

Mosca delle olive: un modello previsionale per salvaguardare la qualità



di S. Marchi, D. Guidotti,
M. Ricciolini, R. Petacchi

B *actocera oleae* (Rossi) è il fitofago chiave nella difesa fitosanitaria dell'olivo in Toscana. In annate caratterizzate da andamenti climatici favorevoli allo sviluppo dell'insetto, l'infestazione può raggiungere percentuali particolarmente alte fino ad arrivare alla completa distruzione del prodotto o a un elevato scadimento qualitativo (anni 2014 e 2007).

Variazioni nell'intensità dell'attacco si riscontrano a scala spaziale (diverse aree della stessa regione) e temporale (variazioni nel corso degli anni). L'attività è in genere limitata dalle basse temperature nelle aree interne e più elevate, mentre le alte temperature estive permettono lo sviluppo di popolazioni consistenti solo nelle miti aree costiere.

I monitoraggi eseguiti dal 2001 al 2014 hanno permesso di individuare gli indici agroclimatici e di infestazione da mosca nel territorio toscano. Grazie al modello predittivo costruito e testato sul territorio, è possibile conoscere preventivamente il livello di rischio al fine di impostare una strategia di difesa tempestiva

La gravità dell'attacco della mosca, di anno in anno, è correlata con la fenologia dell'olivo e la carica dei frutti, con le pratiche agronomiche e le condizioni pedoclimatiche e con l'andamento meteorologico dell'anno corrente e probabilmente anche di quello precedente. Maggiori conoscenze sui meccanismi biometeorologici alla base della dinamica della popolazione sono basilari per predire l'andamento dell'infestazione della mosca almeno durante la prima generazione estiva.

Modelli predittivi

Mentre le variabili fisiche, come la temperatura, l'umidità e le precipitazioni, sono facilmente misurabili, l'impatto di queste sulla popolazione degli insetti è di difficile determinazione. Un valido aiuto può derivare dall'uso di modelli predittivi che includano requisiti fisiologici e parametri climatici.

Per riuscire a comprendere queste interazioni sono indispensabili lunghe serie di dati che possono essere desunte dai programmi di assistenza tecnica operativi nelle diverse realtà olivicole. La gestione su scala locale della difesa può beneficiare dell'utilizzo di banche dati regionali. Queste, infatti, consentono di estrapolare informazioni su una scala spaziale e temporale sufficientemente ampia che difficilmente sarebbero ottenibili con esperimenti specifici.

Agevolare la difesa

Proprio questo è il lavoro che è stato intrapreso in Toscana: l'interrogazione delle banche dati per l'individuazione di indici agrometeorologici predittivi dell'intensità di attacco da parte della mosca dell'olivo. Ciò per agevolare la programmazione della difesa già nelle prime fasi di sviluppo dell'insetto fitofago. Una maggiore conoscenza delle relazioni fra condizioni climatiche precedenti e future e andamento dell'infestazione consentirebbe alle aziende agricole di predisporre in anticipo nei confronti degli interventi di controllo della mosca, sia in regime convenzionale sia biologico. Questo vale soprattutto per le aziende poste in aree dove solitamente non vengono eseguiti trattamenti per la scarsa pressione delle popolazioni di mosca.

In questo lavoro viene presentata un'analisi preliminare del database costituito da 14 anni di osservazioni sull'infestazione della mosca dell'olivo, provenienti dal monitoraggio in campo e di dati meteo registrati dalla rete agrometeorologica della Regione Toscana.

Ciclo dell'insetto

Per capire l'effetto dell'andamento meteo sulla biologia dell'insetto abbiamo esaminato il ciclo annuale della mosca dell'olivo, specie polivoltina (almeno 3 generazioni complete da lu-

glio a novembre nella fascia costiera della Toscana), che sverna nel suolo allo stadio di pupa.

