

● BIOLOGIA, FENOLOGIA, DANNOSITÀ, MONITORAGGIO E METODOLOGIE DI CONTROLLO

Mosca dell'olivo, sistemi integrati per una difesa sostenibile

di Antonio Guario, Bruno Bagnoli

La mosca delle olive è una delle specie potenzialmente nocive in agricoltura più studiate al mondo. Descritta per la prima volta dal nostro Pietro Rossi nel 1790 con il nome di *Musca oleae*, fu descritta a dicembre dello stesso anno, con lo stesso nome, anche da Johann F. Gmelin (Raspi e Viggiani, 2008). La letteratura storica, scientifica e tecnico-divulgativa su *Bactrocera oleae* (Rossi) è tanto lunga nel tempo e ampia e diramata nei suoi contenuti, da poter costituire da sola la base per un intero insegnamento universitario di Entomologia applicata.

Di fronte alla mole di studi, ricerche e prove di lotta susseguitesesi da oltre un secolo, è difficile spiegarsi i motivi di non essere ancora riusciti a «domare» questo fitofago carpofoago che tutt'oggi rappresenta a buon diritto la specie-chiave per la difesa della produzione olivicola.

Al riguardo si potrebbe anzi aggiungere, che **da una parte i cambiamenti climatici, e dall'altra la frequente permanenza sul territorio di frutti della passata stagione in grado di sostenere una o più generazioni primaverili della mosca, abbiano, nel nuovo millennio, addirittura reso la problematica più complessa e difficile che mai.** In questo tipo di preliminari osserva-

La revoca del dimetoato nel 2019 e la possibile concessione a breve di un'autorizzazione eccezionale per 120 giorni, impongono più che mai approfondite riflessioni sulla passata, attuale e futura gestione del problema mosca delle olive in chiave di difesa strategica, saggia e sostenibile della produzione delle olive da olio e da tavola nel nostro Paese

zioni saremmo tuttavia miopi se non considerassimo le plurime pressanti esigenze di un complessivo miglioramento della qualità del prodotto finale e di tutta la filiera olivicola, anche in ordine alla «sicurezza» fitosanitaria, alimentare e ambientale. Parafrasando con un consumato slogan, si potrebbe dire che «non c'è alta qualità di prodotto, se non c'è alta qualità di filiera e di difesa fitosanitaria».

La revoca del dimetoato

Il 2020 rappresenta un anno di svolta nella storia del controllo della mosca delle olive, infatti, la revoca del permesso di utilizzo di formulati a base di dimetoato (che con il Comunicato del Ministero della salute del 10-10-2019 entra in vigore l'1-7-2020), riduce drasticamente le attuali possibilità di regolare le infestazioni del dittero con trattamenti ovo-larvicidi (tradizional-

mente definiti curativi), da applicarsi al raggiungimento di soglie critiche di intervento, che per le olive da olio si sono consolidate nell'ultimo mezzo secolo fra il 5 e il 15% di drupe infestate, in funzione della produzione unitaria e di altri parametri economici.

Detta revoca, che come la generalità di quelle inerenti la farmacopea agricola, viene sostanzialmente emanata per ragioni di tutela della salute umana, degli agroecosistemi e dell'ambiente in generale, era prevista dagli addetti ai lavori già da diversi anni e significativi settori della ricerca applicata, del mondo tecnico-professionale e dell'imprenditoria agricola erano all'opera per definire e mettere in atto strategie di controllo della mosca e/o di difesa della produzione, anche in ambito di olivicoltura integrata (ex convenzionale, ex tradizionale).

Qualora il Ministero della salute, a seguito di pressanti richieste in corso, conceda una deroga a tale norma e possa prevedere un uso eccezionale dei formulati a base di dimetoato per un periodo di 120 giorni a partire dal 1° luglio prossimo, l'esigenza di «risettare» il sistema «difesa dalla mosca» resta nella sua interezza, con l'unica variante che le realtà produttive non ancora pronte a fare a meno del dimetoato, potranno avere questa stagione in più per «esercitarsi».

Quando negli anni 50 l'American Cyanamid brevettò e introdusse nella farmacopea mondiale il dimetoato, la disponibilità di questo nuovo insetticida organico di sintesi fu salutato dai più come un evento epocale di grande ri-



Femmina di *B. oleae* ovideponente
Foto A. Canale



Maschio di *B. oleae*

levanza fitoiatrica. In effetti si trattava di un estere fosforico appartenente al gruppo chimico dei ditiofosfati, caratterizzato da elevata citotropicità, elevata efficacia insetticida (per ingestione dei tessuti raggiunti dalla sua applicazione), ed elevata idrosolubilità, in grado di favorire nel caso delle olive da olio, l'allontanamento dei suoi prodotti di degradazione con le acque di vegetazione.

Fra i suoi meriti, oltre a quello di andare a sostituire insetticidi organici di sintesi, quali DDT e parathion, non si può non ricordare la sua elevata efficacia nei confronti di uova e larve di prima e seconda età, e la sua duttilità applicativa, ovvero la possibilità di un suo razionale impiego secondo i principi della lotta guidata, ampliata poi in difesa integrata, fondati sull'utilizzazione di soglie di densità critica, come quelle economiche di tolleranza, di intervento, ecc.

Alla luce delle molte criticità sanitarie e ambientali, messe in fila e quantificate dalla Commissione europea, nei suoi organi di competenza fitosanitaria, il dimetoato finisce qui la sua corsa e segna di nuovo, come già detto, un momento storico della fitoiatria. Poiché basta avere memoria storica per rendersi conto che di volta in volta la revoca delle sostanze attive ritenute pericolose per l'uomo e per l'ambiente ha favorito il raggiungimento di soluzioni migliori delle precedenti, è opportuno **valutare la revoca del dimetoato come una importante chance per fare un salto di qualità nella gestione sostenibile della difesa delle produzioni olivicole dagli assalti delle popolazioni di *B. oleae***.

Lontano da noi la pretesa di trattare compiutamente in poco spazio: biologia, fenologia, dannosità e monitoraggio della mosca, nonché le metodologie di difesa delle olive dalle sue infestazioni, obiettivo di questo contributo vuole essere, solo una rapida disamina di detti aspetti.

Biologia di *B. oleae*

Bactrocera oleae (Diptera Tephritidae), ben nota nel secolo scorso con il nome scientifico di *Dacus oleae* (Gmelin) e quello comune di daco (da cui infestazione dacica), è da sempre in tutto il bacino del Mediterraneo l'avversità più temuta della produzione olivicola. Polivoltina con un numero di generazioni variabile in funzione delle condizioni climatiche e della disponibilità di drupe, **presenta, nelle aree favorevoli al proprio sviluppo, una dannosità**



Olive con ferite da ovideposizione causate da femmina di *B. oleae*

potenziale altissima che in assenza di adeguate pratiche fitosanitarie, può comportare, specie in annate di scarica, anche la perdita totale di produzione (Neuenschwander et al., 1986; Guarino et al., 2001; Daane e Johnson, 2010; Bagnoli, 2019).

Le sue caratteristiche bio-eco-etologiche, gli aspetti di fisiologia e di simbiosi batterica, i nuovi approcci per un suo efficace monitoraggio e un valido controllo integrato sono stati recentemente dibattuti sia nell'ambito di una tavola rotonda dell'Accademia nazionale italiana di entomologia (Firenze, 19 febbraio 2016), sia nel contesto del 8th Iobc-Wprs meeting on «Integrated protection of olive crops» (Firenze, 4-7 giugno 2018).

La specie ha un tipico sviluppo olo-metabolico comprensivo degli stadi di uovo, larva che passa attraverso tre età, pupa (coartata all'interno tegumento della terza età larvale, detto pupario) e adulto. Lo sviluppo della larva unicamente a carico del mesocarpo di frutti del genere *Olea*, ha indotto gli autori a considerare la specie oligofaga o addirittura monofaga (Tzanakakis, 2006). **Tuttavia, tutte le cultivar di olivo conosciute possono andare soggette alle sue infestazioni.**

Clima e sviluppo

B. oleae è un organismo peciloterme che **nei propri parametri di sviluppo risente notevolmente dell'influenza della temperatura e dell'umidità relativa**. Fin dagli anni 80 la Scuola entomologica dell'Università di Pisa ha precisato i termini della dipendenza dello sviluppo della mosca dalla temperatura. Dalla definizione di una soglia termica inferiore di sviluppo pari

8,99 °C e di una costante termica per l'intero sviluppo da uovo ad adulto pari a 379,01 gradi-giorno, da tempo è stato possibile definire per la Toscana e altre regioni mappe di rischio dacico espresse in termini di potenziale numero di generazioni annuali per area climatica (Belcari et al., 1989; Sacchetti et al., 2002).

Mentre gli adulti possono tollerare brevi esposizioni a basse temperature (fino a -6 °C per 2 ore), le pupe mostrano di poter sopportare temperature di -7 °C per 6 ore e temperature da 0 a -3 °C anche per numerosi giorni. Sul fronte opposto, temperature superiori per qualche ora a 34 °C determinano elevati livelli di mortalità in uova e larve giovani (Wang et al., 2009).

