



FACOLTÀ DI AGRARIA
DIPARTIMENTO DI PROTEZIONE DELLE PIANTE

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
PROTEZIONE DELLE PIANTE - XXI CICLO -

**Metodo di allevamento e prove di controllo biologico di
Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera Tephritidae)**

(AGR/11)

Coordinatore: Chiar.Mo Prof. LEONARDO VARVARO

Tutore: Chiar.Mo Prof. CLAUDIO PUCCI

Dottorando: ROBERTO RANCINI

Metodo di allevamento e prove di controllo biologico di *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera Tephritidae)

Riassunto

È stato messo a punto un nuovo metodo di allevamento degli adulti e degli stadi preimmaginali di *Bactrocera oleae*. La dieta per gli adulti, costituita da una soluzione di acqua e miele, è stata somministrata attraverso un particolare nutritore. Per quanto concerne l'allevamento delle larve, sono stati utilizzati frutti non trattati, precedentemente isolati con paglia e manicotti di tulle ottenendo la disponibilità di olive sane ben oltre la maturazione fisiologica.

I frutti raccolti ogni dieci giorni circa, trasferiti in ambiente controllato, sono risultati idonei sia per l'ovideposizione sia per il successivo sviluppo delle larve. Nel periodo compreso dall'ottobre 2005 al gennaio 2007 sono state ottenute 13 generazioni. Tale metodo, in laboratorio, ha consentito di verificare l'effetto dell'ossicloruro di rame sulla deterrenza della femmina all'ovideposizione.

L'ossicloruro di rame non ha presentato effetti significativi nei confronti della mortalità dei differenti stadi di sviluppo della mosca.

Anche gli esperimenti in pieno campo, effettuati negli anni 2007 e 2008, mediante l'impiego di ossicloruro di rame e Spinosad, hanno chiaramente dimostrato un effetto deterrente degli adulti e conseguentemente della ovideposizione. È auspicabile l'impiego di tali prodotti in regime di agricoltura biologica, specie in quegli ambienti olivicoli esposti a medio e a basso rischio di infestazione della mosca delle olive.

Parola chiave: *Bactrocera oleae* allevamento rame deterrenza

Summary

It had come to the point of a new method of producing adults and the larval instars stage of *B. oleae*. The diet for the adults consists of a solution of water and honey administered through a special food developed. Concerning the production of the larvae it's used fruits which had not been previously treated, isolated with straw and a sleeve of tulle. This resulted in healthy olives well above the period of the natural ripening process. The fruits harvested about every ten days, transferred in thermo-conditioned environment turned out well: suitable both for ovipositing (egg laying) and for the subsequent development of the larvae. In the period from October 2005 to January 2007 13 generations were obtained. This method, in laboratory conditions, allowed to verify the effect of copper oxychloride about the deterrence to eggs layng.

The copper oxychloride has not introduced meaningful effects towards the mortality of different stages of development of olive fly.

Also the experiments in the fields using copper oxychloride and Spinosad, years 2007 and 2008, showed this to be a clear, effective deterrent to the adults and consequently to egg laying. It is to be hoped the use of copper oxychloride and Spinosad in organic systems of agriculture, especially in olive-growing areas exposed to medium-low risk of infestation of olive fly infestation.

Key words: *Bactrocera oleae* rearing copper deterrence.

1 PARTE GENERALE

1.1 Descrizione botanica e particolarità biologiche

1.2 Cultivar

1.3 Aspetti economici

1.4 Le avversità dell'olivo

1.4.1 Entomofauna dell'olivo

1.5 *Bactrocera oleae*

1.5.1 Cenni di bioetologia

1.5.2 Danni

1.5.3 Strategie di controllo

2 PARTE SPERIMENTALE

2.1 Introduzione

2.2 Materiali e metodi

2.2.1 Ricerche di laboratorio

2.2.1.1 Allevamento della mosca dell'olivo e prove di deterrenza con ossicloruro di rame in ambiente termocondizionato

2.2.2 Ricerche in campo

2.3 Risultati

2.3.1 Esperimenti in laboratorio

2.3.1.1 Allevamento della *B. oleae*

2.3.1.2 Effetto dei trattamenti con ossicloruro di rame

2.3.1.3 Mortalità degli stadi preimmaginali

2.3.2 Esperimenti in pieno campo

2.3.2.1 Andamento delle catture con trappole a feromone e analisi dell'infestazione (anno 2007)

2.3.2.2 Andamento delle catture con trappole a feromone e analisi dell'infestazione (anno 2008)

3 CONCLUSIONI

4 BIBLIOGRAFIA

1 PARTE GENERALE

1.1 Descrizione botanica e particolarità biologiche

L'olivo coltivato (*Olea europaea*) appartiene alla famiglia delle Oleaceae, che comprende trenta generi e seicento specie; tra gli altri anche i generi Ligustrum, Syringa e Fraxinus. Questa specie viene a sua volta suddivisa in due sottospecie:

- *Olea europaea oleaster* Hoffm. e Lk. (oleastro), di taglia piccola, con rami provvisti di spine e frutti piccoli dotati di poca polpa;
- *Olea europaea sativa* Hoffm. e Lk. (olivo coltivato).

L'olivo è una pianta estremamente longeva, soprattutto nelle condizioni pedoclimatiche più favorevoli, per cui può raggiungere facilmente l'età di alcune centinaia di anni. La pianta inizia a fruttificare verso il terzo-quarto anno ed è in piena produzione verso il nono-decimo anno; la maturità è raggiunta dopo cinquanta anni. Le radici, per lo più di tipo avventizio, si sostituiscono a quelle fittonanti già a partire dal terzo-quarto anno, sono superficiali e molto espanse, in genere non si spingono mai oltre i 60-100cm di profondità.

Il fusto si presenta cilindrico, molto contorto, di colore grigio chiaro, percorso longitudinalmente da vistose costolature, derivanti dall'attività del cambio non uniforme. Il legno è molto duro e pesante e si presta bene a lavori di ebanisteria.

Caratteristica dell'olivo, sia nelle piante giovani che in quelle adulte è la formazione di iperplasie dette "ovuli", nella zona del colletto, appena sotto la superficie del terreno, da cui sono emessi ogni anno numerosi polloni.

In natura l'olivo ha un andamento cespuglioso e, solo con la tecnica di potatura, viene allevato a monocaule. L'olivo è una pianta sempreverde, la cui attività vegetativa è pressoché continua. Le foglie, disposte in verticilli ortogonali, fra di loro, sono coriacee, semplici, lanceolate con picciolo corto e lembo leggermente ricurvo verso il basso. La pagina inferiore è di colore più chiaro e ricoperta di peli stellati pluricellulari; questi, unitamente alla spessa cuticola che

ricopre la pagina superiore, contribuiscono al controllo della traspirazione e permettono alla pianta di economizzare notevoli quantità di acqua.

Le gemme sono per lo più di tipo ascellare. Nelle piante molto vigorose, oltre a quelle a legno e quelle a fiore, è possibile trovare gemme miste. Il fiore è di norma ermafrodito, piccolo, con calice di quattro sepali e corolla gamopetala formata da quattro petali bianchi, il peduncolo è molto corto (2-5mm); l'ovario è supero, biloculare, con due ovuli ogni loculo.

Il pistillo è dotato di un breve stilo e di uno stigma bifido. Gli stami sono due con i filamenti saldati alla corolla. I fiori sono raggruppati in modo variabile da 10 a 15 infiorescenze a grappolo chiamate “mignole” (Fig. 1).



Fig. 1. Particolare di una mignola

Queste si formano da gemme situate su rami dell'annata precedente, su rami di due o tre anni e in alcuni casi anche su germogli dell'anno, quando le “mignole” si originano da gemme miste. L'emissione dell'infiorescenza (mignolatura) è scalare ed inizia nella parte di chioma esposta a sud; inoltre è abbastanza precoce, per questo in certe zone la pianta può essere soggetta a danni causati dalle gelate tardive. La fioritura vera e propria (Fig. 2) avviene nel periodo compreso dagli inizi di maggio alla prima decade di giugno.



Fig. 2. Fioritura

Il frutto è una drupa ovoidale (quasi sferica in certe cultivar) del peso di 2-3g in quelle da olio, mentre quelle da tavola hanno di solito frutti più grandi. Il colore varia dal verde al violaceo fino al nero (Fig. 3).



Fig. 3. Varie forme della drupa

La polpa o mesocarpo è carnosa e ricca di olio raccolto in goccioline all'interno delle cellule. Il seme è contenuto nell'endocarpo legnoso, duro, di forma simile a quella della drupa (Fig. 4).

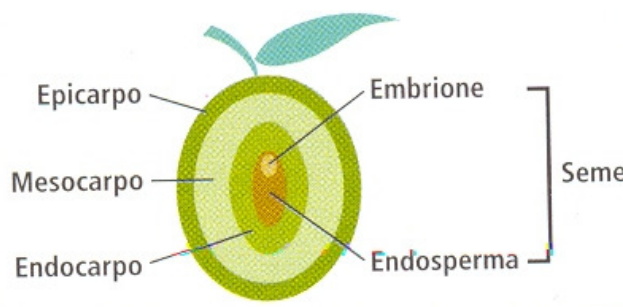


Fig. 4. Sezione di una drupa

I principali stadi fenologici sono:

- stadio invernale con apici e gemme ferme
- risveglio vegetativo con apici e gemme mosse
- formazione dei grappoli fiorali con l'infiorescenza che presenta i palchi dei bottoni fiorali
- rigonfiamento dei bottoni fiorali
- differenziazione delle corolle
- inizio e piena fioritura con apertura dei fiori e corolle bianche
- caduta dei petali
- allegagione
- ingrossamento dei frutti (Fig. 5)
- invaitura
- maturazione del frutto

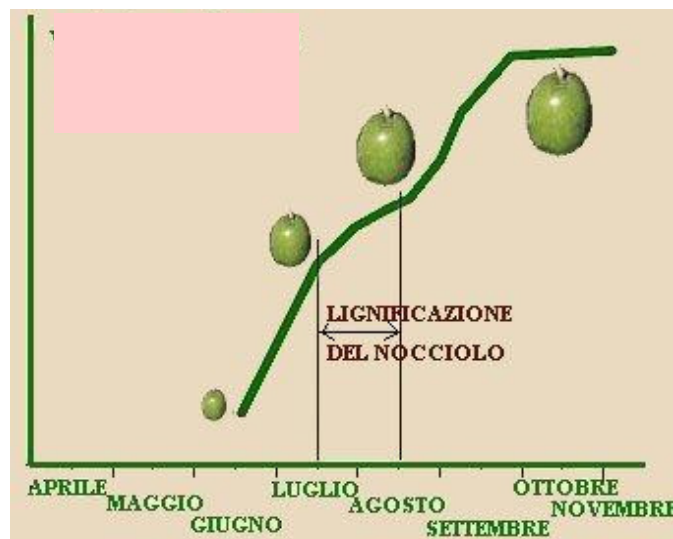


Fig. 5. Schema della variazione delle dimensioni dell'oliva

L'olivo attraversa un periodo di riposo vegetativo che coincide con il periodo più freddo e che dipende dall'andamento climatico.

Alla ripresa vegetativa, che orientativamente si verifica alla fine di febbraio, segue la fase della “mignolatura”.

Il fiore dell'olivo va soggetto abbastanza facilmente ad anomalie, fra le quali la più frequente è l'aborto dell'ovario, che determina la formazione di fiori staminiferi e delle cosiddette “piante maschiline”, con fiori solo o prevalentemente maschili.

Questo fenomeno sembra sia dovuto a:

- squilibri nutrizionali determinati da carenze di azoto e fosforo
- squilibri fisiologici
- fattori genetici

La fioritura (antesi) inizia di solito entro la prima decade di giugno e sulla stessa pianta si protrae per 5-7 giorni. L'impollinazione è prevalentemente anemofila. Dopo tale fase segue l'allegagione a cui segue l'ingrossamento dell'ovario.

La percentuale di allegagione è molto bassa 1-2%, pertanto in questa fase si verifica un'abbondante caduta anticipata dei fiori (colatura). Sulla percentuale di allegagione possono incidere negativamente eventuali abbassamenti di temperatura, gli stress idrici ed i venti caldi.

Dopo l'allegagione ha luogo una prima fase di accrescimento dei frutti che si arresta quando inizia la lignificazione dell'endocarpo.

Questa fase di indurimento del nocciolo ha inizio nel mese di luglio e si protrae orientativamente fino agli inizi di agosto ed è di notevole interesse; infatti, è in prossimità di tale momento che la femmina di *B. oleae* inizia l'attività di ovideposizione (Loi *et al.*, 1982).

Quando l'endocarpo è completamente lignificato, riprende l'accrescimento dei frutti, in modo più intenso in dipendenza dell'andamento climatico. In regime non irriguo, sono le piogge di agosto-settembre a influire sia sull'accrescimento che sull'accumulo di olio nei lipovacuoli. In condizioni di siccità, le olive restano di piccole dimensioni, possono subire una elevata cascola e daranno una ridotta

resa in olio. Eventuali piogge tardive, che si verificano dopo una forte siccità, influenzano le dimensioni delle drupe ma non incidono sulla resa in olio.