Il completamento della generazione svernante avviene in primavera, quando si osserva il volo degli adulti, documentato in alcune località della Toscana nei mesi di marzo e aprile (Ragolini et al. 2004; Ragolini et al., 2005). Da fine giugno alla raccolta si ha il periodo d'interazione insetto-drupa, in cui tutti gli stadi di sviluppo della mosca (da uovo ad adulto) possono essere osservati. Le uova deposte in ottobre sono quelle che svilupperanno le forme svernanti.

Il ciclo annuale della mosca (figura 1) è stato pertanto convenzionalmente diviso in 3 fasi:

- da inizio luglio a fine ottobre – fase d'interazione insetto-oliva;
- da inizio novembre a fine febbraio – fase di svernamento;
- da inizio marzo a fine giugno – periodo cosiddetto «bianco», in cui è stato documentato il volo degli adulti, ma non c'è evidenza di ovodeposizione.

Temperatura

La temperatura è il fattore abiotico che più condiziona la mosca dell'olivo, sia per la durata e intensità dei picchi massimi estivi, sia pure per le minime invernali. I primi limitano l'attività degli adulti, rallentano le ovodeposizioni e ostacolano lo sviluppo larvale (Wang et al., 2009). Un inverno rigido, invece, può diminuire l'entità della popolazione svernante (Wang et al., 2013), influenzando la sopravvivenza delle pupe nel terreno. Le temperature in autunno e fino al completamento della raccolta, se miti, possono consentire un'ulteriore generazione.

Precipitazioni

Anche le precipitazioni hanno effetto sull'attività della mosca. Infatti, in caso di stress idrico durante il periodo estivo (luglio-agosto) la scarsa turgidità rende l'oliva meno recettiva all'ovodeposizione.

Indici agroclimatici

Basandosi sulla biologia dell'insetto e utilizzando la banca dati agrometeorologica della Regione Toscana sono stati calcolati alcuni indici agrometeorologici, per gli anni 2001-2014, nelle stazioni della rete regionale poste in

In Toscana è attivo dal 2001 il monitoraggio dell'infestazione di *Bactrocera oleae* su circa 200 oliveti distribuiti sul territorio regionale, con un protocollo predisposto dalla Scuola Superiore Sant'Anna che prevede il prelievo settimanale, di un campione di 100 olive (una drupa per pianta) (Quaglia et al., 1981).

Le olive di ciascun campione vengono analizzate allo stereomicroscopio per determinare la percentuale e il tipo di infestazione. I campionamenti di olive nelle diverse aziende, previsti da metà luglio a fine di ottobre, sono effettuati dai tecnici delle associazioni olivicole operanti in Toscana (Ota, Apot, Assoprol Firenze).

La scelta degli oliveti è stata ese-

guita dai tecnici delle associazioni olivicole in base alla rappresentatività, alla disponibilità dell'azienda a essere sede di campionamento e a seguire il disciplinare di agricoltura integrata della Regione Toscana (lr 25/99 e successivi aggiornamenti).

I risultati sono consultabili, per ciascuna settimana, online su www.agrombiente.info il portale della Regione Toscana dedicato al monitoraggio agroambientale (Ricciolini e Guidotti, 2004).

Il portale è progettato per promuovere la gestione sostenibile delle aziende agrarie ed è stato individuato come strumento idoneo al supporto della difesa integrata obbligatoria prevista dal Pan del dlgs 150/2012.

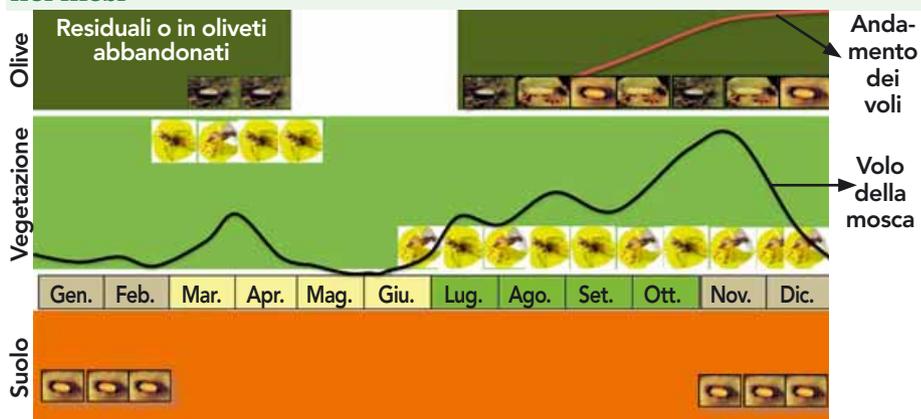
aree d'interesse agricolo e con serie complete di dati.