Ripetute prove di laboratorio condotte fin dalla fine degli anni 70 hanno permesso di stabilire che in condizioni di umidità relativa non limitanti, la temperatura ottimale che garantisce massima sopravvivenza e massima velocità di sviluppo è di 27,5 °C per le uova, 25-27,5 °C per le larve, e di 22,5-25 °C per le pupe. Parallelamente è stato definito che, sempre in laboratorio su dieta artificiale, la durata in giorni dell'intero sviluppo, dalla deposizione delle uova allo sfarfallamento dell'adulto, è mediamente di 68, 36 e 25 giorni rispettivamente a 15, 20 e 25 °C. Da ciò deriva che **in favorevoli condizioni climatiche e nutrizionali la mosca è in grado di svolgere una generazione in circa 1 mese** (Tzanakakis, 2006).

I cambiamenti climatici, in atto e previsti, sui due fronti del *global warming* e dell'intensificazione dei fenomeni atmosferici, richiedono un'adeguata declinazione dei dati sopra ricordati in ordine a un corretto monitoraggio e controllo del tefritide. Per di più, gli effetti sulla mosca non possono essere studiati e analizzati senza considerare gli effetti del clima sulla pianta ospite e sull'oliveto nel suo insieme.

Secondo vari autori **il riscaldamento terrestre, stimato nella migliore delle ipotesi, in un aumento di 1,8 °C entro il 2050, potrà determinare una variazione territoriale e temporale della distribuzione e della fenologia della mosca e dell'olivo** (Gutierrez et al., 2009; Tanasijevic et al., 2014).

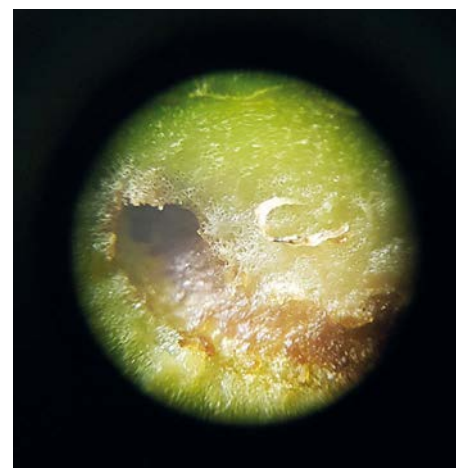
Con lo «slittamento» delle aree olivicole attuali verso zone oggi non interessate dalla coltura, avremo da affrontare e gestire nuovi scenari di rapporto tra mosca, olivo e territorio. Ciò comporterà, per quanto riguarda le popolazioni di mosca, una loro **riduzione nelle**



Uovo di *B. oleae*



Larva di 3ª età



Galleria ed esuvia di larva di 1ª età

aree costiere, meridionali e più calde, e per contro una loro espansione nelle aree interne, centro-settentrionali e attualmente più fresche.

Come la temperatura, anche il regime pluviometrico ha effetti sia sulle piante che sul dittero. È noto infatti come precipitazioni di una certa entità producano in pre-invaiaitura significativi aumenti di idratazione e distensione dell'epicarpo delle drupe, aumentando la predisposizione agli attacchi di *B. oleae*. Per contro, periodi anche relativamente brevi di caldo-secco possono determinare un raggrinzimento dell'epidermide tale da rendere i frutti meno suscettibili all'ovideposizione.

In generale **le temperature elevate durante i mesi di luglio-agosto, in corrispondenza delle prime generazioni estive, sono sempre state considerate un importante fattore di limitazione delle popolazioni, specie per i primi stadi di sviluppo della mosca.** In questi ultimi anni la percezione dell'importanza dell'umidità relativa come fattore condizionante la temperatura, si è notevolmente diffusa anche tra gli operatori di settore. Infatti, non di rado, a elevati livelli di temperatura durante i mesi estivi si sono accompagnati livelli di umidità relativa altrettanto elevati, tali da limitare anche di molto gli effetti negativi della temperatura sullo sviluppo della mosca.

Caratteristiche morfo-bio-etologiche

Gli adulti con caratteristico capo giallo-rossastro, occhi verde-blu e ali ialine iridescenti con macchia bruna sfumata all'apice, hanno una lunghezza di 4-5 mm, che tende significativamente

a variare in funzione della popolazione di appartenenza e della dieta larvale. Le loro caratteristiche morfologiche, unitamente a quelle degli altri stadi di sviluppo, sono state ripetutamente descritte con maggiore o minore dovizia di particolari in trattati e manuali di entomologia applicata (Neuenschwander *et al.*, 1986; Tremblay, 1994), come pure in numerosi contributi divulgativi, anche recenti (Belcari *et al.*, 2019).

Per la sopravvivenza e la riproduzione essi necessitano di approvvigionarsi frequentemente di acqua e di cibo che ingeriscono sotto forma di soluzione o sospensione liquida mediante il proprio apparato boccale lambente-succhiante (proboscide). **Tra le varie fonti trofiche della mosca adulta si ricordano: melate fisiologiche ed escrementizie, nettare, polline, frutti in decomposizione, feci di insetti e di uccelli, nonché, per la loro grande importanza ecologica, batteri e lieviti presenti sul filloplano.** Materiali, tutti questi, che le mosche possono trovare anche al di fuori dell'oliveto.

La **femmina**, grazie all'ovipositore (di sostituzione) di cui è dotata, depone singolarmente le proprie uova sotto l'epidermide delle drupe. **L'uovo** è semitrasparente, ha forma allungata con dimensioni di circa 0,7 × 0,15 mm, e porta all'estremità più stretta un piccolo tubercolo microepilare funzionale alla respirazione dell'embrione. La **larva**, metapneustica in prima età (L1) e anfipneustica in seconda (L2) e in terza età (L3), presenta, come tutte quelle della propria famiglia di appartenenza un apparato cefalo-faringeo dotato di tipici uncini boccali. Essa **macera il mesocarpo prima di ingerirlo e scava nella polpa della drupa una galleria di ampiezza e lunghezza diversa in funzione del proprio**

sviluppo: lunga, superficiale e filiforme quella di L1; più profonda e di diametro maggiore quella di L2; non più cilindrica ma lacunare, quella di L3.

In prossimità della maturità la larva, gialliccia e ormai lunga 7-8 mm, tende ad affiorare alla superficie della drupa e a lasciare scoperti tratti della propria galleria; quindi apre in fondo a essa un tipico foro parzialmente velato dall'epidermide del frutto, funzionale all'emergenza dell'adulto (non in grado di aprirsi un varco verso l'esterno) e si trasforma in pupa (coartata) all'interno del proprio tegumento (pupario)

Man mano che la polpa delle olive si arricchisce di sostanza grassa aumenta nella larva matura la tendenza ad abbandonare il frutto per andare a impuparsi a pochi cm di profondità nel suolo. Il pupario ha forma ellittica, dimensioni di 3,5-4,5 × 1,4-2,0 mm, e una colorazione giallo crema variabile nel corso dello sviluppo. Esso mostra abbastanza chiaramente la scultura, i segmenti, gli stigmi respiratori e gli uncini boccali della larva. La durata relativa media di ciascuna età larvale è dell'ordine del 30% per L1, 25% per L2 e 45% per L3.

Negli oliveti la variabilità della durata degli stadi pre-immaginali dipende da svariati fattori di ordine sia microclimatico che trofico inerenti le caratteristiche di esposizione e di maturazione delle drupe.

Anche la longevità degli adulti dipende da numerosi fattori, primi fra tutti l'alimentazione larvale e la generazione di provenienza. È stato osservato che adulti sfarfallati nel tardo autunno possono superare l'inverno, la primavera e il così detto «periodo bianco», corrispondente all'assenza di frutti recettivi

negli oliveti, per poi andare ad attaccare in estate le olive della stagione in corso.

In Italia la mosca è in grado di completare fino a 5 generazioni per anno, sebbene con una notevole variabilità in funzione di diversi fattori che riguardano il rapporto temperatura/umidità relativa (latitudine, altitudine, clima e microclima) e la disponibilità di olive idonee alla riproduzione (Delrio e Lentini, 2016).

Come accennato all'inizio, **sui frutti rimasti sulle piante dall'anno precedente *B. oleae* può svolgere 1-2 generazioni, come è successo anche in Toscana nel 2016**. In effetti in Italia Centrale si ha sempre uno sfarfallamento di adulti all'inizio della primavera che se trovano sul territorio drupe adatte vi si riproducono. Da quanto detto emerge che la specie può svernare da noi in tutti gli stadi di sviluppo, tranne quello di uovo, e che la percentuale di individui che superano l'inverno come larve, puppe o adulti varia anch'essa segnatamente in rapporto alle condizioni climatiche del luogo e dell'anno di riferimento.

I rapporti degli adulti della mosca con l'oliveto, e più specificatamente con le olive, sono assai complessi e fortemente mediati da semiochimici di varia natura. Essi riguardano aspetti fisiologici relativi a: nutrizione, comportamento sessuale, ricerca dell'ospite per l'ovideposizione, marcatura delle olive per la dispersione delle uova. Le interazioni fra mosca, frutti e biotopo sono alla base della diversa suscettibilità varietale all'infestazione. Numerosi sono i fattori che possono influenzare, in modo positivo o negativo, la scelta della femmina ovideponente. Fra i più indagati si ricordano quelli di natura fisica, chimica, e microbiologica, mentre una nuova ma interessantissima frontiera è quella relativa alla biologia molecolare e alla genetica. Da molto tempo sono state osservate relazioni positive tra forma (ovoidale), volume (grande), colore (verde), elasticità (bassa) dell'oliva e suscettibilità all'ovideposizione.