Da ottobre a dicembre, a secondo della cultivar, ha luogo l'invasatura, cioè il cambiamento di colore, che indica la completa maturazione. Nell'ambito della medesima cultivar, l'invasatura è più o meno scalare sia nell'ambito della stessa pianta, sia da pianta a pianta; durante questa fase l'oliva cessa di accumulare olio.

Le olive, a maturazione raggiunta, vanno incontro ad una cascola più o meno intensa e differita nel tempo. In questo periodo, la resa in olio tende ad aumentare in termini relativi: il tenore in olio aumenta perché le olive vanno incontro ad una progressiva perdita di acqua. In realtà la quantità di olio raccogliabile diminuisce progressivamente dopo l'invasatura, perché una parte della produzione si perde a causa della cascola e degli attacchi da parte di parassiti e fitofagi (VALLI, 2002).

Nella tabella seguente è riportato lo schema che riassume il ciclo fenologico dell'olivo (Tab. 1).

Fase fenologica	Periodi	Durata	Manifestazione
Riposo vegetativo	Dicembre-gennaio	1-3 mesi	Attività dei germogli ferma o rallentata
Differenziazione a fiore	Febbraio		
Ripresa vegetativa	Fine febbraio	20-25 giorni	Emissione di nuova vegetazione di colore chiaro
Mignolatura	Metà marzo	18-23 giorni	Mignole di colore verde, a maturità biancastre
Fioritura	Da inizi di maggio a prima decade di giugno	7 giorni	Fiori aperti e bene evidenti
Allegagione	Fine maggio-giugno		Caduta dei petali e cascola di fiori e frutticini
Accrescimento frutti	Seconda metà di giugno	3-4 settimane	Frutti piccoli ma bene evidenti
Indurimento del nocciolo	Luglio	7-25 giorni	Arresto della crescita dei frutti. Resistenza al sezionamento
Accrescimento frutti	Agosto	1,5-2 mesi	Aumento considerevole delle dimensioni dei frutti, comparsa delle lenticelle
Invaiatura	Da metà ottobre a dicembre		Almeno metà della superficie del frutto vira dal verde al rosso violaceo
Maturazione completa	Da fine ottobre a dicembre		Frutto con colorazione uniforme dal violaceo al nero

Tab. 1. Schema delle fasi fenologiche dell'olivo

I periodi di riferimento, riportati nella tabella sopra citata, hanno solo valore orientativo perché possono variare a seconda della cultivar e l'ambiente.

Infine, è opportuno parlare di un aspetto che caratterizza l'olivo: l'alternanza di produzione. Le cause che determinano questo fenomeno possono essere in larga misura riconducibili a squilibri di tipo nutrizionale ed ormonale. Effettuando regolarmente potature annuali, la produzione tende ad essere costante.

1.2 Cultivar

Nel solo Mediterraneo ci sono più di 1000 tipi genetici di olivo. In Italia sono presenti circa 500 tipi genetici, di cui le cultivar più diffuse sono il Frantoio, il Moraiolo, il Leccino, il Pendolino, il Canino e il Maurino (Fig. 6).

Le cultivar possono essere classificate in base:

- ❖ alla fertilità
- ❖ alla produttività
- ❖ alla resa in olio
- ❖ alla capacità rizogena
- ❖ alla destinazione della produzione (da tavola, da olio ed a duplice attitudine)

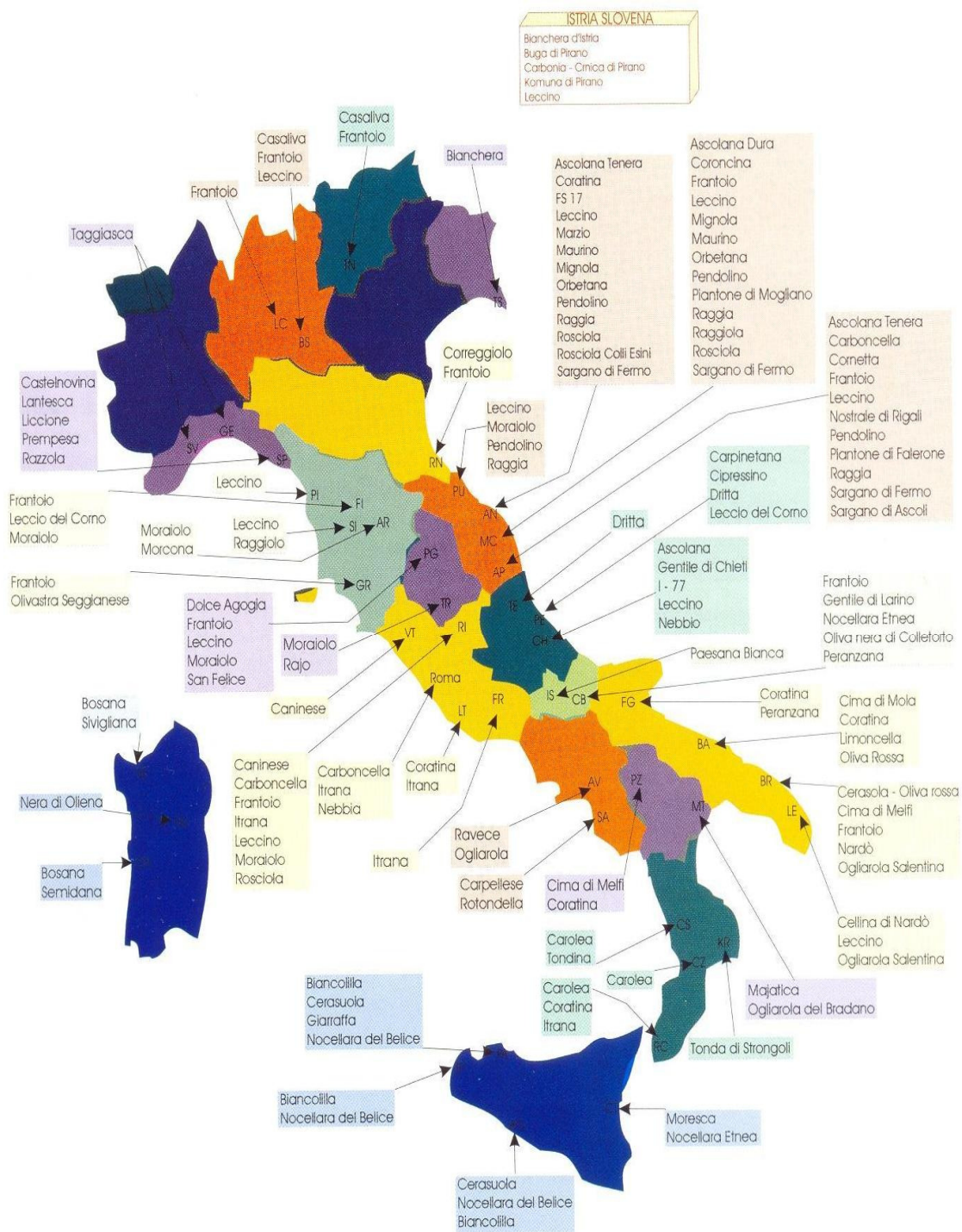


Fig. 6. Distribuzione geografica delle cultivar più diffuse in Italia

1.3 Aspetti economici

L'olivo è una delle più antiche piante coltivate che sta raggiungendo progressivamente un'espansione significativa a livello mondiale.

Originario dell'Asia Minore, presumibilmente 12000 anni a.C., si è poi diffuso, intorno al 3000 a.C., nel bacino del Mediterraneo e negli ultimi anni la coltivazione si è estesa con successo anche in altri paesi come Cina, Giappone, Argentina, Australia e Nuova Zelanda (Fig. 7).



Fig. 7. Distribuzione dell'olivo nel mondo

I Paesi con la maggiore superficie olivicola sono la Spagna (2280 milioni di ha), la Tunisia (1642 milioni di ha) e l'Italia (1130 milioni di ha). Dal censimento effettuato negli ultimi anni, si è verificato un aumento delle unità produttive impegnate nella coltivazione dell'olivo.

I primi paesi produttori di olio di oliva sono la Spagna, l'Italia, la Grecia, la Tunisia (Tab. 2).

	1990-94	1994-98	1998-02	2002-06	trend
Spagna	601,6	725,2	961,5	1.033,4	3,7%
Italia	448,2	514,5	575,9	699,5	3,0%
Grecia	279,8	378,8	420,3	395,3	2,3%
Portogallo	34,0	40,7	35,9	34,1	0,0%
Francia	2,3	2,4	3,6	4,8	5,0%
Cipro				7,5	–
Slovenia				0,3	–
Tunisia	195,0	130,8	147,5	170,5	–0,9%
Syria	69,0	90,3	113,3	137,5	4,7%
Marocco	41,0	65,0	50,0	67,5	3,4%
Turchia	61,0	110,0	104,3	119,0	4,6%
Libano	5,3	5,0	5,8	6,3	1,2%
Giordania	9,9	16,1	17,3	25,5	6,5%
Altri Paesi	76,9	81,8	106,8	114,7	2,7%
Totale	1.823,9	2.160,4	2.542,0	2.813,8	2,9%

*Tab. 2. Produzione mondiale di olio espressa in migliaia di tonnellate
(FILO DELLA TORRE, 2006)*

Per quanto riguarda le olive da mensa le coltivazioni sono concentrate prevalentemente in Spagna, Turchia, Usa, Marocco, Grecia.

Si confermano come principali esportatori di olio di oliva i paesi dell'Unione Europea, la Tunisia, la Turchia, la Siria (Fig. 8).

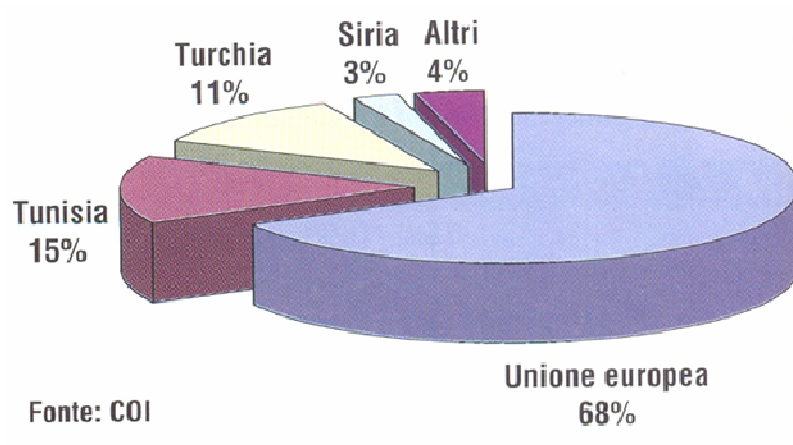


Fig. 8. Paesi esportatori di olio di oliva, media 1999/00- 2002/03 (Oliva, 2006)

Sul fronte delle importazioni, gli Stati Uniti occupano il primo posto (Fig.9).

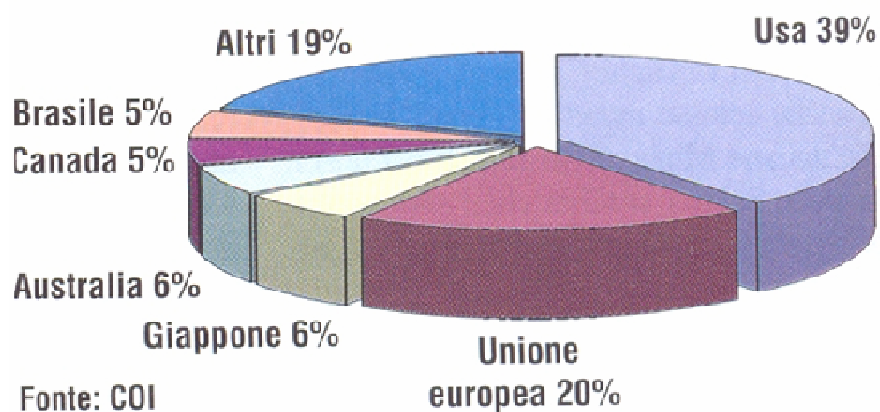


Fig. 9. Paesi importatori di olio di oliva, media 1999/00- 2002/03 (Oliva, 2006)

In Italia l'olivicoltura è concentrata prevalentemente in Puglia, Calabria, Sicilia, Toscana, Lazio, Campania e Abruzzo. L'olivo si coltiva anche in limitati e favorevoli ambienti del nord come la riviera ligure, le colline del lago di Garda e alcune zone collinari della Romagna (Tab. 3).

