14th International Symposium «Ecology of Aphidophaga» (<https://www.aphidophaga14.uqam.ca/>).
- Il 19-20 settembre 2019 a Racale (Lecce) si terrà il primo congresso italiano scientifico-divulgativo "Resilienza: la Ricerca Xylella parla al pubblico" (<https://www.ponteproject.eu/conferences/acli-racale-announces-the-congress-resilienza-xylella-research-talks-to-people-to-be-held-in-salento-in-september-2019/>).

- Dal 25 al 27 settembre 2019 si svolgerà a Chengdu (Sichuan Province, China) il Congresso Biocontrol Asia (<https://lifesciences.knect365.com/biocontrol-asia>).
- Dal 2 al 4 ottobre 2019 si terrà a Catania il XIII Congresso della Società Italiana di Nematologia (SIN) (<http://www.nematologia.it/>).
- Sono in calendario i seguenti meeting IOBC (<http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>)
 - 4-6 settembre 2019 a Pisa (Italy) meeting del IOBC-WPRS Working Group “Integrated Protection of Stored Products” (<https://iobc-ipsp-pisa2019.com>);
 - 16-19 settembre 2019 a Vienna (Austria) meeting del IOBC-WPRS Working Group “Integrated Control of Plant-Feeding Mites” (<http://iobc-vienna2019.boku.ac.at>);
 - 7-11 ottobre 2019 a Oeiras (Portugal) il 9th meeting del IOBC-WPRS Working Group “Integrated Protection in Oak Forest” (<https://events.inia.pt/oilb-oak>);
 - 13-16 ottobre 2019 a Stratford-upon-Avon (UK) meeting del IOBC-WPRS WG “Integrated Protection of Field Vegetables” (<https://warwick.ac.uk/fac/sci/lifesci/wcc/research/pests/iobc>);
 - 5-8 novembre 2019 a Vila Real (Portugal) meeting del IOBC-WPRS Working Group “Integrated Protection in Viticulture” (<http://iobcwprsmeeting2019.admeus.pt>).
- Dal 7 al 9 ottobre 2019 si terrà a Cincinnati (OH, USA) la 3rd Protecting Pollinators in Urban Landscapes Conference (<http://protectingpollinators.org/>).
- Dal 21 al 23 ottobre 2019 si terrà a Basel (Switzerland) l’Annual Biocontrol Industry Meeting (ABIM 2019) (www.abim.ch).
- Dal 28 al 31 ottobre 2019 si terrà ad Ajaccio (France), la “Second European Conference on *Xylella fastidiosa*: how research can support solutions” (<https://www.efsa.europa.eu/en/events/event/191029>).
- Dal 6 all’8 novembre 2019 si terrà a Pretoria (South Africa) il Meeting del Working Group IUFRO 7.03.13 “Biological Control of Forest Insect Pests and Pathogens” (<https://fabinet.up.ac.za/index.php/meeting/iufro>).
- Dal 10 al 14 novembre 2019 si terrà a Hyderabad (India) il XIX International Plant Protection Congress (IPPC2019) (<https://www.wplgroup.com/aci/event/biopesticides-europe/>).
- Dal 17 al 20 novembre 2019 si terrà a St. Louis (MO, USA) il meeting annuale della Società Entomologica Americana (ESA) (<https://www.entsoc.org/events/annual-meeting>).
- Dal 25 al 29 novembre 2019 si terrà a Zlatibor (Serbia) il VIII Congress on Plant Protection: “Integrated Plant Protection for Sustainable Crop Production and Forestry” (<http://plantprs.org.rs/eng/viii-congress-eng/>).

SOCIETA'
ENTOMOLOGICA
ITALIANA