Analogamente è stato rilevato come le cere di superficie (grazie alla presenza di acido oleanolico e maslinico) esercitino un effetto deterrente, mentre risultano fortemente attrattivi, in particolare nei confronti della femmina fecondata, alcuni composti alifatici (nonen-1-olo, esan-1-olo, ottanale, nonanale), aromatici (toluene, etilbenzene) e terpenici [(+)-alfa-pinene, (-)-beta-pinene, D-(+)-limonene, L-(-)-limonene] di origine vegetale, nonché in particola-

re sostanze ammoniacali e stirene derivanti in gran parte dal metabolismo della microflora epifittica. Anche la presenza nelle sostanze volatili emesse dalla pianta, di toluene, etilbenzene, alfacopaene e sesquiterpene risulta attrattiva nei confronti degli adulti (Germinara et al., 2016).

Un capitolo a sé meriterebbero poi i meccanismi di difesa delle olive nei confronti delle larve, legati sia a sostanze fenoliche come l'oleuropeina (precursore di composti ad attività antimicrobica ed insetticida), sia alla composizione di acidi grassi (con una correlazione negativa tra contenuto di palmitico, linolenico e lignocericico e grado di attacco).

Per quanto riguarda l'ambito molecolare e genetico alla base delle risposte attivate dall'ospite nei confronti del carpofoago, le conoscenze disponibili sono ancora insufficienti a dominare un settore così articolato e complesso ma è indubbio che gli studi in corso, potranno fornire validi contributi nella selezione di cultivar quanto meno più tolleranti alle infestazioni daciche (Garonna et al., 2016).

Il **processo di ovideposizione** espletato da una femmina a carico di un'oliva recettiva si articola sinteticamente in almeno 7 fasi successive:

- esplorazione della drupa;
- delimitazione di un territorio;
- creazione con l'ovipositore di una camera sottoepidermica;
- intimo contatto dei labelli della disto-proboscide con il proprio ovipositore e la ferita per l'aspirazione del succo dell'oliva fuoriuscito dalla ferita e non solo (bacio della ferita);
- deposizione dell'uovo;
- nuovo bacio della ferita;
- strofinamento dell'ovipositore sulla



Olive con foro di uscita

superficie dell'oliva (Neuenschwander et al., 1986).

Ogni femmina può deporre qualche decina di uova al giorno per un periodo che in estate è stimato di circa 1 mese. Ciò comporta che ogni femmina possa complessivamente deporre alcune centinaia di uova con punte fino a un migliaio (figura A riportata online all'indirizzo riportato in fondo all'articolo).

Le simbiosi batteriche

Il primo rilevamento di una simbiosi batterica ereditaria in *B. oleae* si deve a Petri che nel 1909 evidenziò in adulti del dittero un bulbo esofageo (estroflessione anteriore del tubo digerente) ospitante batteri poi regolarmente scaricati in masse compatte nel mesointestino. Nel 2005 questo simbiote è stato geneticamente caratterizzato, ne è stata studiata la sua filogenesi e quindi designato come *Candidatus Erwinia dacicola* (Enterobacteriaceae).

In realtà la mosca delle olive ha almeno due distinti tipi di rapporti con i batteri:

- un'associazione temporanea e occasionale con batteri epifiti (enterobatteriacee e pseudomonadacee) presenti sul filloplano, di cui gli adulti della specie si nutrono e che trasportano a loro volta sulle piante di olivo;
- una simbiosi stretta con *Ca. Erwinia dacicola* (rilevata soprattutto in popolazioni selvagge).

Diverse indagini di laboratorio e di campo hanno permesso di verificare come filtrati batterici (freschi) ottenuti da colture di *Pseudomonas putida* presentino un forte potere attrattivo nei confronti degli adulti di *B. oleae* e in particolare delle femmine. Ciò porta a ritenere che queste indagini possano servire a mettere a punto dispositivi di monitoraggio più efficaci.

Ben maggiore è tuttavia la valenza scientifica e applicativa dei risultati della ricerca relativa alla simbiosi che la mosca presenta con *Ca. Erwinia dacicola*. Sul piano scientifico la recente verifica della trasmissione verticale del batterio dall'adulto alla prole (attraverso il movimento delle colonie batteriche dal bulbo esofageo lungo il tubo digerente fino alla confluenza dell'ano con lo sbocco dell'ovipositore e alla contaminazione del corion dell'uovo, per poi essere ingerite dalla larva emergente) e l'accertamento di una trasmissione orizzontale (tra adulti selvaggi e adulti di laboratorio), confermano la possibile

azione «simbiosi-depressiva» dei prodotti rameici e rafforzano le prospettive di poter mettere a punto metodi biotecnologici volti a «manipolare/interrompere» detta simbiosi, vitale per le popolazioni naturali di mosca (Sacchetti et al., 2008 e 2016; Bagnoli, 2011; Belcari et al., 2013; Bigiotti et al., 2019a e 2019b).

I nemici naturali

Lo studio del complesso dei nemici naturali della mosca ha una lunga storia che un secolo fa ha visto in Filippo Silvestri una figura di primo piano nella ricerca in Eritrea e in Sud Africa (ritenute regioni originarie di *B. oleae*) di parassitoidi specifici da poter essere eventualmente utilizzati per un controllo biologico di tipo classico. **Purtroppo a tutt'oggi nessuna specie di questa importante categoria di ausiliari è risultata essere strettamente associata alla mosca delle olive e le ricerche per un potenziamento del controllo naturale della specie riguardano lo studio di parassitoidi di altre mosche confamiliari come *Diachasmimorpha longicaudata*, *Psytalia* spp. e altri imenotteri braconidi** (Daane et al., 2015; Sacchetti et al., 2019).

Nel bacino del Mediterraneo i principali parassitoidi associati a *B. oleae* sono i generalisti ectoparassitoidi imenotteri calcidoidei *Eurytoma martellii* (Eurytomidae), *Prnigalio mediterraneus* (Eulophidae), *Cyrtoptyx latipes* (Pteromalidae) ed *Eupelmus urozonus* (Eupelmidae), ritenuto quest'ultimo da tempo un gruppo di specie mostranti spesso caratteristiche da iperparassitoide (Neuenschwander et al., 1986; Guario et al., 1990; Daane et al., 2015). A questo ristretto gruppo di specie è da aggiungere il braconide endoparassitoide larvo-pupale *Psytalia concolor* lungamente studiato fin dagli anni 50 in varie regioni italiane come possibile agente di controllo biologico della mosca senza mai riuscire tuttavia a fornire risultati significativi sul piano applicativo (Raspi et al., 2013). Tuttavia questo parassitoide è in grado di raggiungere livelli di parasitizzazione di assoluto valore in provincia di Trapani sia su olivastro che su varietà coltivate (Caleca et al., 2015).

In anni recenti il reperimento in Campania e nel Lazio, e poi in Sicilia, di una nuova specie per la scienza, l'imenottero eulofide endoparassitoide pupale *Baryscapus silvestrii* apre un nuovo capitolo nell'analisi del complesso e del ruolo limitante svolto dai parassitoidi della mosca in area circummediterranea (Viggiani et al., 2006; Bernar-

do e Guerrieri, 2011; Sasso et al., 2020).

Tralasciando l'azione entomofaga a carico delle uova della mosca operata da *Lasioptera berlesiana* (Diptera Cecidomyiidae), ricordata in seguito a proposito dei danni dell'infestazione dacica, merita invece sottolineare come recenti ricerche svolte dalla Scuola Sant'Anna di Pisa in Toscana in oliveti del Monte Pisano in Toscana abbiano permesso di far luce sull'azione troppo spesso tralasciata dei predatori delle pupe nel suolo. Oltre al rinvenimento di una trentina di specie di carabidi, le indagini hanno permesso di appurare una tangibile azione predatrice delle pupe di mosca da parte del carabide *Pseudoophonus rufipes* e dello stafilide *Ocyopus olens*, il che consente di considerare *Carabidae* e *Staphylinidae* taxa di significativa importanza anche per il controllo di *B. oleae* (Albertini et al., 2018 e 2019).

Dannosità di *B. oleae*

I danni che la mosca è in grado di arrecare partono già dalle ferite di ovideposizione che, anche quando l'uovo viene distrutto dalla larva predatrice di *L. berlesiana* consentono direttamente, o indirettamente tramite il cecidomide, lo sviluppo di marciume del frutto causato da *Botryosphaeria dothidea* (più noto forse come *Camarosporium dalmaticum*) cui fa di solito seguito la cascola dei frutti colpiti (Bagnoli, 2019). Dall'attività trofica della larva di mosca derivano i danni dovuti alla sottrazione di polpa (fino a superare il 20%) e le non meno significative alterazioni fisico-chimiche e organolettiche della stessa, da cui discendono le perdite qualitative del prodotto finito, olive da mensa o olio che sia. Qualche decennio fa si so-



Femmina di *Diachasmimorpha longicaudata*. Foto A. Raspi

steneva che fosse la cascola tardiva, la parte più consistente della perdita economica dovuta all'infestazione dacica; da anni è invece sotto gli occhi di tutti come in annate di scarica si possa avere una decimazione del prodotto anche per le olive ancora presenti sulla chioma all'epoca della raccolta.