Regione	Superfici in produzione		Aziende	Media superfici
	(x 1000 Ha)	(% sul naz.)	(x 1000)	aziendali (Ha)
Abruzzo	46,9	4,17	62,8	0,75
Basificata	27,0	2,41	39,8	0,68
Calabria	175,0	15,57	136,4	1,28
Campania	83,7	7,45	99,1	0,84
Lazio	84,2	7,49	123,0	0,68
Liguria	15,2	1,35	35,7	0,43
Marche	6,9	0,61	26,7	0,26
Molise	11,7	1,04	21,4	0,55
Puglia	352,5	31,36	249,8	1,41
Sardegna	37,4	3,33	44,0	0,85
Sicilia	154,4	13,74	164,2	0,94
Toscana	93,1	8,28	69,1	1,35
Umbria	27,5	2,45	26,9	1,02
Altre regioni	8,4	0,75	31,9	0,26
Totale	1.123,9	100,0	1.130,8	0,99

Tab. 3. Dati strutturali dell'olivicoltura nelle diverse regioni in Italia (PANNELLI, 2005)

Se consideriamo la giacitura, l'olivo è diffuso soprattutto in collina (67%), in pianura (22%) ed alta collina (11%). Da quanto detto risulta evidente che l'olivicoltura interessa soprattutto la fascia appenninica centro-meridionale, cioè un territorio di difficile colonizzazione per le altre colture più redditizie. Questa pianta è coltivata soprattutto per la produzione di olio e solo il 2% della superficie totale è destinata alle cultivar da mensa.

Secondo i dati ISTAT, aggiornati al mese di luglio 2007, la superficie olivicola totale nel Lazio è pari a 87854ha, mentre la superficie in produzione è pari a 86735ha. Nella provincia di Viterbo, la superficie totale è pari a 21030ha,

mentre la superficie in produzione è pari a 20990ha. Per la dimensione della superficie produttiva, l'olivicoltura rappresenta, nella provincia di Viterbo, una tra le più importanti colture. Dalla fig. 10, è possibile evidenziare chiaramente la disomogeneità della distribuzione territoriale dell'olivicoltura causata, soprattutto, dalla variabilità della morfologia del terreno (Fig. 10).

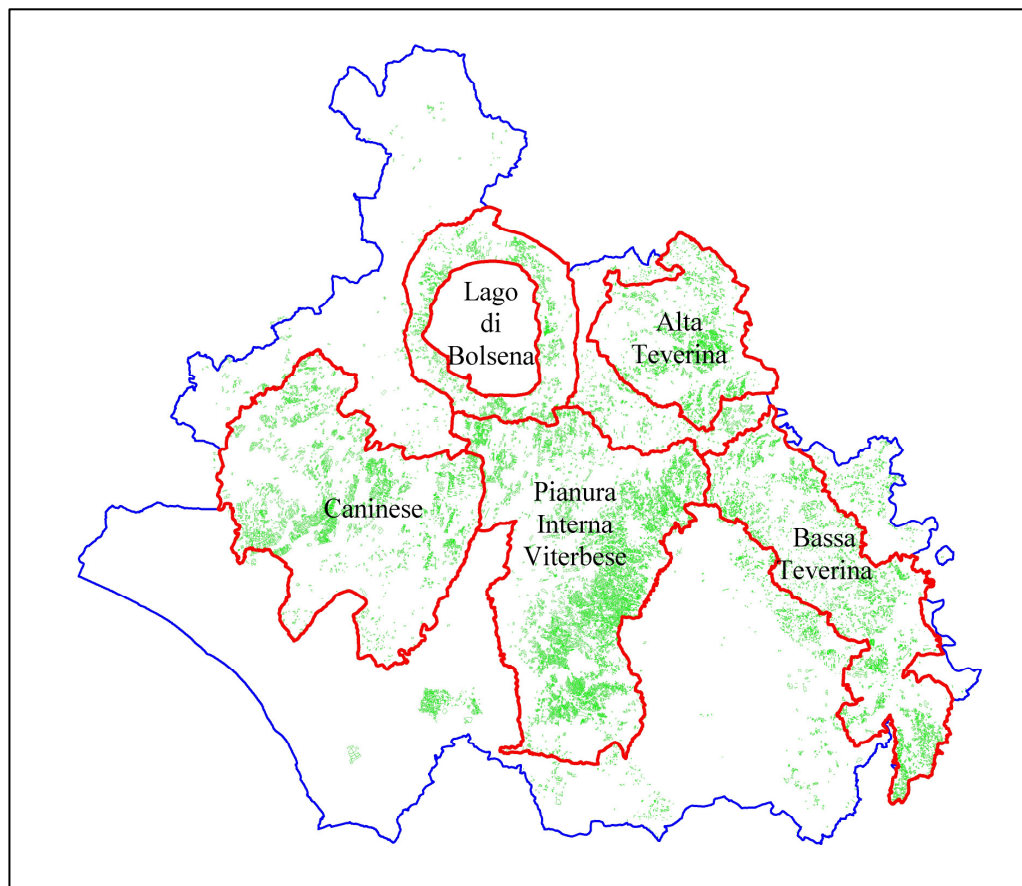


Fig. 10. Distribuzione dell'olivicoltura nella provincia di Viterbo (BERTONI, 2006)

La provincia di Viterbo è delimitata dalla linea blu. All'interno possiamo notare chiaramente la divisione in cinque areali olivicoli (in rosso); con il termine "areale olivicolo" si intende quel complesso di luoghi in cui gli oliveti sono caratterizzati da peculiarità morfologiche e da metodologie di allevamento simili.

Osservando il territorio della Tuscia si nota che, mentre in alcune zone l'olivicoltura è intensiva, in altre zone permane un'olivicoltura marginale, finalizzata alla produzione per uso familiare.

Dal punto di vista morfologico, l'olivicoltura risulta essere quasi interamente localizzata nella fascia altimetrica compresa tra 200 e 400m s.l.m. La cultivar prevalente è costituita dalla "Canino", che è attualmente diffusa in tutta la provincia, soprattutto nella fascia ad ovest del complesso Cimino-Vicano, dove in alcune zone è dominante; invece nel comprensorio olivicolo facente capo al Comune di Canino, essa è stata ormai raggiunta, se non sorpassata, come numero di piante, da nuove cultivar massicciamente diffuse nei decenni scorsi dall'ente di sviluppo.

Seconda come ordine d'importanza, è la cultivar Frantoio, localizzata prevalentemente nella fascia est della provincia (Valle Teverina).

Tra le altre cultivar, è opportuno citare il Leccino, il Maurino, il Pendolino. In Italia l'olio prodotto pari a 500000t non soddisfa del tutto il consumo interno (12,1 litri/pro capite) per cui ne importiamo circa 200000t.

La produzione di olive da tavola è di 80000t, proveniente soprattutto da Sicilia, Puglia e Calabria; anche in questo settore, poiché i consumi interni (1,8 kg/pro capite) superano la produzione, si ricorre all'importazione di circa 30000t/annue da Spagna e Grecia.

1.4 Le avversità dell'olivo

Sono numerose e comprendono sia malattie causate da parassiti quali funghi, batteri, virus e fitoplasmi, sia danni provocati da fitofagi (prevalentemente insetti) o conseguenti all'azione di agenti non parassitari (condizioni climatiche non idonee alla coltura e carenze nutrizionali).

Per quanto riguarda i fitofagi, nonostante la presenza di un numero elevato di loro antagonisti, a differenza di altre colture specializzate (es. frutteto e vigneto), l'oliveto si presenta come un agroecosistema piuttosto stabile, dotato di una sufficiente complessità biologica che tende a limitare naturalmente il verificarsi di infestazioni di notevole intensità. Le strategie di difesa fitosanitaria quindi si limitano al controllo di poche specie di fitofagi e patogeni che in certe annate, particolarmente favorevoli, sono in grado di arrecare danni economici.

E' opportuno, in ogni caso, vigilare con attenzione affinché le numerose avversità non provochino danni, effettuando controlli sistematici in campo ed eventualmente realizzando interventi tempestivi, nelle annate in cui la densità dei fitofagi superi la soglia economica. Lo sviluppo di questi concetti ha dato origine, ormai da diversi anni, ad un metodo di lotta che integra i mezzi disponibili (agronomici, fisici, chimici, biologici, biotecnologici) per difendere le produzioni. La lotta integrata è oggi diventata una tecnica largamente impiegata in Italia (in diversi comprensori olivicoli) anche sotto la spinta di scelte di politica agricola definite a livello europeo (reg.to CEE 2078/92, reg.to UE 1257/99 e più recentemente reg.to UE 1698/05) e poi sviluppate con programmi operativi a livello nazionale e regionale. E' opinione diffusa che questo modello di difesa fitosanitaria costituisca uno dei parametri tecnici fondamentali per l'ottenimento di produzioni di qualità. La difesa integrata è uno strumento che consente di mantenere la stabilità nell'agroecosistema e di ridurre il più possibile gli interventi con prodotti chimici in campo.

Dal punto di vista applicativo questa tecnica si può suddividere nelle seguenti fasi:

- ♦ identificazione delle avversità dannose alla coltura
- ♦ definizione dei criteri in base ai quali valutare il livello di pericolosità delle avversità
- ♦ definizione di idonei mezzi di difesa

Per quanto riguarda i criteri occorre considerare che gli interventi fitoiatrici vanno effettuati sulla base della stima del rischio di danno, attraverso adeguati sistemi di monitoraggio e nel momento ottimale inteso, ad esempio, come periodo di maggiore vulnerabilità dell'organismo nocivo. Gli agricoltori o i tecnici devono essere in grado di sorvegliare, regolarmente, la coltura e di utilizzare, al meglio, i servizi di avvertimento (notiziari e comunicati fitosanitari) per l'esecuzione di eventuali interventi. Nella individuazione dei mezzi di difesa, le scelte, sia che abbiano finalità preventiva che curativa, devono tenere conto dei possibili effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. L'impiego di materiale di propagazione sano, cultivar tolleranti o resistenti, l'adozione di pratiche agronomiche razionali sono presupposti fondamentali per ridurre la necessità di interventi fitoiatrici. Inoltre l'utilizzo di mezzi fisici, biotecnologici e biologici deve essere privilegiato rispetto all'uso di prodotti di sintesi. Questi ultimi, quando necessari, devono essere scelti tra quelli che conciliano una buona efficacia con una elevata selettività e con rischi minimi per la salute degli operatori, dei consumatori e dell'ambiente. Occorre utilizzare prodotti fitosanitari che consentano di ridurre il più possibile le quantità di principio attivo e utilizzare apposite attrezzature per garantire l'uniforme distribuzione dei principi attivi.

Le principali malattie causate dai patogeni vengono qui di seguito riportate:

- ♦ *Spilocaea oleagina* (Castagne) (Occhio di pavone)
- ♦ *Verticillium dahliae* Klebs (Verticilliosi)
- ♦ *Mycocentrospora cladosporioides* (Saccardo) (Cercosporiosi)
- ♦ *Polyporus spp.* (Carie)
- ♦ *Capnodium spp.*, *Alternaria spp.*... (Fumaggine)
- ♦ *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Smith) (Rogna)

In ordine di importanza, vengono elencati i principali fitofagi dannosi all'olivo:

- ♦ *Bactrocera oleae* (Rossi) (Mosca delle olive)
- ♦ *Saissetia oleae* (Olivier) (Cocciniglia mezzo grano di pepe)
- ♦ *Prays oleae* (Bernard) (Tignola dell'olivo)
- ♦ *Euphyllura olivina* (Costa) (Cotonello dell'olivo)
- ♦ *Liothrips oleae* (Costa) (Liotripide dell'olivo)
- ♦ *Palpita unionalis* (Hubner) (Margaronia)
- ♦ *Otiorrhynchus cribricollis* Gyllenhal (Oziorrinco dell'olivo)
- ♦ *Zeuzera pyrina* Linnaeus (Rodilegno giallo)
- ♦ *Phloeotribus scarabeoides* Bernard e *Hylesinus oleiperda* Fabricius (Scolitidi)

1.4.1 Entomofauna dell'olivo

L'oliveto viene annoverato tra gli agroecosistemi nei quali la complessità risulta elevata. In particolare, gli impianti collinari, non sottoposti a pratiche di diserbo, sono composti solitamente, oltre che dalle piante arboree coltivate, da una consistente flora spontanea erbacea ed arborea, che ospita una nutrita popolazione di Artropodi, i quali interagiscono con l'entomofauna dell'olivo.

Questa è costituita sia da fitofagi che si nutrono di parti diverse della pianta arrecando danno, sia da entomofagi in grado di contribuire, in diversa misura, alla difesa dagli insetti dannosi.

I fitofagi che possiamo ritrovare nell'agroecosistema oliveto sono circa un centinaio ed appartengono a diversi ordini: ritroviamo infatti Ditteri, Rincoti, Lepidotteri, Tripidi e Coleotteri. La specie chiave, che richiede nei diversi ambienti un controllo permanente, è la *B. oleae*. Altri insetti che, in particolari situazioni, possono creare problemi sono *P. oleae* e *S. oleae*. Fitofagi ritenuti secondari o accidentali sono *Parlatoria oleae* (Colvée), *E. olivina*, il Rodilegno giallo (*Z. pyrina*), la Tignola verde dell'olivo (*M. unionalis*), il Tripide dell'olivo (*L. oleae*), i Coleotteri Scolitidi (*H. oleiperda* e *P. scarabaeoides*) e Curculionidi (*O. cribricollis*...).

Molto più numerose di quelle dannose sono, però, le specie di Artropodi utili, predatori o parassitoidi, che contribuiscono al controllo naturale delle popolazioni nocive.