Riportiamo solo una selezione rappresentativa degli indici calcolati in due periodi di riferimento del ciclo annuale della mosca: quello invernale di svernamento (da novembre a febbraio) e quello estivo d'interazione con l'oliva (da luglio a ottobre). **Nel primo periodo mostriamo l'andamento della temperatura massima media e media e la sommatoria termica della temperatura massima con soglia pari a 30 °C**, che illustra l'intensità e la persistenza del periodo caldo. Inoltre, 30 °C è consi-

derata la soglia al di sopra della quale l'attività del fitofago rallenta (grafico 1). Gli anni che hanno mostrato l'estate meno calda sono stati il 2014 e il 2002. In particolare, il 2014 ha una temperatura massima media di 26,5 °C, una temperatura media di 20,6 °C e una sommatoria termica sopra 30 °C pari a 14,4. Ciò evidenzia come siano stati pochi i giorni in cui la temperatura massima ha superato 30 °C. Le estati più calde sono state quelle del 2003, 2012 e 2009.

Nel periodo di svernamento, presentiamo la temperatura minima me-

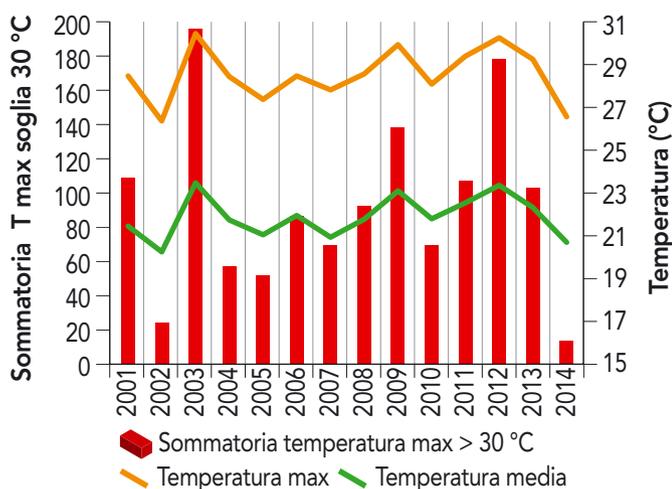
FIGURA 1 - Ciclo annuale di *Bactrocera oleae* e sua distribuzione nei mesi



Fonte: Istituto Scienze della Vita - Scuola Superiore Sant'Anna.

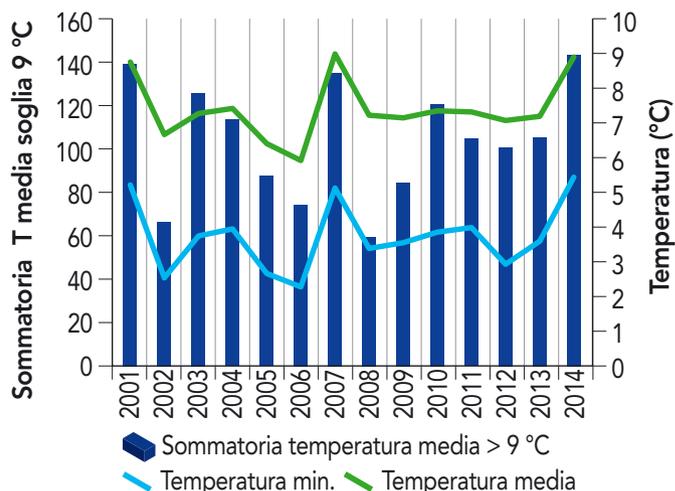
La mosca trascorre i mesi invernali nel terreno allo stadio di pupa. In primavera (marzo-aprile) si ha lo sfarfallamento degli adulti che arriva fino a maggio. Da fine giugno inizia il volo della prima generazione estiva, che poi prosegue fino a novembre-dicembre secondo le temperature con almeno altre due generazioni. La presenza nelle olive è documentata per il periodo estivo e autunnale; nel periodo primaverile si suppone il compimento della generazione in olive residuali dell'anno precedente, anche se non ci sono evidenze sperimentali.