Mentre per l'olivicoltura da olio è possibile distinguere una soglia di tolleranza per interventi preventivi contro gli adulti (1-2% di olive con uova e/o larve neonate), da una soglia di tolleranza per interventi curativi ovo-larvicidi (5-15% di olive con uova e/o larve di 1^a-2^a età), nell'olivicoltura da tavola, grazie al valore unitario in genere di gran lunga superiore per questo tipo di produzione, si adotta un'unica soglia di tolleranza dell'ordine dell'1-2% di drupe colpite, indipendentemente dalle finalità preventive o curative del trattamento.

Analisi recenti dinamiche di popolazione

Se i valori di temperatura possono aiutare a calcolare il numero teorico e a prevedere con una certa approssimazione il numero effettivo di generazioni della mosca in un determinato ambiente, ciò che caratterizza la dinamica di popolazione è costituito da un sistema complesso di variabili abiotiche e biotiche, esterne e interne alla popolazione dacica (Bagnoli, 2011, 2014, 2018 e 2019).

Andando a esaminare gli scenari che verosimilmente hanno determinato le recenti memorabili infestazioni del 2007, 2014, 2016 e 2019, possiamo facilmente rilevare come si siano verificate le seguenti circostanze:

- **condizioni climatiche favorevoli alla mosca in modo diretto:** temperature autunno-invernali alte, non incisive come fattori di mortalità sulla popolazione svernante; temperature estive basse con umidità relativa alta, non incisive come fattori limitanti su adulti, uova e larve di 1^a età;
- **condizioni climatiche favorevoli alla mosca in modo indiretto:** colpo di calore in giugno durante la fase di allegagione con effetti di riduzione della già scarsa produzione olivicola; piogge frequenti nel periodo estivo che hanno reso le olive precocemente recettive all'ovideposizione del dittero; precipitazioni estive di elevata intensità che hanno pesantemente ridotto la durata di azione di vari trattamenti fitoiatrici di copertura (rivolti contro gli adulti);
- **condizioni di ordine culturale favo-**

revoli alla disponibilità di cibo: elevata produzione nel 2006, 2013 e 2015 con la conseguenza di non avere in molte zone una raccolta completa delle drupe, le quali, unitamente a quelle rimaste sulle piante degli oliveti abbandonati, hanno consentito alla mosca di svolgere a loro carico una prima generazione primaverile;

● **condizioni di ordine colturale favorevoli agli alti livelli di infestazione relativa:** dopo gli anni di carica 2006, 2013, 2015 e 2018 si è avuta in generale, per la tipica alternanza produttiva dell'olivo, scarsa fioritura e allegagione e conseguentemente una popolazione di frutti a disposizione del daco relativamente modesta.

Monitoraggio

Indipendentemente dai metodi di protezione dell'oliveto prescelti, rimane di indiscutibile valenza il monitoraggio della popolazione adulta e preimmaginale del carpofago, dalla cui accuratezza (che trova nella fase di ovideposizione il proprio cardine) dipende gran parte della razionalità dei processi decisionali fitoiatrici, i quali sempre più potranno avvantaggiarsi dallo studio delle popolazioni sul territorio e dall'evoluzione dei modelli previsionali fenologici e demografici.

Per il monitoraggio delle popolazioni adulte della mosca sono utilizzabili da tempo diversi tipi di dispositivi, tra i quali i più comuni e diffusi sono:

- trappole alimentari (chemiotropiche, innescate con sostanze zuccherine, sali ammoniacali o proteine idrolizzate);
- trappole visive (cromotropiche di colore giallo);
- trappole sessuali (chemiotropiche a feromone, innescate con il componente principale della miscela feromonica, 1,7-dioxaspiro [5,5] undecano);
- trappole a innesco multiplo, consistenti in tavolette gialle, provviste di erogatore a lento rilascio di ammoniaca e di dispenser di feromone sessuale.

Indipendentemente dal tipo di trappola, è opportuno che il numero dei dispositivi impiegati sia congruo con l'estensione e la variabilità agronomico-culturale dell'area di riferimento. Di solito merita non scendere al di sotto di 1-3 trappole per oliveto campione omogeneo. È altresì conveniente impiegarle in marzo-aprile e dalla pre-lignificazione del nocciolo alla pre-raccolta. È infine di assoluta importanza che il rilevamento degli esemplari cat-

turati (possibilmente da distinguere in maschi e femmine) sia effettuato con cadenza non superiore ai 7-10 giorni.

Per quanto riguarda la popolazione preimmaginale è basilare il riconoscimento dei sintomi dell'infestazione e a seguire quello dei diversi stadi di sviluppo (uovo, larva di 1^a, 2^a, 3^a età, pupa). La gestione dell'infestazione dacica trova nelle ferite da ovideposizione una delle principali variabili di riferimento. In effetti **queste ferite (dette anche «punture fertili») costituiscono un elemento diagnostico di grande valore che indica l'inizio dell'attacco dacico.** L'acquisizione da parte dell'olivicoltore della capacità di riconoscere direttamente in campo detti sintomi rappresenta una professionalità di grande importanza per seguire, fin dall'inizio della prima generazione estiva, l'evolversi dell'attacco nel tempo e nello spazio.

Il modo più corretto per stimare l'infestazione, e la sua evoluzione nel tempo, oltre alla continua osservazione dei sintomi dell'attacco in campo, è quello di esaminare allo stereo-microscopio campioni omogenei di 100-200 drupe, prelevate in misura di 1-2 unità per pianta e in modo rappresentativo delle parcelle campione dell'area olivicola di riferimento. Sarebbe inoltre opportuno rapportare a 100 frutti il numero di esemplari di ciascuno stadio di sviluppo della mosca, reperiti nelle olive campionate. Molto spesso, per semplicità, la variabile considerata è invece la percentuale di olive interessate da quella tipologia di infestazione (**attiva: uova e larve giovani suscettibili di essere uccise con trattamenti ovo-larvicidi; dannosa: larve di 3^a età, pupe e gallerie abbandonate, non controllabile da alcun tipo di trattamento; totale: tutti gli stadi infestanti e i loro sintomi**). Così facendo non si tiene però conto dell'eventuale compresenza nelle olive di differenti esemplari pre-immaginali della mosca e si sottostima pertanto l'attacco. Come per i dati di cattura è molto importante che dalla pre-lignificazione del nocciolo alla pre-raccolta, i rilievi siano effettuati con una frequenza media attorno ai 7 giorni, variabile in funzione della criticità del periodo.

È quella del monitoraggio a scala crescente (parcella, oliveto, area, azienda, distretto) un presupposto strategico per realizzare a livello territoriale una difesa efficace della produzione olivicola dagli attacchi della mosca. Il termine efficace è qui sinonimo di razionale, integrata, sostenibile, sapiente, saggia

e chi più ne ha, più ne metta, compreso l'aggettivo simbolo della nuova Pac «smart», qui tuttavia inteso più come intelligente che come scaltro.

Al riguardo ogni forma di associazione dei produttori olivicoli è chiamata a costituirsi parte del tessuto sociale volto alla registrazione della dinamica di popolazione del dittero, come attività propositiva per una olivicoltura di precisione o come attività conseguenziale di un'olivicoltura di questo tipo già in corso. In altri termini le varie organizzazioni olivicole, in stretta collaborazione con le strutture pubbliche regionali di settore devono assumere un ruolo guida e determinante nelle attività di monitoraggio e informazione.

Ciò sarà tanto più importante quanto maggiore sarà la compresenza nello stesso distretto olivicolo di modelli diversi di olivicoltura in funzione della densità d'impianto, della cultivar, della forma di allevamento, del regime di potatura e di irrigazione, della produzione unitaria e del tipo e dell'epoca di raccolta.

Sistemi previsionali

Nella gestione del tefritide grande interesse applicativo hanno avuto, e hanno oggi più che mai, i sistemi previsionali. In termini schematici questi possono essere distinti in quattro macro-aree:

- **fenologici:** sono volti alla simulazione del ciclo di sviluppo, si basano soprattutto sugli effetti dei fattori climatici e della temperatura in particolare, sulla velocità di sviluppo;
- **demografici:** mirano alla simulazione della dinamica di popolazione, sono ovviamente assai più complessi e richiedono per la loro realizzazione approfondite conoscenze anche sui vari fattori che influiscono sui tassi di fertilità, natalità, mortalità, ecc.;
- **dell'infestazione a breve termine:** derivano dallo studio della relazione fra catture di adulti con trappole cromotropiche (o a feromone) e infestazione, sotto l'influenza della temperatura. In un modello studiato da Pucci et al. (1993, 2006), la variabile dipendente «infestazione al giorno D» risulta essere una funzione delle due variabili indipendenti «catture di adulti» e «temperature medie» in un intervallo di tempo precedente (Bagnoli e Iannotta, 2012);
- **del rischio dacico a lungo termine:**

• continua a pag. 46

DIFESA DELLA PRODUZIONE OLIVICOLA

Difesa varietale e agronomico-culturale

- Prediligere cultivar che mostrino minore suscettibilità agli attacchi di mosca, principalmente per caratteristiche fisiche della drupa, quali: piccola taglia, invaiatura precoce, resistenza alla penetrazione, presenza nella polpa di sostanze deterrenti come l'oleuropeina.
- Evitare la compresenza (quando non studiata) di cultivar da tavola con cultivar da olio, nonché di varietà a diversa fenologia, epoca di maturazione dei frutti e suscettibilità agli attacchi di mosca.
- Puntare a forme di intensificazione culturale sostenibili, in grado di permettere produzioni significativamente più alte e, a parità di consistenza della popolazione dacica, avere livelli di infestazione più contenuti.
- Mantenere o accrescere a livello di area, azienda e oliveto la presenza di infrastrutture di compensazione ecologica.
- Estendere la pratica dell'inerbimento.
- Valutare con concretezza imprenditoriale la possibilità di consociazioni con altre colture arboree e/o erbacee, nonché con forme di allevamento zootecnico (ad esempio olivo/asparago/pollo).
- Definire di volta in volta, stagione per stagione, l'epoca ottimale di raccolta in funzione del processo di inolizione, della cascola e dell'infestazione presente e prevista, in modo da ottenere il massimo beneficio da un'eventuale raccolta anticipo in grado di sottrarre gran parte della produzione agli attacchi e all'evoluzione dell'infestazione dacica.
- Limitare gli effetti dell'infestazione dacica sulla qualità degli oli, riducendo al massimo i tempi fra raccolta e frangitura (24-48 ore) e conservando l'olio al fresco e al riparo della luce.
- Negli oliveti non inerbiti possono avere una certa utilità lavorazioni superficiali del terreno, purché non siano di disturbo per eventuali popolazioni di insetti predatori.