I predatori sono rappresentati da ragni, da acari Fitoseidi, da Emitteri Antocoridi e Miridi, da Neuroterri Crisopidi e Coniopterigidi, da Coleotteri Coccinellidi e da Ditteri Sirfidi. Molto importante risulta essere il ruolo svolto da *Chrysoperla carnea* Stephens nel controllo della Tignola. Il gruppo di ausiliari più consistente è però rappresentato da Imenotteri parassitoidi di cui sono conosciute 300-400 specie infeudate ai fitofagi dell'olivo.

Ad ogni fitofago sono in media associati 3-4 ausiliari, ma qualche specie dannosa, come la Tignola, è controllata da un complesso permanente di una decina di entomofagi.

1.5 *Bactrocera oleae*

1.5.1 Cenni di bioetologia

Ordine: Diptera

Sezione: Cyclorhapha

Sottosezione: Schizophora

Gruppo: Acalyptrata

Famiglia: Tephritidae

B. oleae appartiene alla famiglia Tephritidae che comprende quelle specie definite, nel loro complesso, “mosche della frutta” quindi carpofaghe, nonché molte altre specie quasi tutte fitofaghe.

Questo insetto è ascrivibile alla sottofamiglia Dacinae, cui appartengono due gruppi di cui uno è caratterizzato dalla fusione degli urotergiti III e IV e comprende specie quasi tutte africane che vivono a spese di Asclepiadacee e Cucurbitacee (gen. *Dacus*). L'altro gruppo, i cui esemplari sono caratterizzati da urotergiti liberi, comprende invece specie carpofaghe di fruttiferi, tra cui appunto la *B. oleae*, unico rappresentante di questo genere ad interessare il bacino del Mediterraneo.

Gli adulti, lunghi circa 4-5mm, hanno il capo giallo-rossastro e due macchie nere al di sotto delle antenne che presentano invece una colorazione più scura (Fig. 11).



Fig. 11. Adulto di *B. oleae*

La proboscide ed i palpi sono bruni e gli occhi blu-verdastri. Il torace è caratterizzato da una colorazione giallo-rossa, tranne nella parte dorsale che è nera. Lo scutello è di colore giallo-pallido, mentre il metanoto ed il postscutello, così come una parte degli sterniti, sono neri. Le ali sono ialine con le nervature, la parte apicale dello stigma ed una piccola area diffusa all'apice dell'ala bruni. Nel maschio si nota un indurimento, all'apice della nervatura anale, il cui tratto ristretto risulta essere più lungo che nella femmina.

L'addome ha una colorazione fulva con macchie nerastre di variabile disposizione, tipicamente presenti dal I al IV urotergite. Nella femmina il VI urotergite è quasi interamente ricoperto dal V. In essa è ben evidente l'ovopositore la cui parte basale è di colore nero. Nel maschio, al margine del III urite, sono evidenti i pettini.

L'uovo è di forma ellittica, di colore bianco, ha una lunghezza di circa 0,7mm ed un diametro di 0,12mm, presenta un tubercolo micropilare che svolge funzione respiratoria. La *B. oleae* è caratterizzata da tre stadi larvali; ognuno di questi è distinguibile per la forma, per la dimensione dell'armatura boccale e per la presenza o meno di stigmi toracici. La larva di prima età ha un apparato boccale semplice, poco sclerificato, che termina con un uncino apicale (apparato cefalo-faringeale); l'apparato respiratorio è di tipo metapneustico, cioè privo di stigmi toracici. La larva di II età ha un apparato boccale più sclerificato anche se relativamente poco sviluppato e un sistema respiratorio anfipneustico, con stigmi protoracici di forma caratteristica. La larva matura è dotata di un robusto scheletro cefalo-faringeale ed ha un apparato respiratorio sempre di tipo anfipneustico con stigmi protoracici molto caratteristici, ha colore biancastro ed una lunghezza di 6-7mm, la testa ha forma trapezoidale. Il primo segmento del corpo presenta delle spinule sia sul dorso che sulla parte ventrale. La locomozione della larva è garantita da protuberanze poste sulla faccia ventrale degli otto uriti che vanno dal V fino al XII.

Il pupario è di forma ellittica e le sue dimensioni variano a seconda del tipo di alimentazione della larva, è lungo 4-4,5mm ed è caratterizzato da un colore che varia tra il giallo e il marrone; in esso sono ben evidenti i segmenti della larva dalla quale è derivato.

La *B. oleae* ha una distribuzione geografica che corrisponde a quella di *O. europaea*: bacino del Mediterraneo, isole Canarie, nord Africa e Stati Uniti (California). Non è riscontrabile però nelle aree di nuova introduzione dell'olivo (Sud America, Australia ecc...). Anche nel suo areale originario la distribuzione del tefritide non è uniforme: varia in funzione delle condizioni climatiche, della presenza delle drupe sulle piante e delle caratteristiche delle cultivar presenti.

L'olivo è la pianta preferita dalla mosca per compiere il proprio ciclo vitale, anche, in laboratorio, la specie si sviluppa e raggiunge la maturità su bacche di ligustro e di gelsomino (LUCCHESI, 1954). Sempre in laboratorio sono state osservate ovideposizioni su piante appartenenti ad altri generi *Hedera*, *Ilex* e *Laurus* (LUCCHESI, 1954).

La scelta delle olive adatte all'ovideposizione avviene in risposta a stimoli visivi ed olfattivi. Vengono favorite, infatti, le olive più grosse e di colore verde, individuate anche attraverso un insieme di composti chimici prodotti in parte direttamente dalla pianta, come i derivati dell'acido idrossicinnammico e dell'oleoeuropeina, in parte dovuti all'attività della microflora batterica superficiale (composti di natura ammoniacale).

In seguito all'accoppiamento (Fig. 12), la femmina inizia l'esplorazione della drupa servendosi delle antenne e dell'apparato boccale; successivamente circoscrive la zona di deposizione dell'uovo, che si verifica prevalentemente nella fase fenologica di indurimento del nocciolo. Attraverso l'ovopositore di sostituzione provvede alla formazione di una camera di ovideposizione sottoepidermica, dopodiché, aspira (operazione chiamata "bacio") i succhi emergenti dalla ferita, i quali, rigurgitati con l'esplorazione della ferita stessa, permettono la marcatura della drupa (Fig. 13). Questa è imputabile a sostanze repellenti tra cui una delle più importanti è il pirocatecolo.



Fig. 12. Accoppiamento



Fig. 13. Ovideposizione

La ferita esternamente appare di forma sub-triangolare e dopo due giorni diventa di color brunastro (Figg. 14, 15). Il tentativo, messo in atto da ogni femmina per salvaguardare la propria prole attraverso la marcatura, non sempre ha successo. I composti chimici repellenti, infatti, rimangono attivi per 2-3 giorni, dopodiché, altre femmine di *B. oleae* possono scegliere la stessa drupa per depositare l'uovo.



Fig. 14. Drupe con punture

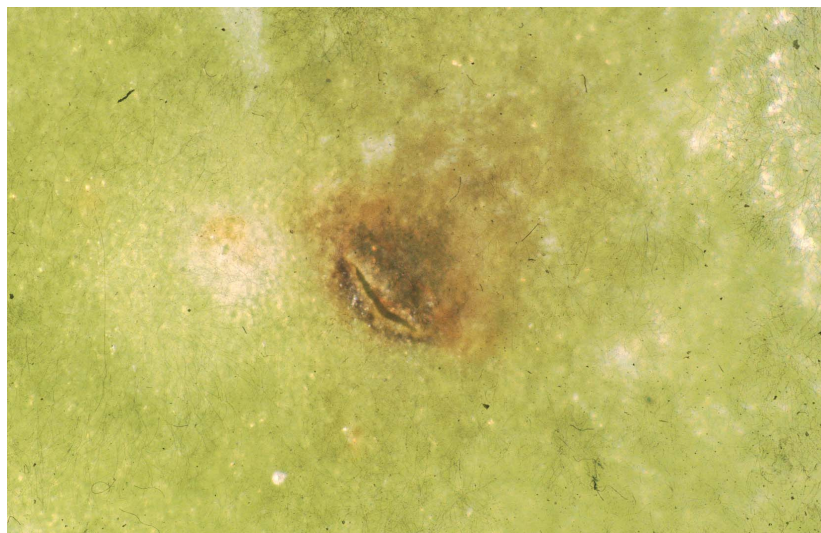


Fig. 15. Particolare di una puntura

Ciò si realizza effettivamente in olive di elevate dimensioni, dove l'abbondanza di mesocarpo permette la sopravvivenza di più larve che si accrescano contemporaneamente. Al contrario, in drupe di piccole dimensioni lo sviluppo è garantito per una sola larva. In condizioni naturali si assiste ad un periodo di incubazione variabile e che oscilla tra 2 e 4 giorni in estate, 10 giorni in autunno e 12-19 giorni in inverno.

La soglia termica inferiore è stimata intorno a 6°C ma bastano temperature prossime a quella citata per avere morte delle uova (CROVETTI *et al.*, 1982).

La larva di *B. oleae* si sviluppa all'interno del mesocarpo del quale si nutre, creando una galleria il cui diametro si accresce all'aumentare delle dimensioni della larva stessa. (Fig. 16). Nel corso del suo accrescimento, che ha una durata di 10 - 12 giorni in estate, la larva si dirige verso l'endocarpo.



Fig. 16. Larve mature all'interno delle drupe (A), particolare (B)

Raggiunta la III età, la larva predispone una camera a ridosso dell'esocarpo e pratica un foro che fungerà da condotto di areazione nel caso in cui l'impupamento avvenga nella drupa o da foro per la fuoriuscita della larva stessa qualora questa svolga la fase successiva nel suolo (Fig. 17).

In generale, le larve della generazione estiva si impupano all'interno dell'oliva mentre quelle della generazione autunnale prediligono il suolo (Fig. 18).



Fig. 17. Foro di sfarfallamento



Fig. 18. Pupario

La larva permane sulla superficie del suolo per un lasso di tempo che dipende dalla struttura del terreno ed anche dalle condizioni climatiche. La maggior parte degli impupamenti si realizzano ad una profondità di 1-3cm e solo eccezionalmente massimo di 10cm. La durata dello stadio di pupa varia da circa

10 giorni a qualche mese, a seconda della data di penetrazione nel suolo e delle condizioni pedo-climatiche.

Nei differenti ambienti italiani, la mosca compie un numero variabile di generazioni in funzione delle regioni. In Italia meridionale, dove sono presenti piante di mole elevata che non consentono la completa raccolta delle olive e dove esistono varietà con maturazione che si protrae nel tempo, la mosca compie 7 generazioni l'anno (zone pandacie). Nelle regioni dove le condizioni sono meno favorevoli (inverni freddi), la mosca compie 3-4 generazioni all'anno (zone merodacie).

In Umbria, in condizioni climatiche particolarmente favorevoli (temperature invernali miti ed elevata piovosità), sono state osservate, tra luglio e novembre, 3 generazioni (PUCCI e FORCINA, 1982; RICCI e BALLATORI, 1981).

In ognuna delle aree di diffusione, la sopravvivenza di ciascuno stadio è legata comunque alla temperatura e all'umidità. Sono soprattutto le alte temperature (prossime a 35°C) a causare una stasi nell'attività degli adulti; sopra i 30°C, al verificarsi di bassi valori di umidità relativa, le femmine manifestano una stasi nell'attività di ovideposizione. Le pupe sono meno sensibili degli adulti alle variazioni climatiche.

La soglia termica superiore di questi stadi è situata intorno ai 36°C e la capacità di sopravvivenza risulta ridotta già a 7°C (soglia termica inferiore). Gli estremi termici, che si realizzano all'interno della drupa (-10°C e 36°C) (PUCCI *et al.*, 1982), possono portare ad una caduta dell'infestazione. Le zone centro-meridionali, caratterizzate da temperatura estiva molto elevata associata a bassi livelli di umidità relativa, determinano un'elevata mortalità di tutti gli stadi preimmaginali.

1.5.2 Danni

Nel bacino del Mediterraneo le perdite medie, a causa degli attacchi di *B.oleae*, sono del 30% e sono di due tipologie:

- danni quantitativi
- danni qualitativi

I primi sono riconducibili ad una diminuzione in resa in sostanza grassa del frutto pendente, conseguente all'attività tropica della larva e all'entità della cascola delle olive infestate che sono da considerarsi prodotto perduto, a causa della pessima qualità dell'olio estratto. Infatti, la larva, sviluppandosi all'interno del frutto, danneggia i vasi conduttori che lo alimentano, facilitando, così, il distacco dal picciolo.

I danni indiretti, sono imputabili alle modificazioni di natura biochimica che coinvolgono la qualità dell'olio (acidità, perossidi e polifenoli). Tali modificazioni hanno l'effetto di alterare le caratteristiche organolettiche del prodotto, di renderlo meno conservabile e di peggiorarne la qualificazione merceologica (un olio, per poter essere denominato "extravergine", deve avere valori di acidità inferiori a 0,80 ed un numero di perossidi minore di 20). L'acidità (espressa come % dell'acido oleico libero), in seguito ai processi idrolitici, va incontro ad un aumento che risulta tanto più consistente quanto più elevata è la percentuale di infestazione. Anche il tipo di infestazione gioca un ruolo significativo: i maggiori danni, infatti, si verificano quando sono presenti larve di III età e fori di sfarfallamento. In generale gli incrementi dei valori dell'acidità risultano in media di circa il 60% superiori nell'olio ottenuto da olive totalmente infestate rispetto ad un olio ottenuto da olive sane.