GRAFICO 1 - Sommatoria termica della temperatura massima giornaliera con soglia 30 °C e andamento della temperatura media e massima media (1)



(1) Nel periodo luglio-settembre degli anni 2001-2014.
Fonte: dati provenienti dalla rete agrometeorologica della Regione Toscana.

GRAFICO 2 - Sommatoria termica della temperatura media giornaliera con soglia 9 °C e andamento della temperatura media e minima media (1)



(1) Nel periodo novembre-febbraio degli anni 2001-2014.
Fonte: dati provenienti dalla rete agrometeorologica della Regione Toscana.

Gli anni con l'estate più calda sono stati il 2003 e il 2012 mentre l'estate più fresca è stata rilevata nel 2014.

Gli inverni più miti sono stati registrati negli anni 2014, 2007 e 2001.

dia e media, e la sommatoria termica della temperatura media sopra 9 °C, la soglia inferiore di sviluppo dell'insetto (Crovetti et al., 1982) (grafico 2). Gli inverni più miti sono stati il 2001, 2007 e 2014. In particolare, la temperatura media più alta è stata rilevata nel 2007, mentre la temperatura minima media più elevata (5,5 °C) è stata registrata da novembre 2013 a febbraio 2014, così come la sommatoria termica mostra in quel periodo il valore più alto.

Indici infestazione da mosca

Per caratterizzare un'annata olivicola sotto l'aspetto dell'infestazione delle drupe da parte di *B. oleae* sono stati calcolati, utilizzando il database pluriennale (2001-2014) del monitoraggio regionale, alcuni indici descrittivi: **la media della percentuale d'infestazione attiva, la media della percentuale d'infestazione da forme giovanili vive e morte in luglio e agosto, la media della percentuale di infestazione**

dannosa in settembre e ottobre e la media della percentuale di infestazione totale (tabella 1).

Sono state escluse dal database le aziende con un numero di rilievi inferiore a 6 nel corso di un anno.

Come risultati preliminari vengono riportati l'andamento d'inizio infestazione (da forme giovanili vive e morte in luglio e agosto), quello dell'infestazione dannosa (settembre-ottobre) per alcune province rappresentative, e l'andamento dell'infestazione totale nel corso delle settimane di monitoraggio.

Inizio infestazione. Dal primo indice (grafico 3) si osserva che gli anni con infestazione più alta sono stati il 2007, il 2014 e il 2001. Nel 2007 e 2014, l'inizio delle ovodeposizioni è avvenuto molto precocemente e prima che fosse raggiunta la fase fenologica d'indurimento del nocciolo, considerata empiricamente il limite per l'inizio dell'attacco. Questo indice dipende molto probabilmente dall'entità della popolazione

svernante di mosca e dalle condizioni climatiche dell'inverno e della primavera, ma è indipendente da eventuali trattamenti effettuati. Infatti l'indice considera anche le forme morte.

Infestazione dannosa. Il secondo indice, infestazione dannosa in settembre e ottobre, è importante perché con valori elevati si possono avere effetti negativi sulla qualità dell'olio prodotto. Esso dipende oltre che dall'aggressività del dittero nel precedente periodo di sviluppo, da eventuali trattamenti contenitivi effettuati e dall'andamento meteo dell'estate.