Lotta ovo-larvicida

La lotta ovo-larvicida rappresenta ancor oggi il metodo di controllo più utilizzato dagli olivicoltori nei confronti della mosca delle olive. L'esclusione del

dimetoato impone una significativa riprogrammazione della lotta ovo-larvicida curativa contro questo carpofoago. L'eventuale concessione da parte del Ministero della Salute di un «uso eccezionale del dimetoato a 120 giorni» potrebbe consentire alle aziende olivicole una stagione in più per rivedere la propria organizzazione di difesa dell'oliveto dagli attacchi della mosca.

Fosmet. Appartenente come il dimetoato alla famiglia degli esteri fosforici; non presenta un'elevata citotropicità e per questo è preferibile impiegarlo contro uova e larve di prima età. I principali formulati disponibili prevedono un intervallo di sicurezza di 30 giorni e non sono autorizzati per più di due interventi all'anno. La sua liposolubilità impone grande attenzione e rispetto delle indicazioni riportate in etichetta per non correre rischi di eventuali residui nell'olio.

Acetamiprid. Appartiene alla famiglia dei neonicotinoidi e nel 2017 ha avuto l'estensione d'impiego sull'olivo per *B. oleae*. Agisce prevalentemente per ingestione ed è caratterizzato da attività citotropica-translaminare e da elevata sistemica (ovviamente non sfruttata nel caso specifico). I principali formulati ammessi sulla coltura presentano un tempo di sicurezza di 21 giorni e possono essere impiegati per un massimo di 2 interventi all'anno (in complementarietà con quanto ammesso per il fosmet).

Per entrambi questi due insetticidi, meno attivi del dimetoato nei confronti delle larve di 2^a e 3^a età, è fondamentale che gli interventi siano molto tempestivi in modo da poter abbattere uova e larve di 1^a età prima che queste sfuggano in toto o in parte all'azione tossica del prodotto. È facile comprendere come questa esigenza possa confliggere con il numero massimo di trattamenti ammessi, con la durata di azione del prodotto, e con la scalarità e la successione delle ondate delle ovideposizioni.

In ogni caso le caratteristiche di tali sostanze richiedono più che mai una capillare organizzazione del monitoraggio e una efficace diffusione delle infor-

mazioni alle aziende olivicole e/o tecnici impegnati nell'assistenza alle aziende. Rimane inoltre da ribadire come sia fondamentale utilizzare volumi di acqua adeguati alla densità d'impianto e alla dimensione della chioma, nonché una corretta manutenzione e frequente taratura delle macchine per ottenere una sufficiente bagnatura delle drupe.

Per l'«olivicultura biologica», non esistono al momento in commercio sostanze attive con caratteristiche di citotropicità (Guario et al. 2001).

Lotta adulticida

L'approccio gestionale per il controllo della mosca che trova il suo target negli adulti, è ben diverso da quello larvicida. Pertanto i sistemi di controllo devono prendere in considerazione l'intero agro-ecosistema. Da ciò deriva che nella generalità dei casi, i metodi adulticidi sono tanto più efficaci quanto più è grande l'area su cui vengono applicati. Questa confermata verità ed esigenza spesso collide con la frammentazione degli appezzamenti, le modeste dimensioni delle aziende, la scarsa propensione all'associazionismo.

Esche glucidico-proteiche attivate con insetticidi. Le difficoltà applicative (da terra) su ampie superfici e la loro modesta persistenza e facile «dilavabilità» hanno sempre rappresentato un forte limite in termini di efficacia ed affidabilità. Inoltre la loro scarsa selettività nei confronti degli insetti utili ha contribuito a ragione a far sì che, almeno in Italia, non si siano mai diffuse più di tanto. Le cose sono però sostanzialmente cambiate a partire dalla disponibilità in commercio di un formulato già pronto all'uso attivato con spinosad (Spintor Fly). Si tratta di una miscela di attrattivi e appetenti vari avvelenata con spinosad. Va utilizzato alla dose di 1-1,2 L/ha di formulato diluito in 4 L di acqua per un totale di soli 5 L/ha di miscela. In funzione del sesto d'impianto e della geometria dell'oliveto, potranno essere trattate tutte le piante o solo una metà su filari alterni distribuendo in spot di 30-40 cm di diametro circa 20-40 mL di preparato per pianta. Il prodotto agisce prevalentemente per

ingestione e non sono ammessi su olivo più di 8 trattamenti per anno. Il metodo è autorizzato in «olivicoltura biologica». Durante periodi estivi piovosi, il dilavamento della miscela dovuto alle precipitazioni, impone grande accuratezza nell'integrazione di detto metodo con altri di pari eco-compatibilità, per rimanere nel numero massimo di trattamenti ammessi e proteggere adeguatamente le olive.

Attract & Kill. Tale sistema di lotta adulticida prevede l'impiego di dispositivi attrattivi [innescati con semiochimici di tipo cairomonale (alimentare) o feromonico] trattati con insetticidi (piretroidi) ad azione di contatto e ingestione. Lo scopo è quello di attirare sulla superficie trattata del dispositivo maschi e (soprattutto) femmine di *B. oleae*, per abatterli attraverso l'azione del principio attivo.

Attualmente esiste in commercio solo il dispositivo Eco-Trap Vioryl. È costituito da un sacchetto in polietilene contenente bicarbonato d'ammonio (attrattivo alimentare per entrambi i sessi), rivestito da una carta speciale trattata con deltametrina. Il dispositivo è inoltre integrato da un dispenser della sostanza feromonica «1,7-dioxaspiro[5.5]undecano» attrattiva principalmente per i maschi. Secondo quanto riportato in etichetta, è opportuno collocare l'Eco-Trap all'interno della zona medio-alta della chioma evitando l'esposizione diretta ai raggi solari e il contatto con rami e foglie. Per avere un'ottimale erogazione delle sostanze attrattive, è inoltre necessario in fase di installazione, praticare un foro di circa 1 mm sia sul dispenser del feromone, sia sulle due facce della metà superiore del sacchetto. È consigliato l'impiego di una Eco-Trap ogni due piante in oliveti a sesto d'impianto regolare di 300-400 alberi di media grandezza, o un dispositivo per pianta nel caso di densità inferiori e olivi molto grandi. Orientativamente il numero massimo di questo tipo di dispositivi è di 250/ha. Sebbene la trappola possa rimanere attiva per tutto il periodo estivo, sul litorale toscano i risultati migliori (che in ogni caso non hanno garantito un'efficacia media superiore al 50-60% rispetto a un testimone non trattato) si sono ottenuti facendo 2-3 applicazioni successive, poco prima

l'inizio di ciascuno dei principali «voli».

Essendo dispositivi innescati con prodotti di origine naturale, in cui l'azione della deltametrina è localizzato sulla superficie del dispositivo stesso, il loro impiego è ammesso anche in «olivicoltura biologica».

Mass Trapping. È un metodo applicato con dispositivi aventi struttura e forma diversa (bottiglie, vasi, recipienti: cilindrici, conici, ecc.), contenenti una miscela liquida attrattiva per emissione di composti volatili (ammine eterocicliche e acidi organici) nei confronti degli adulti della mosca e in particolare delle femmine.

Sono disponibili in commercio, numerosi diversi tipi tra cui le famose «McPhail», nonché le cromotropiche gialle a faccia multipla provviste di feromone sessuale di sintesi.

Fra le più diffuse si ricordano le «Dacus-Trap» da innescare anche in questo caso con attrattivo «alimentare» più o meno specifico garantito dalla ditta produttrice per mantenere una capacità attrattiva fino a 140 giorni ma opportunamente da sostituire alla bisogna. Anche in questo caso l'installazione deve precedere l'arrivo estivo delle mosche nell'oliveto (inizio lignificazione del nocciolo, fine giugno-prima decade di luglio).

Il numero di trappole da installare è (in via teorica più che pratica) in relazione alla superficie dell'oliveto e alla pressione dacica mediamente registrata in anni precedenti. L'efficacia di questi dispositivi è solitamente sproporzionato in negativo rispetto al costo di acquisto e/o di gestione dei medesimi.