L'infestazione dei frutti comporta un notevole aumento del numero di perossidi: infatti, in seguito a processi ossidativi, anche questo indice subisce un incremento, che è legato alle caratteristiche dell'infestazione come nel caso dell'acidità. Numero di perossidi e acidità subiscono ulteriori aumenti nell'olio estratto da olive molite molto tempo dopo la raccolta (PARLATI, IANNOTTA, 1993).

Variazioni consistenti si hanno anche a carico dei polifenoli, sostanze deputate a svolgere attività antiossidante e quindi legate alla stabilità degli oli ed

alla loro conservabilità. Già a livelli modesti di infestazione si riscontrano diminuzioni elevate: con il 40% di infestazione i polifenoli si riducono all'incirca della metà. (PARLATI, IANNOTTA, 1993).

1.5.3 Strategie di controllo

Metodologie di campionamento delle drupe

Diversi sono i mezzi di controllo del temibile tefritide, in ogni caso, è opportuno tenere rigidamente conto degli aspetti legati al tipo di campionamento, al monitoraggio della popolazione adulta, alla previsione fornita da modelli matematico-statistici della dinamica di popolazione e alla soglia di intervento.

Per gli oliveti specializzati monovarietali, alcuni Autori (CHESI e QUAGLIA, 1982) sostengono che il campionamento di 166 drupe raccolte casualmente una per pianta (campionamento semplificato) è in grado di fornire stime attendibili del livello di infestazione, tra l'altro molto vicine a quelle fornite dall'esame di un grosso campione di 1000 drupe prelevate random (circa 6 drupe per pianta). Altri Autori (PUCCI *et al.*, 1979) propongono, al fine di ottenere una sufficiente affidabilità della percentuale di drupe infestate, di sorteggiare, per cultivar e per ettaro, 10 piante rappresentative dalle quali campionare, casualmente su ciascuna di esse, 10, 20 o 30 drupe/pianta. In quest'ultimo caso, ipotizzando che l'infestazione di un oliveto non superi il 5%, la stima ottenuta da campioni di 100, 200 e 300 drupe sarebbe soggetta rispettivamente ad errori standard di 2,3 - 1,5 - 1,3 (SPANEDDA e PUCCI, 2004).

Soglia economica di intervento contro gli stadi preimmaginali

Sulla base delle tecniche di campionamento delle drupe e di accertamento dell'entità dei danni causati dal tefritide e sulle caratteristiche qualitative e quantitative della produzione, è stata messa a punto un'equazione basata sull'analisi costo del trattamento e benefici ottenuti, nella quale sono definiti, per cultivar e produzione stimata, le soglie economiche di intervento per trattamenti larvicidi (PUCCI *et al.*, 1979). Nelle diverse zone olivicole italiane viene attualmente utilizzata una soglia di intervento del 10-15% di infestazione attiva, superata la quale risulta economicamente conveniente effettuare l'intervento.

I principi attivi normalmente utilizzati (idrosolubili) quali il Dimethoate, il Formothion ecc. hanno permesso di ottenere buoni risultati. Pur tuttavia, anche l'entità dei residui, a condizione che vengano rispettati i tempi di carenza, risulta nei limiti di legge anche se non può essere trascurato l'effetto delle molecole tossiche nei confronti dell'entomofauna utile. Proprio per questi motivi la legislazione dell'UE (regolamenti CEE n. 3868/87, 1823/89 e 2565/90) incoraggia l'applicazione delle esche proteiche avvelenate in alternativa ai trattamenti larvicidi (SPANEDDA e PUCCI, 2004).

Mezzi di monitoraggio della popolazione adulta

Come è noto, l'uso dei diversi tipi di trappole (olfattive, visive e miste) non può prescindere, per le variazioni delle diverse situazioni olivicole, dalle caratteristiche proprie della pianta ospite (cultivar, sesto di impianto, entità di produzione e densità fogliare). I ricercatori hanno messo a confronto la capacità di cattura delle trappole citate con lo scopo di ottenere una buona correlazione tra catture e infestazione. Dai numerosi studi effettuati nei diversi ambienti olivicoli, è emerso che l'utilizzazione delle trappole a feromone (1-7dioxaspiro-5,5undecano) non permette di associare al numero di individui catturati la successiva infestazione delle drupe, poiché il loro forte potere attrattivo tende a sopravvalutare la reale densità di popolazione presente nell'oliveto e per il fatto che le catture interessano quasi esclusivamente individui di sesso maschile.

Recenti ricerche hanno messo appunto un modello matematico statistico che permette, conoscendo il numero medio di maschi/trappola/settimana e la temperatura media della medesima settimana, di stimare la gravità dell'infestazione e di procedere o meno al trattamento.

L'utilizzazione di trappole cromotropiche ha reso affidabile e significativo lo studio della relazione sopra citata in quanto, essendo scarsamente attrattive, riescono a fornire precisi valori di densità di popolazione correlabile, statisticamente, con l'infestazione delle olive della chioma e del cascolato (RICCI *et al.*, 1979; BALLATORI *et al.*, 1980; PUCCI *et al.*, 1990; CIRRITO e GENDUSO, 1990; IANNOTTA e PERRI, 1990; PUCCI, 1991; CASTORO e PUCCI, 1996).

Modelli di previsione dell'infestazione

Lo studio della relazione tra catture di femmine con trappole cromotropiche ed infestazione delle drupe, ha permesso di formulare, attraverso l'elaborazione di un modello statistico di analisi canonica, una precisa equazione che permette, conoscendo il numero medio di femmine catturate per trappola e per settimana, il successivo evolversi dell'infestazione (PUCCI, 1991). In particolare le variabili che sono risultate più strettamente correlate sono state: il numero di femmine rilevate ad una certa data e la temperatura media registrata nell'arco della settimana di cattura (Z) da una parte e dall'altra l'infestazione distinta in: uova + L1 , L2 + L3, pupe + pupari vuoti + gallerie abbandonate rilevati nella chioma e nella cascola (W). La variabile W è da considerarsi un indicatore di infestazione, soprattutto con riferimento agli stadi L2 + L3 e p. + p.v. + g.a. che risultano strettamente legati a tale variabile canonica (sia con riguardo alla chioma che alla cascola) e che determinano i danni più gravi. Per calcolare il valore di Z, relativamente ad una certa data (compresa nel periodo che va dalla fase di indurimento del nocciolo alla prima decade di ottobre), occorre applicare la seguente espressione:

$$Z=0.039 \times (Fm-9.7)-0.186 \times (Tm-22.1)$$

Fm= numero medio di femmine/trappola/settimana

Tm= temperatura media registrata nella settimana di cattura

Il valore soglia è 0.10 e solo se esso viene superato è consigliabile intervenire al fine di bloccare l'evolversi dell'infestazione. Tale modello è stato messo a punto nell'ambiente olivicolo dell'Italia centrale (PUCCI, 1991) e applicato con successo in Italia meridionale e in Croazia (ZUZIC *et al.*, 1993; CASTORO e PUCCI, 1996) e più recentemente in Spagna.

Per la messa a punto del modello statistico previsionale in altri ambienti olivicoli è necessario rispettare alcuni requisiti metodologici e fare alcune considerazioni:

- ◆ è indispensabile usare trappole cromotropiche (in plexiglas di colore giallo delle dimensioni di cm 20x15), in numero di 4 nel primo ettaro e 1 per ogni ettaro successivo, a distanza non inferiore di 30m una dall'altra e disposti al lato sud, tangenti e a metà altezza della chioma
- ◆ è raccomandabile effettuare l'accertamento dell'infestazione a partire dal completamento della fase fenologica di indurimento del nocciolo prelevando campioni di 200 olive/ha
- ◆ per il cascolato è sufficiente prelevare 500 drupe da almeno 10 piante rappresentative dell'oliveto
- ◆ rilevare i dati di temperatura media settimanale

Con i dati disponibili, successivamente, si procede al calcolo dei punteggi canonici. Ultimata tale determinazione, allo scopo di procedere all'applicazione del modello, è necessario rilevare il numero medio di femmine catturate in una certa settimana F_m , e il valore di temperatura media T_m , inserire poi tali dati nell'equazione sopra riportata e infine, attraverso l'impiego di un software specifico, determinare il valore di Z e solo nel caso che detto valore superi 0,10 si procederà al trattamento adulticida.

Nella situazione in cui l'agricoltore sia impossibilitato, a causa delle frequenti piogge, a intervenire immediatamente con esche proteiche avvelenate, può procedere dopo 7-10 giorni con l'intervento larvicida. È bene precisare che il modello statistico citato esprime la gravità dell'infestazione solo a condizione che vi siano catture di femmine e che si sia completata la fase di indurimento del nocciolo (LOI *et al.*, 1982).

L'elevato grado di precisione del modello nel prevedere la gravità dell'infestazione ha permesso di evitare, negli ambienti in cui è stato collaudato, l'oneroso campionamento e dissezione delle drupe e pertanto sarebbe auspicabile verificarne la validità in differenti aree olivicole (SPANEDDA e PUCCI, 2004).

Interventi con esche proteiche avvelenate

Si ritiene che i trattamenti localizzati effettuati con esche proteiche avvelenate abbiano un modesto effetto sulla mortalità dei parassitoidi e predatori della mosca e della *S. oleae* (AVIDOV *et al.*, 1963; ROSEN, 1967; BROUMAS

et al., 1977; DELRIO, 1982). Le esche proteiche trovano il loro impiego per il controllo della popolazione adulta di *B.oleae* in quanto i composti azotati volatili, che si liberano durante il processo di fermentazione, sono particolarmente attrattivi verso le femmine. E' fuori discussione che questa tecnica di lotta (cosiddetto metodo preventivo), dal punto di vista tossicologico, è più vantaggiosa (PUCCI *et al.*, 1990); infatti l'esca avvelenata (Dimethoate o Deltamethrin) viene applicata solo su una porzione di chioma o addirittura può interessare file alterne di un oliveto somministrando mediamente 0,5-1litro di soluzione-pianta contro i 6-7litri dell'intervento larvicida. Detta tecnica viene applicata in Spagna e in Grecia con buoni risultati anche se gli interventi vengono effettuati a cadenza di 20-25 giorni a partire dall'inizio dei voli. Quindi nei paesi citati, nel corso della stagione olivicola, vengono eseguiti 5-6 interventi, tenendo conto che possono esserne effettuati di più qualora si verificano piogge, che come noto, hanno un effetto dilavante sull'esca Buminal, Nasiman e il Lisatex (SPANEDDA e PUCCI, 2004).

Prodotti di origine vegetale

Oltre all'applicazione delle esche proteiche avvelenate possono essere utilizzati principi attivi di origine vegetale. Negli ultimi anni, nell'ambito della difesa biologica contro la mosca delle olive, è aumentato l'interesse verso alcuni estratti di origine vegetale quali l'Azadiractina, il Piretro ed il Rotenone.

L'Azadiractina, è nota per le sue modalità di azione nei confronti degli insetti tra le quali, principalmente, l'inibizione della muta, la fagoderrenza e/o repellenza e la riduzione della ovogenesi. Quest'ultimo aspetto è stato recentemente accertato in *B.oleae*.

Il Rotenone, attualmente impiegato in alcune aziende biologiche mediante interventi a tutta chioma o associato ad esche proteiche, è caratterizzato da un'elevata tossicità, da una scarsa persistenza legata alla sua estrema fotolabilità e dall'assenza di proprietà endoterapiche, elementi questi da tenere in attenta considerazione prima di prospettarne l'impiego su vaste estensioni.

Cattura massale

Vengono effettuate mediante applicazioni delle cosiddette “Eco-trap”, comunemente dette trappole greche. Sono costituite da un sacchetto di polietilene verde trattato con deltametrina e contenente 70g di bicarbonato di ammonio e un dispenser di ferormone sessuale. Volendo distinguere gli effetti delle catture massali, a diversa intensità di infestazione, si può affermare che nella situazione in cui la densità di popolazione è particolarmente elevata, tale metodo non garantisce un effettivo contenimento dell’infestazione. Per contro, nel caso di modesta entità di quest’ultima, tale tecnica ha mostrato effetti significanti nella riduzione della percentuale di drupe danneggiate. Pertanto nelle zone ad elevato rischio di infestazione, è necessario procedere all’attuazione di tecniche integrative ecocompatibili onde limitare gravi perdite di produzione (SPANEDDA e PUCCI, 2004).