Il trend di questo indice viene riportato nel grafico 4 solo per alcune province rappresentative delle aree costiere e interne della regione, per gli anni 2002-2014. Il 2014 è l'anno con la percentuale più elevata d'infestazione dannosa, seguito dal 2007. Nella provincia di Firenze si osservano i valori più elevati in entrambi gli anni, questo è dovuto alla scarsa propensione delle aziende delle aree interne, che solitamente sono poco investite dal problema mosca, a eseguire trattamenti contenitivi.

Negli altri anni le province con infestazione dannosa maggiore sono Livorno e Pisa, ovvero quelle con territorio più vicino alla costa, con clima più mite e dove la mosca trova le condizioni migliori. Gli anni 2003 e 2012, che sono quelli con estate più calda, mostrano i valori d'infestazione dannosa più bassi.

TABELLA 1 - Indici di infestazione della mosca

Indice di infestazione	Periodo	Parametro utilizzato
Attiva annuale	luglio ottobre	uova + larve di prima e di seconda età vive
Forme giovanili	luglio agosto	uova + larve di prima e di seconda età vive e morte
Dannosa	settembre ottobre	larve di terza età vive e morte + pupe vive e morte + fori di uscita
Totale annuale	luglio ottobre	uova + larve vive e morte + pupe vive e morte + fori di uscita

Mosca delle olive: domande e risposte

Chi può utilizzare la metodologia proposta?

La metodologia è stata progettata per essere utilizzata a grande scala territoriale da chi gestisce servizi di assistenza tecnica.

Cosa serve per utilizzare di anno in anno la metodologia predittiva anche in altre Regioni oltre la Toscana?

La metodologia è stata prodotta dalla Scuola Sant'Anna e potrebbe essere messa a disposizione di enti pubblici e/o privati, all'interno di progetti finalizzati, purché siano in possesso di serie storiche pluriennali su infestazione mosca e dati meteo.

La metodologia proposta può essere utilizzata dalla singola azienda olivicola?

Il modello non è stato progettato con queste finalità. È in corso un aggiornamento per permettere alla singola azienda olivicola di individuare il proprio livello di rischio. In questo caso dovrà essere in possesso del dato della produzione olivicola dell'ultimo quinquennio.

La singola azienda olivicola come può avere benefici da questa metodologia predittiva?

Se un'azienda olivicola, convenzionale o biologica, conosce preventivamente il livello di rischio annuale, può impostare in anticipo e quindi non in una situazione «di emergenza» la strategia di difesa e i prodotti da utilizzare.

Infestazione totale annuale. Il terzo indice proposto è l'infestazione totale annuale, che caratterizza l'annata nel suo complesso prendendo in considerazione tutti gli stadi di sviluppo, anche quelli morti per trattamenti o elevate temperature estive. Il grafico 5 mostra l'andamento settimanale dell'infestazione totale (luglio-ottobre), per gli anni 2001-2014. Anche per questo indice, l'annata 2014 appare quella caratterizzata da valori di infestazione più elevati.

A conferma di quanto osservato nel grafico 3, nelle prime settimane di monitoraggio, è il 2007 a presentare il livello d'infestazione più alto. Quindi i valori procedono abbastanza simili per alcune settimane; in seguito, nel 2014, il livello si alza notevolmente.

Relazioni tra clima e infestazione

Con lo scopo di giungere alla definizione di un modello previsionale, almeno per la prima fase di attacco alle olive, sono state testate varie correlazioni tra gli indici agrometeorologici e quelli d'infestazione.

Le correlazioni sono state eseguite su scala provinciale. Il motivo di questa scelta deriva dal fatto che i dati del monitoraggio sono visualizzabili sul portale con questo tipo di aggregazione, come anche la redazione dei bollettini settimanali pubblicati sull'andamento dell'infestazione. Sebbene il territorio provinciale non coincida sempre con un'area agroclimatica specifica, esso rappresenta abbastanza be-

ne la suddivisione del territorio regionale in aree di costa, interne e miste.