Anti feeding, deterrenza, inibizione batterica

Rame. È nota da molto tempo l'azione limitante che i sali rameici esplicano nei confronti degli attacchi dacici. È stato possibile dimostrare che il rame metallo, oltre a essere depressivo nei confronti della flora microbica del filloplano, e quindi in grado di abbassare l'attrazione che il metabolismo batterico esercita nei confronti degli adulti di mosca, è a tutti gli effetti un battericida capace di ostacolare o interrompere la simbiosi batterica che *B. oleae* ha con *Ca. Erwinia dacicola*. Questa doppia azione può essere opportunamente sfruttata, sia all'inizio della campagna estiva antidacica (solita fase fenologica di in-

durimento del nocciolo), sia in settembre, quando di solito si hanno i nuovi e più importanti attacchi (Bagnoli, 2011).

Caolino (silicato di alluminio). Le proprietà benefiche delle argille sulla fisiologia delle piante e la loro difesa dagli attacchi degli insetti sono note da tempo. Nel caso del caolino «Surround», lo strato microscopico di particelle minerale riflette luce e calore, pur consentendo il passaggio di acqua e anidride carbonica; inoltre, non bloccando gli stomi, non interferisce negativamente sulla fotosintesi. L'irrorazione delle piante con sospensioni di preparati a base di argille, e in particolare di caolino, determina la formazione sulla chioma di un sottile strato di microparticelle che ostacola, in molte specie di insetti carpofagi (tra cui i ditteri tefritidi), il riconoscimento del frutto e forse della pianta, limitandone l'ovideposizione e il conseguente attacco. Si ritiene che nei confronti della mosca delle olive, «Surround» abbia i seguenti meccanismi di azione: repellenza; deterrenza sull'ovideposizione; inibizione dell'alimentazione; camuffamento dell'ospite. Va da sé che i trattamenti con caolino devono raggiungere lo scopo di essere ben coprenti e hanno quindi bisogno di dosaggi elevati in termini sia di prodotto (circa 4 kg/hL) che di volumi unitari di acqua utilizzata (5-10 hL/ha). Come il rame, trova la sua utilizzazione ottimale a fine giugno-prima decade di luglio.

Beauveria bassiana. In Italia l'unico prodotto a base del fungo entomopatogeno *Beauveria bassiana* è Naturalis. Utilizzabile ovviamente in «agricoltura biologica» agisce prevalentemente per contatto ma nel caso di *B. oleae* sembra avere una non indifferente azione depressiva nei confronti dei batteri del filloplano e svolgere un'attività repellente nei confronti delle femmine. Il formulato va impiegato a dosaggi di 1-2 L/ha utilizzando volumi di acqua assai elevati (8-20 hL). Trattamenti alla dose di 150 mL/hL di formulato possono rimanere efficaci per circa 1 settimana. Per le esigenze biologiche specifiche del fungo entomopatogeno è preferibile effettuare l'applicazione la mattina presto o al tramonto. Non essendo citotropico, teme come e forse più di altri prodotti di copertura, le piogge specie se di forte intensità. ●

• segue da pag. 43

si basano sulla relazione di massima tra alcuni indici agroclimatici e meteorologici (regime termico in particolare del periodo novembre-febbraio) e la gravità della infestazione in luglio-agosto (Petacchi et al., 2014a e 2014b; Marchi et al., 2015).

Per quanto riguarda questi ultimi, una loro recente evoluzione porta a stimare il rischio di attacco dacico (classificato in: basso, medio-basso, medio e medio-alto) che si avrà in luglio-agosto, in funzione di quattro variabili indipendenti che sono: le temperature minime invernali; la consistenza delle catture di adulti nel periodo primaverile; la presenza in primavera di olive residuali dall'anno precedente; la produzione unitaria ai primi di luglio (Petacchi e Gargani, 2019). Tali processi di stima derivano da una proficua collaborazione fra il SFR della Regione Toscana o la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e sono ormai a regime nel portale Agroambiente.info della Regione.

Da anni anche in olivicoltura sono stati definiti Sistemi di supporto alle decisioni (DSS), che utilizzando sistemi integrati di sensori e altri strumenti per il monitoraggio in tempo reale dell'ambiente oliveto (con particolare riferimento ai dati di temperatura e umidità dell'aria, del suolo e della vegetazione) forniscono informazioni utili ai fini del processo decisionale.

La disponibilità via via crescente di DSS, nonché di app per smartphone per l'acquisizione e la trasmissione dati, deve essere considerata un'opportunità per comprendere meglio la dinamica di popolazione della mosca su base spaziale e temporale, ma deve essere chiaro che, per il momento e nel caso specifico, lo strumento tecnologico rimanere tale e non può sostituirsi all'operatore o meglio a un sistema di operatori dotati di competenza agronomica, entomologica e fitoiatrica.

Difesa della produzione olivicola

In termini schematici la protezione dell'oliveto dagli attacchi della mosca può essere perseguita:

- con **misure di controllo diretto della specie** che prevedono trattamenti ovo-larvicidi a carattere curativo da effettuarsi al superamento di soglie di tolleranza prestabilite, oppure l'applicazione di esche o dispositivi attratti-

vi adalticidi aventi carattere preventivo (Laccone et al., 1990; Guarino et al., 2001 e 2015);

- con **misure volte primariamente alla difesa del prodotto** che si basano invece sull'irrorazione delle piante con miscele acquose di sostanze ad azione deterrente nei confronti degli adulti (caolino, calce, composti rameici, ecc.);
- con la **combinazione delle due metodologie**.

Mentre i trattamenti ovo-larvicidi con insetticidi di sintesi sono ancora di largo impiego in olivicoltura integrata, i metodi rivolti verso gli adulti prevalgono in olivicoltura «biologica» (Caleca et al., 2012; Bigiotti et al., 2017; Bagnoli, 2018).

Le pratiche di difesa della produzione trovano ancora oggi il loro culmine nella raccolta «anticipata» (o meglio precoce) delle drupe, nota per l'indiscussa efficacia fin dall'antichità. Appartengono con crescente interesse a questo settore delle scelte agronomiche anche le opzioni riguardanti l'impianto e la conduzione dell'oliveto riferite alla suscettibilità ambientale, varietale, colturale, etc. agli attacchi della mosca.

Afferiscono invece alla sistemi di controllo della specie anche la lotta biologica in tutte le sue forme (inondativa, inoculativa e protettiva) e la tecnica del maschio sterile, metodi entrambi di grande interesse e di affascinante prospettiva nonostante le difficoltà ancora presenti nella messa a punto della complessa metodica.

Più dettagliatamente rientrano nella categoria della **difesa della produzione** i seguenti metodi:

- agronomico-culturale (suscettibilità ambientale; suscettibilità varietale; raccolta anticipata);
- preventiva con prodotti microbiologici (*Beauveria bassiana*);
- preventiva con prodotti a base di rame (idrossidi, ossicloruri, solfati tribasici);
- preventiva con prodotti a base di rame e calce (poltiglie bordolesi e simili);
- preventiva con prodotti a base di argille (caolino, bentonite, silicati);
- preventiva con prodotti a base di zeoliti.

Una tecnica di protezione fisica dei frutti e di altri prodotti vegetali, vecchia di millenni e oggi ampiamente applicata laddove la redditività delle produzioni lo permette, è quella della realizzazione e dell'uso di idonee reti antinsetto. Verificate nella loro efficacia a livello di colture più o meno protette di fiori, ortaggi e piccoli frutti, ma anche di frutteti e di piante ornamen-

tali (contro un considerevole numero di specie appartenenti a emitteri, lepidotteri, ditteri, coleotteri, ecc.), possono essere opportunamente considerate e utilizzate anche in oliveti più o meno intensivi di varietà da mensa, allo specifico scopo di evitare attacchi di mosca e non solo.

Afferiscono invece alla categoria del **controllo diretto della mosca** le seguenti applicazioni:

- utilizzazione preventiva di dispositivi di attrazione e abbattimento degli adulti (Attract & Kill);
- utilizzazione preventiva di bottiglie trappola innescate con miscele acquose di proteine idrolizzate (Mass Trapping);
- trattamenti adalticidi a base di esche proteiche e glucidiche avvelenate con spinosad, applicate in microdosi;
- trattamenti adalticidi a base di esca insetticida in gel (costituita da attrattivo alimentare, para-feromone, polimeri e alpha-cipermetrina) applicata in microdosi;
- trattamenti adalticidi con esche proteiche avvelenate con insetticidi di sintesi (non applicabili in olivicoltura biologica);
- trattamenti ovo-larvicidi curativi con insetticidi di sintesi (fosmet, acetamiprid) (non applicabili in olivicoltura biologica).

Una rapida riflessione sulla valenza dei «sistemi di difesa», a confronto con quella dei «sistemi di controllo» permette di considerare che in termini generali mentre questi ultimi sono perfettamente in linea con i criteri da tempo unanimemente condivisi del concetto di AWPM («Area wide pest management»), non è detto che scontatamente lo siano i primi, i quali invece, almeno nei confronti della mosca delle olive sem-



Olive non appetite dalla femmina di *B. oleae*

brano mostrare più efficacia quando siano applicati su ridotte superfici e su un ridotto numero di piante che a livello comprensoriale. Ciò dipende verosimilmente dal fatto che gli adulti di mosca sono in grado di scegliere le piante meno protette e che in presenza di ospiti uniformemente protetti tendono a forzare la barriera fisico-chimica per essi non letale.