2 PARTE SPERIMENTALE

2.1 Introduzione

L'obiettivo della presente tesi è quello di mettere a punto un metodo di allevamento della *B. oleae* che permetta di disporre di adulti e stadi preimmaginali nei diversi periodi dell'anno anche quando, in natura, non è possibile reperire frutti idonei per l'ovideposizione (freschi e indenni da infestazione). La messa a punto di diete artificiali e/o naturali, idonee ad allevare gli stadi preimmaginali del tefritide, annovera il contributo di Tsitsipis (1977) basato sulla formulazione di diete costituite da diverse dosi di cellulosa e agar. L'esperimento è stato però effettuato per una singola generazione del tefritide. La possibilità di disporre di larve e adulti durante tutto l'anno ha permesso di programmare i seguenti esperimenti in ambiente termocondizionato:

- effetto dell'ossicloruro di rame sulle femmine ovideponenti
- valutazione della mortalità indotta dall'ossicloruro di rame nei confronti degli stadi preimmaginali contenuti all'interno delle drupe. A tal riguardo, ricerche effettuate in Australia sulla batteriosimbiosi di quattro tefritidi appartenenti al genere *Bactrocera* hanno evidenziato, nel canale alimentare, una notevole presenza di enterobatteri, che rappresentavano l'80% della microflora a livello della faringe ed una concentrazione sul totale che aumentava progressivamente lungo il tubo digerente fino a raggiungere il 100% nelle feci. Le specie batteriche più frequentemente rinvenute sono risultate *Erwinia herbicola*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca*, seguite da *Proteus spp.* e *Providencia spp.*. Indagini condotte su frutti delle piante ospiti di questi ditteri hanno permesso di isolare dai siti di ovideposizione le stesse specie batteriche presenti negli adulti (DREW e LLOYD, 1989). Per quanto concerne gli studi sulla simbiosi batterica degli adulti e degli stadi preimmaginali della mosca dell'olivo, è opportuno citare gli interessanti contributi di MAZZINI e VITA, 1981 e di BELCARI *et Al.*, 2003. Recentemente GIROLAMI *et*

Al., 2006 hanno isolato, da adulti e stadi giovanili della mosca, *Candidatus Erwinia dacicola*.

- impupamento della larva matura all'interno e all'esterno del frutto

Come è noto, il rame è certamente uno dei pochi prodotti anticrittogamici di origine inorganica ancora di largo uso nelle pratiche fitoiatriche agricole, possiede principalmente un'azione fungicida e anche una buona attività batteriostatica. Attualmente è l'unico fungicida ammesso insieme allo zolfo e utilizzato nei protocolli dell'agricoltura biologica (D'ELIA, 1999). In passato BELCARI e BOBBIO, 1999, in esperimenti effettuati in Toscana, hanno valutato, per il controllo della mosca, l'effetto del rame in alternativa ai tradizionali esteri fosforici.

Nel Lazio molte aziende olivicole attuano, da tempo, la conduzione biologica ed il rame viene normalmente impiegato nella lotta contro le principali malattie crittogamiche dell'olivo, ad esempio l'occhio di pavone, le fumaggini e la rogna. In pieno campo oltre all'ossicloruro di rame, è stato accertato anche l'effetto dello Spinosad (attualmente non ancora registrato per l'olivo) nei confronti della popolazione adulta e preimmaginale della *B.oleae*.

Le Spinosine sono una classe di agenti di controllo degli insetti denominata, negli Stati Uniti, "Naturalyte", termine che deriva da una semplificazione di "Natural-metabolyte" che si riferisce ai metaboliti prodotti durante il processo di fermentazione innescato dal batterio naturalmente presente in alcuni terreni, la *Saccharopolyspora spinosa* Mertz and Yao.

Lo Spinosad è la prima sostanza attiva proposta per le Spinosine. I due metaboliti più attivi di *S. spinosa*: Spinosyn A e Spinosyn D costituiscono, infatti, la miscela denominata "Spinosad" che risulta attiva nei confronti di insetti tra cui lepidotteri, ditteri e tisanotteri. Non è un principio attivo sistemico, ma agisce prevalentemente per ingestione e secondariamente per contatto, dunque non entra in circolo nella pianta; possiede inoltre una certa attività citotropica. Lo Spinosad agisce sul sistema nervoso degli insetti che cessano di nutrirsi. Si manifesta quindi un tipico effetto "anti-feeding" del prodotto. Il meccanismo d'azione è completamente nuovo, differente da quello di tutti gli altri prodotti insetticidi conosciuti.

2.2 Materiali e metodi

2.2.1 Ricerche di laboratorio

2.2.1.1 Allevamento della mosca dell'olivo e prove di deterrenza con ossicloruro di rame in ambiente termocondizionato

Il materiale biologico utilizzato per gli esperimenti di laboratorio è stato raccolto in un oliveto sperimentale a conduzione biologica, tipico dell'alto Lazio, sito in località Cura di Vetralla (VT), che si estende per 4ha di superficie, costituito da piante della cultivar Canino, allevate a vaso policonico, con sesto d'impianto di metri 7x7 e con età di circa 40 anni.

L'oliveto è stato utilizzato sia per effettuare esperimenti sull'effetto dell'ossicloruro di rame e dello Spinosad, sia per il prelievo di materiale biologico utilizzato per le prove di laboratorio.

Per disporre di olive fresche nei diversi periodi dell'anno (ottobre 2005/gennaio 2007) si è operato nella parcella non trattata del campo sperimentale sopra citato, dove sono state individuate alcune branchette particolarmente produttive, le quali sono state protette in data 28 Luglio 2005 e per l'intera durata dello studio con paglia e manicotti di tulle (Figg. 19, 20, 21, 22).



Fig. 19. Disposizione di paglia intorno ad una branca



Fig. 20. Fissaggio della paglia intorno ad una branca



Fig. 21. Collocazione del manicotto



Fig. 22. Manicotto sistemato sulla vegetazione

Questo metodo ci ha permesso di utilizzare frutti freschi e indenni da infestazione ben oltre la normale maturazione fisiologica e cioè per oltre 13 mesi (Figg. 23, 24).



Fig. 23. Drupe contenute all'interno del manicotto nella fase fenologica di pre-fioritura (maggio)



Fig. 24. Drupe contenute nel manicotto nella fase di fioritura

Per l'allevamento di laboratorio sono stati prelevati, ogni 10 giorni circa, rametti di olive dall'interno dei manicotti, i quali, privati delle foglie onde evitare un'eccessiva evapotraspirazione e quindi una rapida disidratazione dei frutti, sono stati collocati in vasetti contenenti acqua posti all'interno delle gabbie di allevamento (Figg. 25, 26, 27).



Fig. 25. Rametti con olive



Fig. 26. Rametti defogliati



Fig. 27. Gabbia di allevamento contenente rametti defogliati

Le gabbie, in plexiglas, sono di forma cilindrica di 30cm di diametro e 40cm di altezza. La superficie superiore delle gabbie è costituita da tulle con dimensioni delle maglie di 0,5mm.

L'alimento degli adulti, costituito da una soluzione di miele e acqua distillata in rapporto 1:10, è stato distribuito mediante appositi alimentatori (Fig. 28) costituiti ad hoc e disposti poi all'interno della gabbia (Fig. 29).



Fig. 28. Alimentatore per gli adulti



Fig. 29. Gabbia di allevamento contenente rametti defogliati e alimentatore

Ogni alimentatore è formato da un contenitore in vetro, di 3cm di diametro e 10cm di altezza, provvisto di tappo con all'interno un'asticella di vetro chiusa nella parte superiore; tale contenitore cilindrico comunica con una vaschetta del diametro di 4cm e 1cm di altezza, contenente uno speciale materiale poroso, in modo da permettere l'affioramento del liquido, a condizione che l'estremità inferiore dell'asticella sia collocata al livello della base della superficie porosa. In tal modo, il liquido imbibisce la superficie porosa stessa senza tracimare dal nutritore, permettendo così agli adulti di alimentarsi (Fig. 30).



Fig. 30. Adulti intenti a nutrirsi (A), particolare (B)

I contenitori sono stati lavati una volta alla settimana con ipoclorito di sodio e successivamente tenuti a bagno in acqua per tre ore, poi abbondantemente sciacquati.

Gli esperimenti di laboratorio sono iniziati con la raccolta di olive infestate nell'ottobre 2005. Il prelievo di tale materiale biologico ha consentito di effettuare i seguenti esperimenti.

- ❖ Allevamento della *B. oleae* in ambiente termocondizionato, con umidità relativa del 60%, fotoperiodo naturale e temperatura compresa tra 19,3°C e 22,0°C. Allo scopo sono stati prelevati, all'atto dello sfarfallamento, gli adulti di ciascuna generazione e successivamente trasferiti in un'altra gabbia di allevamento contenente l'alimento e i rametti con drupe sane provenienti dai manicotti disposti in campo. Nel corso delle successive generazioni, sono stati controllati il numero di adulti sfarfallati distintamente per sesso, il numero di pupari presenti nella gabbia e all'interno della drupa.
- ❖ Prove di deterrenza all'ovideposizione mediante impiego di ossicloruro di rame alla dose di 250g/hl di prodotto commerciale; sono state trattate 100 olive attaccate a rametti, mentre altrettante olive fungevano da controllo. I rametti, trattati e non trattati, sono stati collocati all'interno della medesima gabbia, nella quale sono stati immessi 6 maschi e 6 femmine di 4-5 giorni di età. Il tempo di permanenza degli adulti nelle gabbie è stato di 4 giorni. Poi, distintamente per le olive trattate con ossicloruro di rame e per quelle del testimone, sono stati conteggiati gli adulti sfarfallati. Lo stesso esperimento è stato poi ripetuto, prolungando a 7 giorni il periodo di permanenza degli adulti all'interno della gabbia.

- ❖ Verifica dell'effetto dell'ossicloruro di rame nei confronti della mortalità dei diversi stadi di sviluppo. A tal riguardo sono state allestite due gabbie, la prima con all'interno 99 olive sopportate da rametti privi di foglie trattati con ossicloruro di rame alla dose di 250g/hl di prodotto commerciale, alla concentrazione di 37,5g di p.a., mentre la seconda gabbia (con sempre 99 olive) fungeva da controllo. In data 10-04-07 in ciascuna delle due gabbie sono stati introdotti 9 maschi e 9 femmine per 7 giorni. Sia nel testimone che nel trattato, sono stati effettuati controlli periodici: il 19-04 sono state asportate n. 33 olive per ciascuna delle due gabbie, successivamente dissezionate per accertare l'entità e il tipo dell'infestazione distinta in vivi e morti. Il 02-05 e il 22-05 sono stati eseguiti due analoghi campionamenti sempre distintamente per il trattato e per il controllo.

2.2.2 Ricerche in campo

L'obiettivo è quello di valutare l'effetto dei trattamenti con ossicloruro di rame e con Spinosad nei confronti della *B. oleae*. Allo scopo l'oliveto è stato suddiviso in tre parti, parcella "A", parcella "B" e parcella "C" di 1,3ha ciascuna; nella parcella "A" sono stati effettuati trattamenti con ossicloruro di rame, nella parcella "B" con Spinosad, mentre la parcella "C" fungeva da controllo (non trattato).

In ciascuna delle tre parcelle sono state collocate 3 trappole a feromone sessuale femminile (Fig. 31), disposte singolarmente una per pianta, al lato sud, a metà altezza e tangente la chioma. Il conteggio degli adulti catturati, distintamente per trappola e per sesso, è stato effettuato con periodicità settimanale. Tali esperimenti sono stati condotti negli anni 2007 e 2008, a partire dall'inizio di luglio fino alla raccolta (fine ottobre).



Fig. 31. Trappola a feromone

Contemporaneamente al rilievo delle catture è stato effettuato il campionamento delle drupe, prelevando casualmente per ciascuna parcella 200 drupe che, trasferite in laboratorio, sono state dissezionate per accertare gli stadi preimmaginali, vivi, morti e parassitizzati, distinti secondo le seguenti categorie:

- punture sterili
- uova
- L1-L2-L3
- pupari
- pupari vuoti
- gallerie abbandonate

I trattamenti con Spinosad, alla dose di 150g/hl, alla concentrazione di 11,6g di p.a. e con ossicloruro di rame alla dose di 250g/hl di prodotto commerciale, alla concentrazione di 37,5g di p.a., sono stati effettuati in data 29/08, 20/09 e 03/10 per l'anno 2007 e 16/09, 23/09 e 07/10 per l'anno 2008.

2.3 Risultati

2.3.1 Esperimenti di laboratorio

2.3.1.1 Allevamento della *B. oleae*

Come appare nella Fig. 32, la *B. oleae* ha svolto, dal 11 ottobre 2005 al 22 gennaio 2007, tredici generazioni consecutive, mediamente una ogni 40 giorni, fatta eccezione della nona generazione (27 agosto-27 settembre), che si è conclusa in 31 giorni.