Tra le correlazioni effettuate, ha dato i migliori risultati quella tra l'infestazione di *B. oleae* da forme giovanili in luglio e agosto e la temperatura media nel periodo novembre-febbraio (grafico 6). **Questa relazione è rappresentativa di un'analisi complessiva di tutti gli indici utilizzati. La relazione è positiva: all'aumentare della temperatura del periodo invernale aumenta la percentuale d'infestazione; la temperatura dell'inverno incide per oltre il 50% ($R^2 = 0,53$) sull'intensità di attacco nelle prime fasi di sviluppo.**

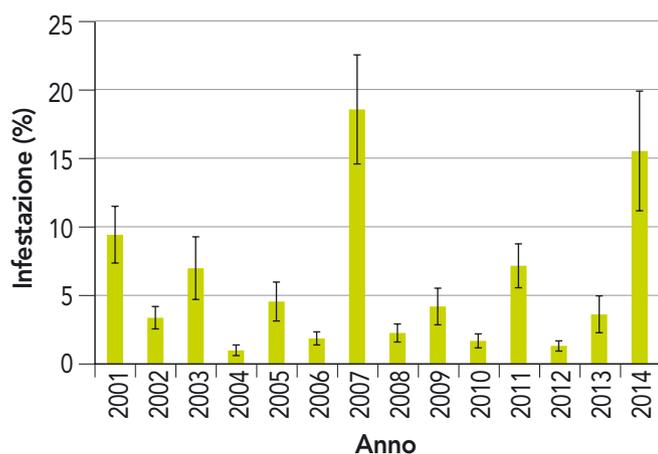
Questi risultati, seppure preliminari, indicano la direzione delle ricerche per definire un modello previsionale, che tenga conto oltre che della temperatura del periodo invernale, anche di altri parametri climatici per stabilire il rapporto fra condizioni meteorologiche, biologia dell'insetto e biologia dell'olivo.

Conclusioni

Dalle informazioni raccolte dal monitoraggio in Toscana, risulta che le basse temperature nel periodo invernale agiscono da fattore limitante per il fitofago più delle alte temperature del periodo estivo. La percentuale di sopravvivenza delle popolazioni di mosca dell'olivo in inverno è negativamente correlata alla temperatura.

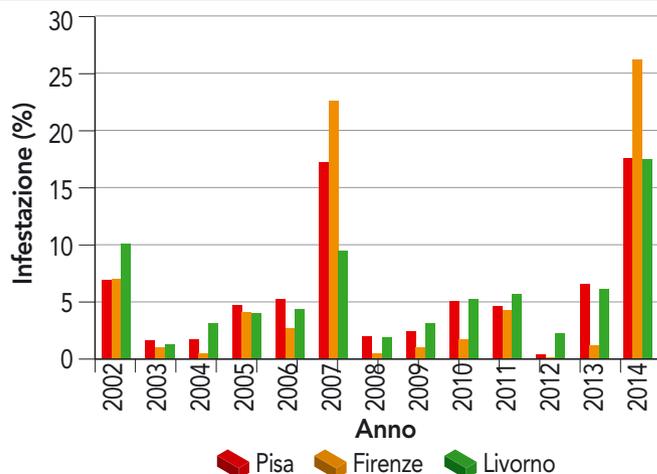
Possiamo affermare che la conservazione della popolazione svernante condiziona l'entità delle generazioni

GRAFICO 3 - Percentuale di infestazione (\pm errore standard) da forme giovanili ⁽¹⁾



⁽¹⁾ Uova, larve di prima e seconda età vive e morte nel periodo luglio-agosto per gli anni 2001-2014.