Nel 2016 e nel 2019 è stato abbastanza facile riscontrare in Toscana, sia nel Senese sia sulla costa Livornese, casi di infestazione altissima in oliveti non protetti (o trattati malamente con esche avvelenate), ubicati in prossimità di oliveti ben protetti, fin dalla fase di lignificazione del nocciolo, con prodotti ad azione deterrente come caolino, rame o poltiglia bordolese. La constatazione di fenomeni di questo tipo, oltre a mettere in luce la ben maggiore significatività di un monitoraggio di area/distretto, rispetto a un survey aziendale, incoraggia a verificare l'affidabilità pratica di un metodo «push and pull», basato sull'utilizzo nello stesso oliveto di un metodo deterrente/protettivo e di un metodo attrattivo/abbattente, applicati su filari alterni. Un approccio di questo tipo fa sì che anche un metodo deterrente possa rendersi complementare ad altri (di filosofia opposta) e non confliggere con strategie di AWPM.

Sebbene possa apparire una nozione scontata è bene ribadire che l'ambito di riferimento degli interventi fitoiatrici è la normativa vigente ovvero il PAN declinato nelle sue applicazioni per l'olivicultura biologica e integrata. Ciò significa che non solo è necessario non derogare dai principi generali di una difesa integrata e/o biologica in linea con esigenze di sicurezza sanitaria e ambientale, ma che inoltre è indispensabile conoscere ogni dettaglio della legislazione fitosanitaria di settore, onde non correre il rischio di commettere involontariamente un reato.

A questo riguardo è opportuno accennare al problema sviluppatosi in questi ultimi anni di «prodotti di origine naturale» registrati come (improbabili) concimi fogliari e incautamente proposti e impiegati come «agrofarmaci biologici» per il controllo della mosca e altri insetti dannosi.

Per quanto riguarda le prospettive, a parte la prevista prossima disponibilità di prodotti a base di zeoliti e montmorilloniti contenenti rame metallo bioattivo (Petacchi e Gargani, 2019), rimangono di grande interesse le strategie approcciate

fin dai primi decenni del secolo scorso, basate sul «controllo biologico con imenotteri parassitoidi» e la «tecnica del maschio sterile», cui non possono non essere affiancate le tecniche di manipolazione del comportamento riproduttivo (feromoni) (Canale et al., 2016) e della simbiosi batterica (Ca. *Erwinia dacicola*).

Ruolo chiave di ricerca e sperimentazione

Sarebbe ingiusto e fuorviante ritenere che il problema mosca torni a emergere ora con la revoca del dimetoato. In effetti l'esigenza di tener correttamente a bada le popolazioni di *B. oleae* è ben presente da almeno qualche secolo, se, come la storia ricorda, già in epoca Napoleonica e Borbonica venivano emanati editti per indicare agli agricoltori di anticipare la raccolta delle olive, in annate di scarica. Ma ancor più palesi sono al riguardo, gli sforzi condotti fin dall'inizio del '900 alla ricerca, da una parte, di validi agenti di controllo biologico classico (scuola di F. Silvestri), e dall'altra, di metodi adulticidi a basso rischio tossicologico e ambientale (scuola di A. Berlese) (Delrio, 2015). In entrambi i casi l'alveo era quello di un controllo della mosca di tipo preventivo e quanto più possibile sicuro. Questo contesto e questo obiettivo sono gli stessi che abbiamo di fronte da decenni, pur in presenza di una ben più attrezzata farmacopea.

È quindi ammissibile che la revoca del dimetoato costituirà una nuova spinta per gli operatori di settore (a prescindere dal fatto che siano di ambito integrato o biologico), a orientare le misure di protezione delle olive dagli attacchi della mosca, verso gli adulti della specie, anziché verso i suoi primi stadi di sviluppo, essendo i prodotti rimasti disponibili per quest'ultimo tipo di lotta, di non provata efficacia ed ecocompatibilità. Ciò almeno fin quando la ricerca pubblica e/o privata, e a seguire l'industria fitofarmaceutica, non renderanno disponibili eventuali nuovi mezzi, privi di criticità, validi per la lotta ovo-larvicida curativa.

Sebbene nemmeno sul fronte delle misure che hanno come bersaglio gli adulti, sussista una già affermata affidabilità protettiva della produzione, è di sicuro questo, l'ambito in cui al momento una proficua integrazione di metodi, mezzi e tecniche può condurre a soddisfacenti risultati di produzione e

protezione in linea con le pressanti esigenze di sostenibilità economica e ambientale, ormai penetrate nelle stesse maglie del marketing.

Ciò detto, la sfida del post-dimetoato sarebbe persa d'acchito, se non ci fosse, specie da parte della ricerca e della sperimentazione, la consapevolezza che le strategie disponibili per una difesa efficace, economica, eco-compatibile necessitano di un loro miglioramento, assai consistente, in direzione di una più valida integrazione di metodi agronomico-colturali e bio-tecnologici e del perseguimento di sistemi di AWMP. Ci piace sottolineare che questa espressione, in cui «pest» è declinato al plurale, non fa riferimento a una sola specie, bensì a tutte le popolazioni delle diverse specie potenzialmente nocive e implica un approccio interattivo e multifunzionale nei confronti dei processi decisionali alla base della produzione.

Nella storia della difesa delle colture, non di rado intensificazione colturale ha significato riduzione della biodiversità e successivamente incremento delle avversità biotiche. L'esigenza di rinnovamento dell'intera olivicoltura nazionale, nelle sue diverse forme, sta divenendo sempre più pressante e non sono procrastinabili quei processi di intensificazione colturale utili al miglioramento quanti-qualitativo delle produzioni. Nella misura in cui detti processi non saranno viziati da effetti controproducenti sul piano della riduzione delle resistenze intrinseche all'agrosistema, **l'aumento delle produzioni unitarie potrà configurarsi come il più bel sistema di limitazione dei danni prodotti dalle popolazioni di *B. oleae*.**

Antonio Guarino
Agronomo fitoiatra

Agrolab – Centro sperimentale e di diagnosi fitosanitarie - Bari

Bruno Bagnoli

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (Dibaf)
Università della Tuscia - Viterbo

V Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrario.it/bdo

● ARTICOLO PUBBLICATO SU L'INFORMATORE AGRARIO N. 21/2018 A PAG. 38

Mosca dell'olivo, sistemi integrati per una difesa sostenibile

BIBLIOGRAFIA

- Albertini A., Baptista P., Burgio G., Magnoli S., Marchi S., Martins F., Pereira J.A., Petacchi R., Ratti C., Santos Paiva S.A. (2019) - The use of complementary approaches for conservation biological control: carabid and staphylinid beetles as natural enemies of the olive fruit fly. IOBC-WPRS Bulletin, 141: 168-171.
- Albertini A., Marchi S., Ratti C., Burgio G.R., Petacchi S. (2018) - *Bactrocera oleae* pupae predation by *Ocypus olens* detected by molecular gut content analysis. Bio-Control 63: 227-239
- Bagnoli B. (2011) - Il rame per la difesa. Il progetto di ricerca Sidio. Olivo e Olio, 14 (6): 6-11.
- Bagnoli B. (2014) - La mosca delle olive e gli effetti sulla produzione olearia nel 2014. Accademia Nazionale dell'Olio e dell'Olio, 2 pp.
- Bagnoli B. (2018) - Venti anni di difesa dell'oliveto. Olivo e Olio, 21 (6): 48-50.
- Bagnoli B. (2019) - Problematiche di difesa integrata nella produzione olivicola da tavola. - Rivista di Frutticoltura e di Ortofrutticoltura, 83 (2): 56-64.
- Bagnoli B., Iannotta N. (2012) - Principali insetti fitofagi e relativi metodi di controllo integrato. Accademia Nazionale dell'Olio e dell'Olio, Collana dell'Accademia, XIV, 37 pp.
- Belcari et al. (2019) - La mosca delle olive *Bactrocera oleae* (Rossi). Manuale pratico per il controllo della specie in Toscana. Fondazione Clima e Sostenibilità, Università di Firenze, DAGRI, 41 pp.
- Belcari A., Raspi A., Crovetto A. (1989) - Studies for the realisation of a regional chart of dacic risk, based on climatic, phenological and biological parameters. In: R.Cavalloro (Ed), Proc. CEC/IOBC Int. Symp. Fruit Flies of Economic Importance 87, Rome, 7-10 April 1987: 49-60. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Belcari A., Sacchetti P., Granchietti A., Bagnoli B. (2013) - *Bactrocera oleae* e batteri associati: prospettive per nuove strategie di controllo integrato del Tefritide. Acta Italus Hortus 10: 185-189.
- Bernardo U., Guerrieri E. (2011) - Controllo eco-sostenibile della mosca dell'olivo: recenti acquisizioni. Acta Italus Hortus, 1: 349-352.
- Bigiotti G., Guidi R., Sacchetti P., Belcari A. (2017) - Difesa dalla mosca delle olive in olivicoltura biologica. Olivo & Olio, 20 (1): 30-34.
- Bigiotti G., Pastorelli R., Belcari A., Sacchetti P. (2019a) - Symbiosis interruption in the olive fly: effect of copper and propolis on *Candidatus Erwinia dacicola*. Journal of Applied Entomology, 143: 357-364.
- Bigiotti G., Pastorelli R., Guidi R., Belcari A., Sacchetti P. (2019b) - Horizontal transfer and finalization of a reliable detection method for the olive fruit fly endosymbiont, *Candidatus Erwinia dacicola*. BMC Biotechnology, 19 (Suppl 2), 12 pp.
- Caleca V., Belcari A., Sacchetti P. (2012) - Il controllo della mosca delle olive in olivicoltura integrata e biologica. Protezione delle colture, 3: 27-33.
- Caleca V., Giacalone C., Maltese M., Torrici F. (2016) - Contenimento naturale di *Bactrocera oleae* (Rossi): clima o parassitoidi? Confronto tra Western Cape (Sud Africa) e Sicilia. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, 64: 99-105.
- Canale A., Benelli G., Germinara G.S., Carpita A., Raspi A., Rotundo G. (2016) - Shedding light on the sexual chemoecology of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXII, 2014: 63-66.
- Daane K., Johnson M. (2010) - Olive Fruit Fly: Managing an Ancient Pest in Modern Times. Annual Review of Entomology, 55: 155-169.
- Daane K.M., Wang X., Nieto D.J., Pickett C.H., Hoelmer K.A., Blanchet A., Johnson M.W. (2015) - Classic biological control of olive fruit fly in California, USA: release and recovery of introduced parasitoids. BioControl, 60: 317-330.
- Delrio G. (2015) - La diatriba fra F. Silvestri e A. Berlese sulla lotta naturale e artificiale contro la mosca delle olive ed evoluzione di queste tecniche di lotta. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXII, 2014: 81-87.
- Delrio G., Lentini A. (2016) - Dinamica e fattori di regolazione delle popolazioni della mosca delle olive. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXIV: 55-62.
- Germinara G.S., De Cristofaro A., Rotundo G. (2016) - Semiochimici coinvolti nelle interazioni *Bactrocera oleae* - olivo. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXIV: 67-71.
- Garonna A.P., Grasso F., Corrado G., Rao R. (2016) - La mosca delle olive *Bactrocera oleae* (Rossi) e il suo rapporto con la drupa. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXIV: 79-84.
- Guario A. (2001) - Impiego di strategie di controllo nell'oliveto biologico. L'Informatore Agrario, 28: 75-78.
- Guario A. (2015) - Strategie integrate contro la mosca dell'olivo. L'Informatore Agrario, 25: 54-59.
- Guario A., Laccone G., La Notte F., Murolo O., Percoco A. (2001) - Le principali avversità parassitarie dell'olivo. Opuscolo Regione Puglia Osservatorio per le malattie delle piante, Bari.
- Guario A., Vitucci S., Antonino N. (1990) - Indagine sull'attività di parassitizzazione del *Pnigalio mediterraneus* Ferr. e Dell. su *Dacus oleae* Gmel. in ambienti pugliesi. Atti Attività dell'Osservatorio per le Malattie delle Piante BARI, vol 1.
- Gutierrez A.P., Ponti L., Cossu Q.A. (2009)