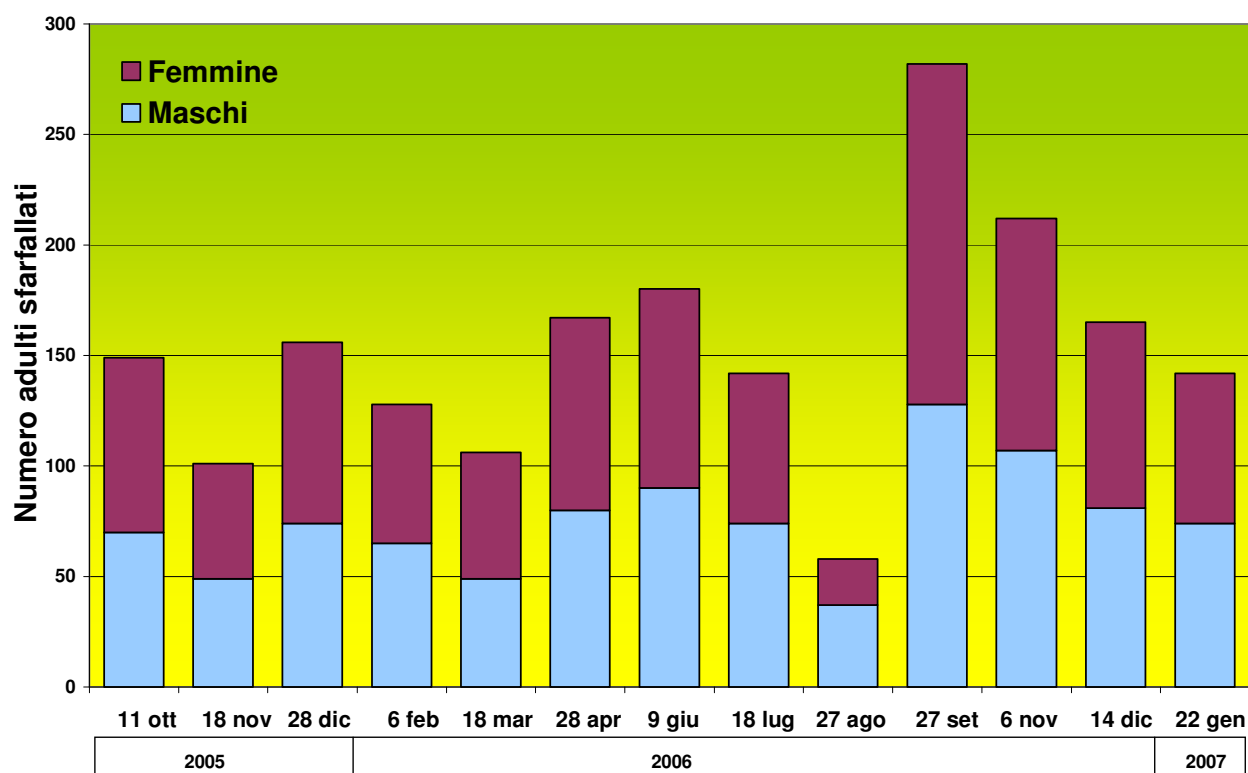


Fig. 32. Andamento delle generazioni di *B. oleae* (n° adulti sfarfallati) dal 11/10/2005 al 22/01/2007

La breve durata della 9^a generazione, rispetto alle altre, è imputabile alla rottura dell'impianto di condizionamento con il conseguente aumento della temperatura media (circa 26°C-27°C). Tale circostanza ha portato a una riduzione dei tempi di sviluppo. In questa situazione si è notato che gli adulti sono sfarfallati direttamente dal frutto, mentre nelle condizioni sperimentali di 19°C-22°C l'impupamento si è verificato all'esterno della drupa.

2.3.1.2 Effetto dei trattamenti con ossicloruro di rame

Dalla Fig. 33 appare evidente come le femmine esprimano una netta preferenza a ovideporre nelle olive non trattate rispetto a quelle trattate con ossicloruro di rame. Infatti nelle tre prove, effettuate in data 13/03/2007, 12/04/2007 e 02/05/2007 (Fig. 33), si nota come la percentuale di drupe infestate, dopo 4 giorni di permanenza degli adulti all'interno delle gabbie, sia significativamente superiore nel controllo rispetto al trattato.

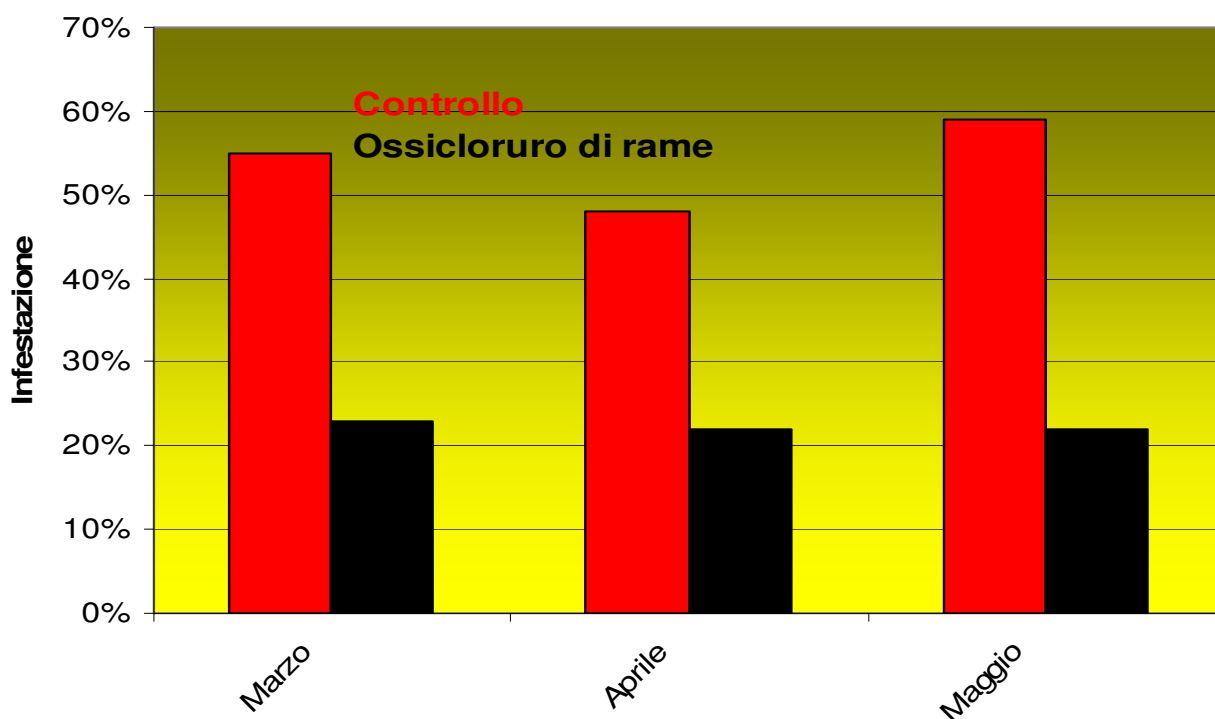


Fig. 33. Numero di adulti sfarfallati da olive non trattate e trattate con ossicloruro di rame

I dati mostrano differenze sul numero di adulti sfarfallati altamente significative a favore delle drupe non trattate rispetto a quelle trattate. Nelle tre ripetizioni effettuate è stata ottenuta una media di adulti sfarfallati del 54% nel non trattato con uno scarto al 95% di $\pm 4,55$, mentre nel trattato è stata riscontrata una media del 22,33% con uno scarto al 95% di $\pm 0,47$.

Inoltre, è stato accertato che se l'esposizione delle drupe alle femmine ovideponenti è più prolungata (7 giorni), l'infestazione, sia nel controllo che nel trattato, alle stesse condizioni sperimentali, raggiunge il 100%.

Questa circostanza induce a concludere che la femmina ovidepone preferenzialmente nelle olive non trattate ma, se il tempo di esposizione delle drupe o la densità di popolazione aumentano, questa è in grado di infestare anche le olive trattate con rame.

La deterrenza all'ovideposizione dell'ossicloruro di rame, nel caso di bassa densità di popolazione, potrebbe essere spiegata dalla causticità del prodotto impiegato nei confronti dei pulvilli del dittero. Dalle nostre osservazioni, abbiamo notato che le femmine, una volta raggiunta la drupa trattata, trovano difficoltà nell'ovideporre, ritraendosi più volte.

Infine è stato effettuato un ulteriore esperimento, come già riferito nei materiali e metodi, in cui si è inteso accertare l'effetto sulla mortalità indotta da trattamenti con ossicloruro nei confronti degli stadi preimmaginali del tefritide (Tabb. 4, 5).

Data	Infestazione								Adulti
	Uova		L1		L2		L3		
	Vive	Morte	Vive	Morte	Vive	Morte	Vive	Morte	
19/04/2007	8	1	5	0	0	0	0	0	0
02/05/2007	0	0	1	0	8	1	13	1	0
22/05/2007	0	0	0	0	0	0	0	0	24

Tab. 4. Mortalità degli stadi preimmaginali rilevata in olive trattate con ossicloruro di rame in campioni di 33 olive

Data	Infestazione								Adulti
	Uova		L1		L2		L3		
	Vive	Morte	Vive	Morte	Vive	Morte	Vive	Morte	
19/04/2007	9	2	6	1	0	0	0	0	0
02/05/2007	0	0	0	0	8	2	12	1	0
22/05/2007	0	0	0	0	0	0	0	0	20

Tab. 5. Mortalità degli stadi preimmaginali rilevata nel testimone in campioni di 33 olive

Relativamente al primo rilievo (19/04/2007), non si apprezzano differenze significative sulla mortalità indotta dall'ossicloruro di rame rispetto al testimone. Anche per quanto riguarda le larve di seconda e terza età (02/05/2007), le differenze tra le due tesi risultano assai esigue.

I risultati evidenziano, quindi, che non esiste alcun effetto significativo sulla mortalità dei vari stadi di sviluppo tra il trattato con ossicloruro di rame e il testimone non trattato.

2.3.2 Esperimenti in pieno campo

2.3.2.1 Andamento delle catture con trappole a feromone e analisi dell'infestazione (anno 2007)

Nelle Figg. (34, 35, 36) si può rilevare che il numero massimo di catture per trappola si è avuto a cavallo dei mesi di settembre ed ottobre ed è stato pari a 45 e 34 unità, rispettivamente per il trattato con ossicloruro di rame e Spinosad e di 50 per la parcella testimone. Tali valori, che mostrano l'efficacia dei prodotti biologici testati, risultano, tuttavia, bassi rispetto alle catture che in genere si riscontrano in tale periodo nelle annate ad elevata infestazione.

Tale considerazione si ripete anche per quanto riguarda l'infestazione, che ha raggiunto il suo apice a cavallo dei mesi di agosto e settembre e che comunque non ha superato il 13% nella parcella testimone, mentre le parcelle trattate presentavano un picco di infestazione di circa la metà rispetto al controllo.

C'è anche da rilevare che le elevate temperature estive, associate alla assenza di precipitazioni (Fig. 37), hanno comportato sia un basso livello dell'entità delle ovideposizioni, sia un'elevata mortalità delle uova e delle larve all'interno delle drupe.

A tal riguardo si può ipotizzare che tali condizioni ambientali (soprattutto la scarsità di acqua) possano determinare, all'interno della drupa, oltre che elevate temperature, anche alte concentrazioni di determinate sostanze da ostacolare l'evoluzione dei differenti stadi di sviluppo.

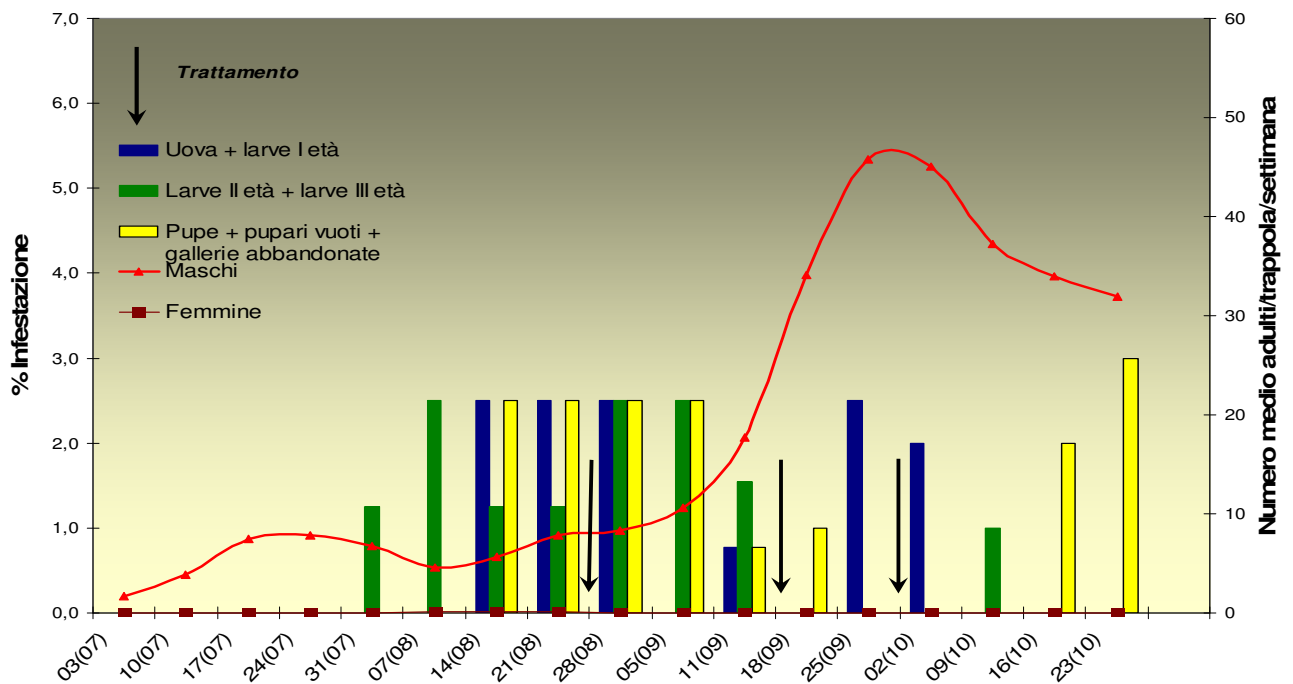


Fig. 34. Andamento medio dell'infestazione e delle catture dei maschi mediante trappole a feromone rilevate nella parcella trattata con ossicloruro di rame nell'oliveto di Cura di Vetralla nell'anno 2007 (i dati sono stati perequati con medie mobili a tre termini)