GRAFICO 4 - Percentuale di infestazione dannosa ⁽¹⁾

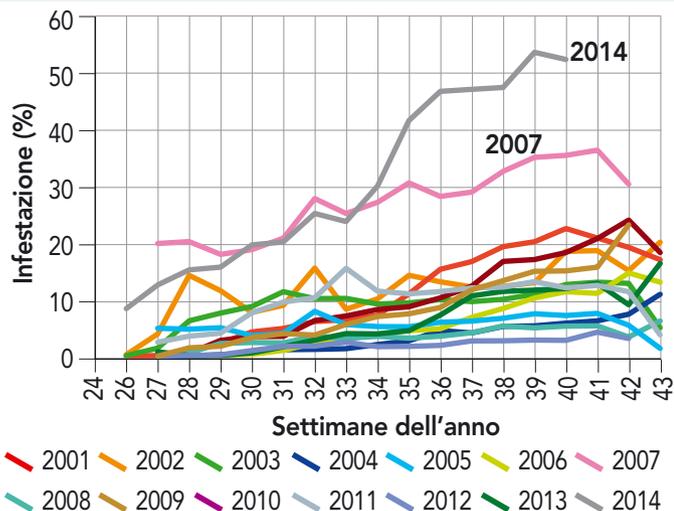


⁽¹⁾ Larve di terza età vive e morte, pupae vive e morte e fori di uscita nel periodo settembre-ottobre per gli anni 2002-2014 per le province di Firenze, Livorno e Pisa.

L'infestazione dannosa più elevata si osserva negli anni 2007 e 2014.

L'inizio di infestazione più aggressivo si osserva per gli anni 2007 e 2014.

GRAFICO 5 - Percentuale di infestazione totale (1)



(1) Uova, larve vive e morte, pupe vive e morte e fori di uscita nel periodo luglio-ottobre per gli anni 2001-2014.

Il 2014 e il 2007 sono gli anni con infestazione totale più alta per tutta la campagna di monitoraggio.



Femmina di *Bactrocera oleae* (4-5 mm) appena uscita dalla pupa

successive. **In effetti, lo svernamento rappresenta spesso il collo di bottiglia nella dinamica degli insetti dannosi a causa della mancanza dell'ospite primario e/o per le condizioni ambientali in quel periodo. Sebbene le temperature considerate letali per le pupe siano raramente registrate in Toscana e alle quote dove cresce l'olivo, il permanere delle pupe prevalentemente negli strati più superficiali del terreno, ovvero a una profondità di circa 1-2 cm, le espone all'effetto delle basse temperature, specie in inverni particolarmente rigidi.**

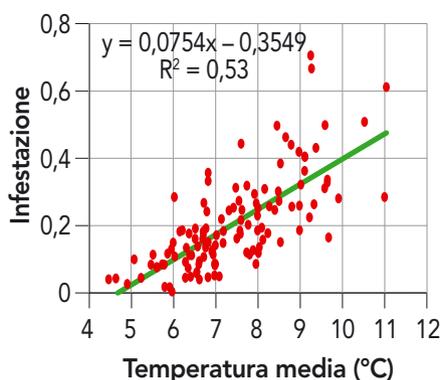
Con inverni miti, che prevedono elevate popolazioni di mosca nell'estate successiva, potrebbe essere corretto monitorare il volo degli adulti in primavera ed eventualmente programmare interventi contenitivi così da limitare il rischio di elevate infestazioni dovute alla prima generazione estiva.

La mutevolezza dell'andamento climatico temporale e spaziale dimostra quanto sia importante il monitoraggio continuo della fenologia della mosca dell'olivo, a livello locale e regionale, per scegliere e ottimizzare le strategie di gestione di difesa.

Nelle aree costiere della Toscana l'intensità dell'attacco della prima generazione è spesso medio-alta. Nelle annate con inverni miti (2007 e 2014) anche nelle aree interne, in cui la pressione del dittero è solitamente bassa, sono stati registrati preoccupanti livelli di infestazione, con importanti ripercussioni sulla qualità delle drupe e sulla

produzione di olio. Si precisa tuttavia che l'elevata percentuale d'infestazione osservata negli anni 2007 e 2014 deriva anche dalla bassa carica produttiva registrata in quegli anni per cause fisiologiche della pianta non analizzate

GRAFICO 6 - Temperatura media del periodo novembre-febbraio e percentuale d'infestazione da forme giovanili vive e morte nel periodo luglio-agosto



(1) I valori della percentuale d'infestazione sono stati trasformati in arcoseno affinché fosse rispettata l'assunzione di distribuzione normale. Sono riportati in figura la retta e il coefficiente di determinazione R².