- Effects of climate warming on olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Climatic Change*, 95(5): 195-217.

Laccone G., Guarino A., La Notte F., Merlino S., Murolo O., Vitucci S. (1990) - Interventi di lotta contro la mosca delle olive *Dacus oleae* (Gmel.) a dosi diverse di insetticidi. *Atti Giornate Fitopatologiche 1990*, Vol. 1: 255-263.

Mazzon L., Martinez-Sañudo I., Simonato M., Girolami V. (2016) - Considerazioni filogenetiche e biogeografiche su "*Candidatus Erwinia dacicola*" e prospettive per l'allevamento di *Bactrocera oleae* (Rossi). *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, Anno LXIV: 85-91.

Marchi S., Guidotti D., Ricciolini R., Petacchi R. (2015) - Mosca delle olive: un modello previsionale per salvaguardare la qualità. *L'Informatore Agrario*, 71 (6): 66-70.

Neuenschwander P., Michelakis S.E., Bigler F. (1981) - Abiotic factors affecting mortality of *Dacus oleae* larvae and pupae in the soil. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 30: 1-9.

Neuenschwander P., Michelakis S., Kapatos E. (1986) - Tephritidae. *Dacus oleae* (Gmel.), pp. 115-159. In: *Traité d'Entomologie oleicole* (Arambourg Y. Ed.). Conseil Oleicole International, Madrid.

Petacchi R., Gargani E. (2019) - Il controllo della mosca tra presente e futuro. *Olio & Olio*, 22 (4): 38-41.

Petacchi R., Guidotti D., Marchi S., Ricciolini M. (2014) - Organizzazione e analisi della banca dati decennale su *Bactrocera oleae* in Toscana. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2014, 1, 475-484.

Petacchi R., Marchi S., Federici S., Ragaini G. (2014) - Large-scale simulation of temperature-dependent phenology in wintering populations of *Bactrocera oleae* (Rossi). *Journal of Applied Entomology*, 14 pp.

Picchi M.S., Bocci G., Petacchi R., Entling M.H. (2016) - Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agric. Ecosyst. Environ.* 222: 138-147.

Pucci C., Spanedda A.F., Papparati B., Speranza S. (2006) - Modelli di previsione della gravità dell'infestazione da *Bactrocera*

oleae (Gmel.) (Diptera Tephritidae). *Tekuce Zeleno Zlate Istre*, pp. 23-36.

Raspi A., Viggiani G. (2008) - On the senior authorship of *Musca oleae* (Diptera: Tephritidae), *Zootaxa*, 1714: 67-68.

Sacchetti P., Belcari A., Orlandini S., Dalla Marta A. (2002) - La mosca delle olive, *Bactrocera oleae* (Gmelin): simulazione di sviluppo per la caratterizzazione del rischio nelle aree olivicole toscane. - *Notiziario sulla Protezione delle Piante*, 15: 361-370.

Sacchetti P., Granchietti A., Landini S., Viti C., Giovannetti L., Belcari A. (2008) - Relationships between the Olive fly and bacteria. *Journal of Applied Entomology*, 132: 682-689.

Sacchetti P., Liscia A., Pastorelli R., Bigiotti G., Guidi R., Belcari A. (2016) - Le simbiosi batteriche nella mosca delle olive, *Bactrocera oleae*: dalla ricerca di base allo sviluppo di nuove strategie di controllo. *Atti Accademia Nazionale Italiana Entomologia*, LXIV: 93-98.

Sacchetti P., Rosi M.C., Rosi, Rispoli S., Berni G., Bigiotti G., Nencioni A., Bagnoli B., Belcari A. (2019) - Behavioural response of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) to cues from infested and non-infested olives. *IOBC-WPRS Bulletin*, 141: 183-187.

Sasso R., Gualtieri L., Russo E., Nugnes F., Gebiola M., Bernardo U. (2020) - The

establishment of a rearing technique for the fruit fly parasitoid *Baryscapus silvestrii* increases knowledge of biological, ecological and behavioural traits. *BioControl*, 65: 47-57.

Tremblay E. (1994) - *Entomologia applicata*, Volume III, parte 2, Ditteri Brachiceri (Capiprati esclusi). Liguori Editore, 213 pp. (133-150).

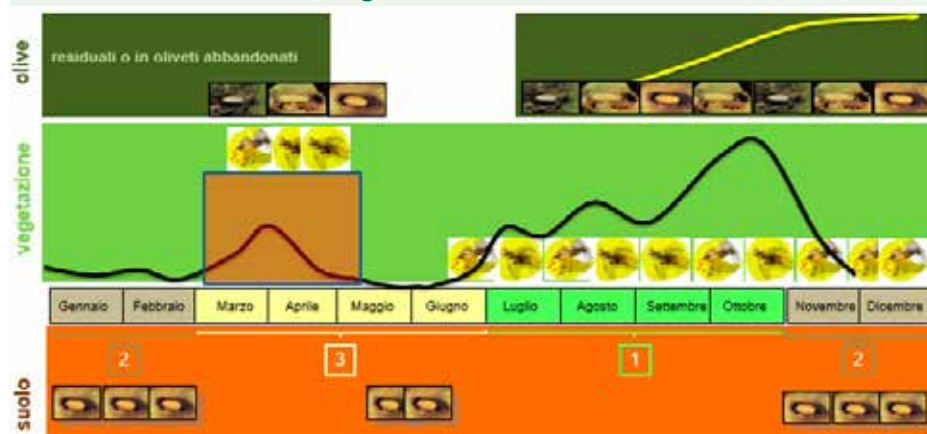
Tanasijevic L., Todorovic M., Pereira L.S., Pizzigalli C. (2014) - Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management*, 144: 54-68.

Tzanakakis M.E. (2006) - *Insects and Mites Feeding on Olive*. Distribution, Importance, Habits, Seasonal Development, and Dormancy. Brill, Leiden Boston, 182 pp.

Viggiani G., Bernardo U., Sasso R. (2006) - Description of *Baryscapus silvestrii*, n. sp. (Hymenoptera, Eulophidae), a new gregarious parasitoid of the olive fly *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) in southern Italy. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia agraria Filippo Silvestri*, 61: 63-70.

Wang X.G., Johnson M.W., Daane K.M., Nadel H. (2009) - High summer temperatures affect the survival and reproduction of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology*, 38: 1496-1504.

FIGURA 1 - Schema della fenologia e dinamica di popolazione di *B. oleae* in Toscana (diagramma di R. Petacchi)



L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

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