Fonte: dati provenienti dalla banca dati della Rete agrometeorologica e del Servizio fitosanitario della Regione Toscana.

L'inizio dell'infestazione in luglio e agosto è correlato positivamente alla temperatura media del periodo invernale precedente (da novembre a febbraio): all'aumentare della temperatura media aumentano i livelli di infestazione.

in questo lavoro. Le relazioni ottenute dovranno pertanto essere valutate anche considerando il livello di produzione per ciascun anno, così da poter determinare la reale incidenza dell'attacco e ridurre il margine d'incertezza dei modelli previsionali.

Susanna Marchi, Ruggero Petacchi

Scuola Superiore Sant'Anna
Istituto scienze della vita - Pisa

Diego Guidotti

Aedit srl - Pontedera

Massimo Ricciolini

Servizio fitosanitario regionale
Regione Toscana - Firenze

Gli autori ringraziano le associazioni olivicole e i tecnici (Ota, Apot, Assoprol Firenze) che hanno svolto il monitoraggio in campo.

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a: redazione@informatoreagrario.it

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia: www.informatoreagrario.it/rdLia/15ia06_7739_web

ALTRI ARTICOLI SULL'ARGOMENTO

- *Come migliorare e preservare la qualità degli oli extravergini d'oliva.* Pubblicato su *L'Informatore Agrario* n. 34/2014 a pag. 37.
- *Come l'andamento meteo influenza le olive e l'olio.* Pubblicato su *L'Informatore Agrario* n. 11/2014 a pag. 59.

www.informatoreagrario.it/bdo

Mosca delle olive: un modello previsionale per salvaguardare la qualità

BIBLIOGRAFIA

- Crovetti A., Quaglia F., Loi G., Rossi E., Malfatti P., Chesi F., Conti B., Belcari A., Raspi A., Papparatti B. (1982)** - *Influenza di temperatura e umidità sullo sviluppo degli stadi preimaginali di Dacus oleae (Gmelin)*. Frustola Entomologica, n.s. V(XVIII): 133-166.
- Quaglia F., Malfatti P., Conti B. (1981)** - *Modalità diverse per la valutazione dell'infezione dacica. Esame preliminare dei risultati ottenuti nella sperimentazione condotta nel 1980 in Toscana*. Frustola Entomologica, Pisa, n.s. IV (XVII): 267-276.
- Ragolini G., Petacchi R. (2004)** - *Analisi spaziale e GIS negli studi ecologici della mosca delle olive Bactrocera oleae (Rossi) su mesoscala territoriale*. Atti Metodi Numerici, Statistici e Informatici nella Difesa delle Colture Agrarie e delle Foreste: Ricerca e Applicazioni Firenze 24-26 novembre 2004: 96-100.
- Ragolini G., Tomassone D., Petacchi R. (2005)** - *Can spring-preventive adulticide treatments be assumed to improve Bactrocera oleae (Rossi) management?*, 2nd European Meeting of the IOBC/WPRS Study Group «Integrated Protection of Olive Crops». Florence, Italy, October 26-28, 87(2): 53-54.
- Ricciolini M., Guidotti D. (2004)** - «*Agro-Ambiente.Info*» mette in contatto agricoltori e tecnici. L'Informatore Agrario, 17: 67-70.
- Wang X.G., Johnson M.W., Danae K.M., Opp S. (2009)** - *Combined Effects of Heat Stress and Food Supply on Flight Performance of Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae)*. Ann. Entomol. Soc. Am., 102: 727-734.
- Wang X.G., Levy K., Nadel H., Johnson M.W., Blanchet A., Argov Y., Pickett C.H., Daane K.M. (2013)** - *Overwintering survival of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) and two introduced parasitoids in California*. Environmental Entomology, 42: 467-476.

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.