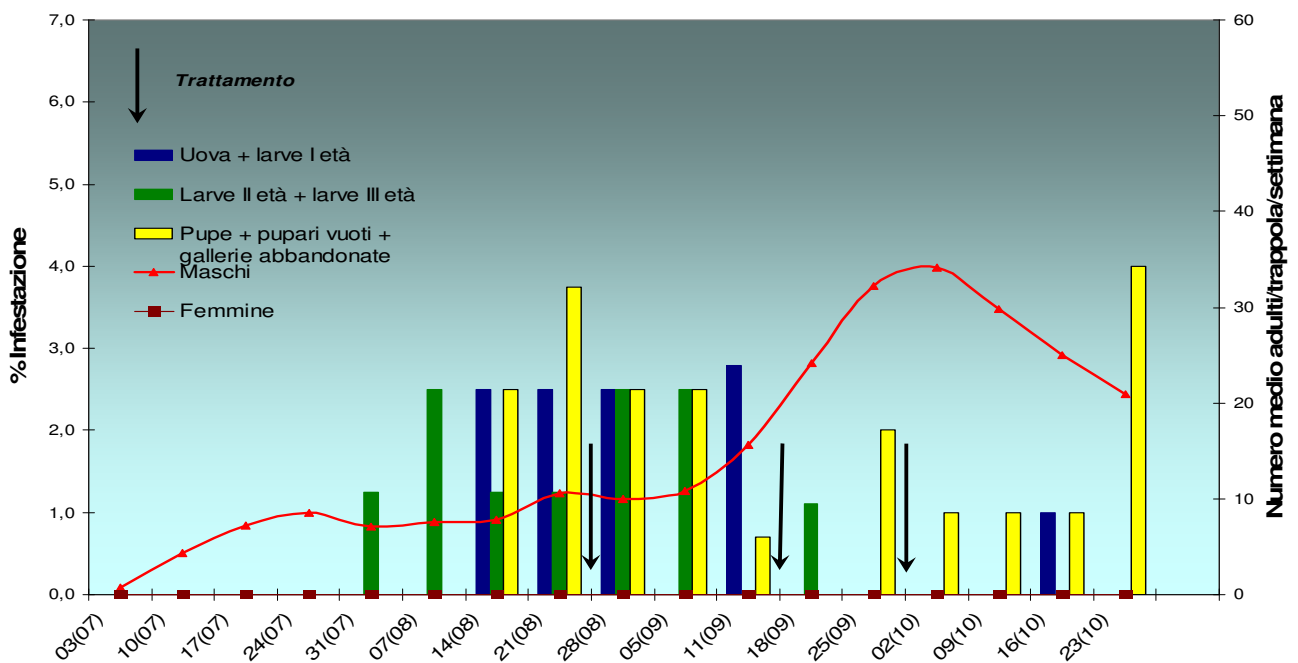
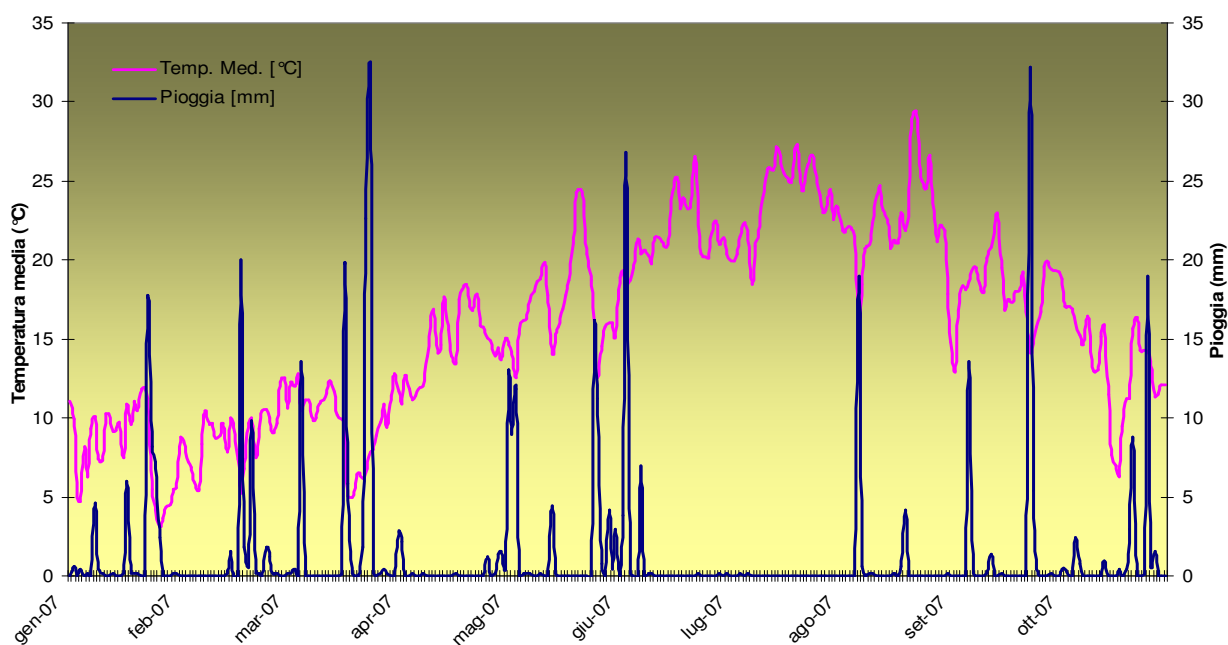
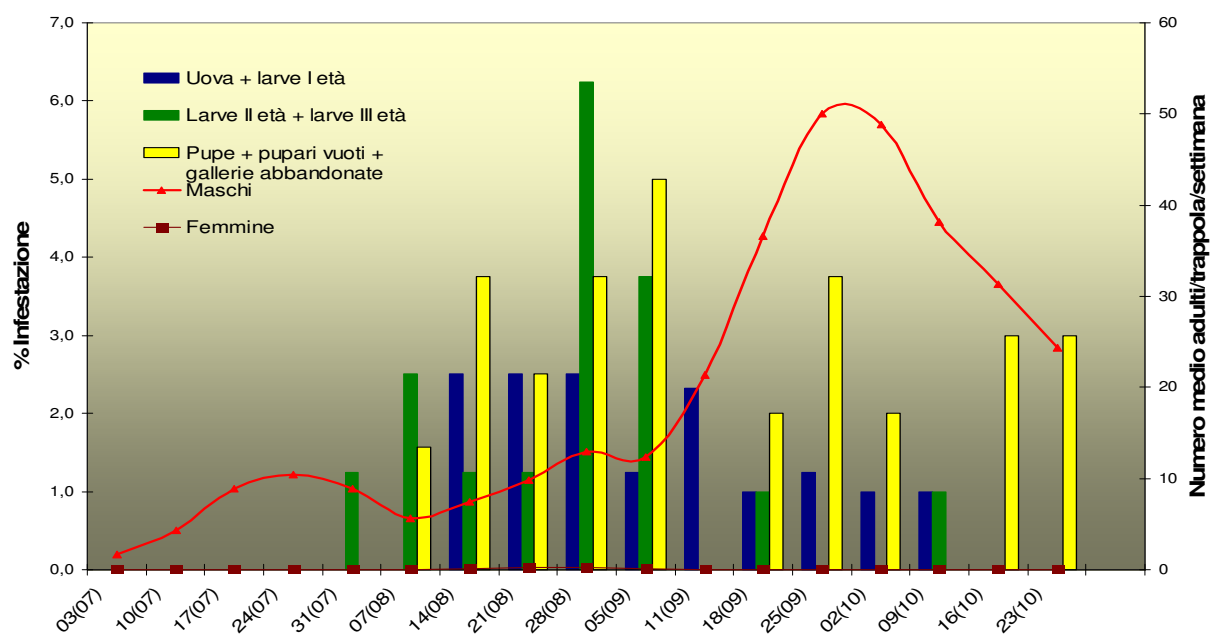


Fig. 35. Andamento medio dell'infestazione e delle catture dei maschi mediante trappole a feromone rilevate nella parcella trattata con Spinosad nell'oliveto di Cura di Vetralla nell'anno 2007 (i dati sono stati perequati con medie mobili a tre termini)



2.3.2.2 Andamento delle catture con trappole a feromone e analisi dell'infestazione (anno 2008)

Esaminando l'andamento delle catture nelle Figg. (38, 39, 40) si nota, fino alla seconda decade di settembre, una modesta entità delle catture a cui segue un progressivo aumento, fino a raggiungere il picco di 50 adulti/trappola nella parcella testimone, di poco superiore rispetto alle parcelle trattate (valori simili a quelli registrati l'anno precedente). L'andamento crescente delle catture è stato favorito dal verificarsi delle precipitazioni in settembre-ottobre.

Parimenti, anche l'infestazione degli stadi giovanili (uova + larve di prima età), il 23 settembre, ha subito un repentino incremento (sia per il trattato che per il controllo) in conseguenza delle piogge precedenti che, tra l'altro, hanno reso inefficaci i trattamenti del 16 settembre (Fig. 41).

Il picco dell'infestazione complessiva (di poco inferiore al 30%) si è verificato il 14/10/2008 nella parcella testimone; l'infestazione rilevata nelle parcelle trattate, dopo il 23 settembre, è risultata assai contenuta (max. 7%), il che dimostra l'efficacia dell'ultimo trattamento (7 ottobre).

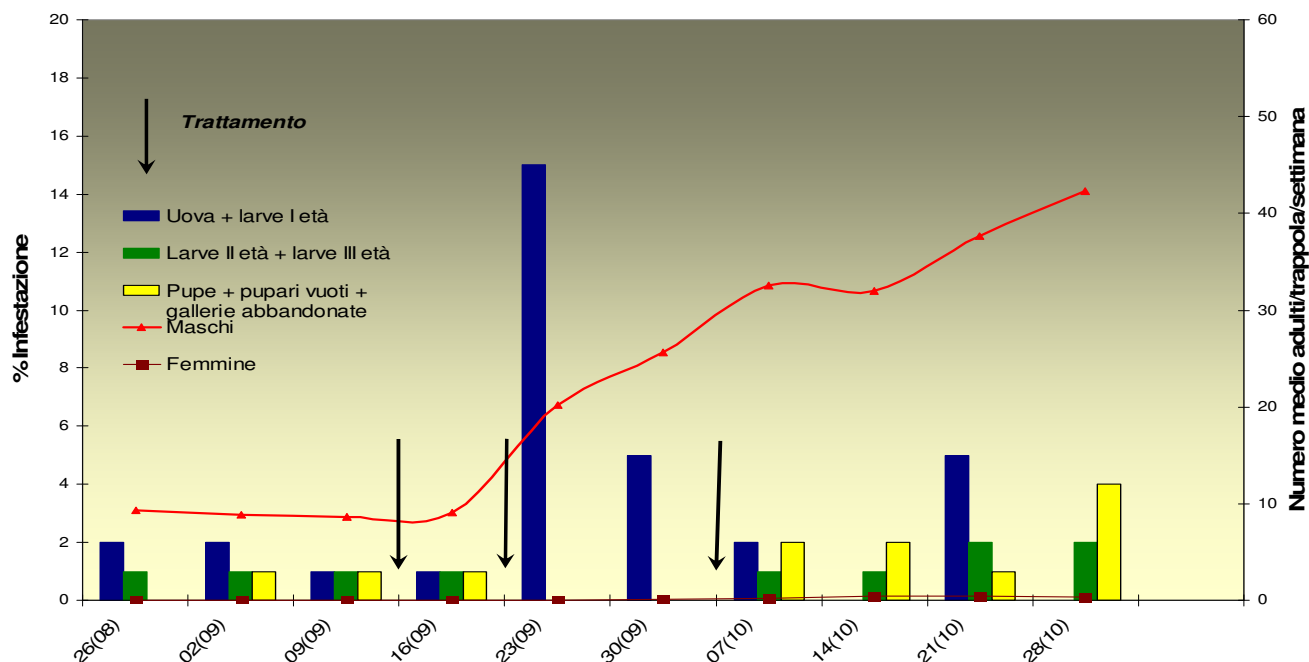


Fig. 38. Andamento medio dell'infestazione e delle catture dei maschi mediante trappole a feromone rilevate nella parcella trattata con ossicloruro di rame nell'oliveto di Cura di Vetralla nell'anno 2008 (i dati sono stati perequati con medie mobili a tre termini)

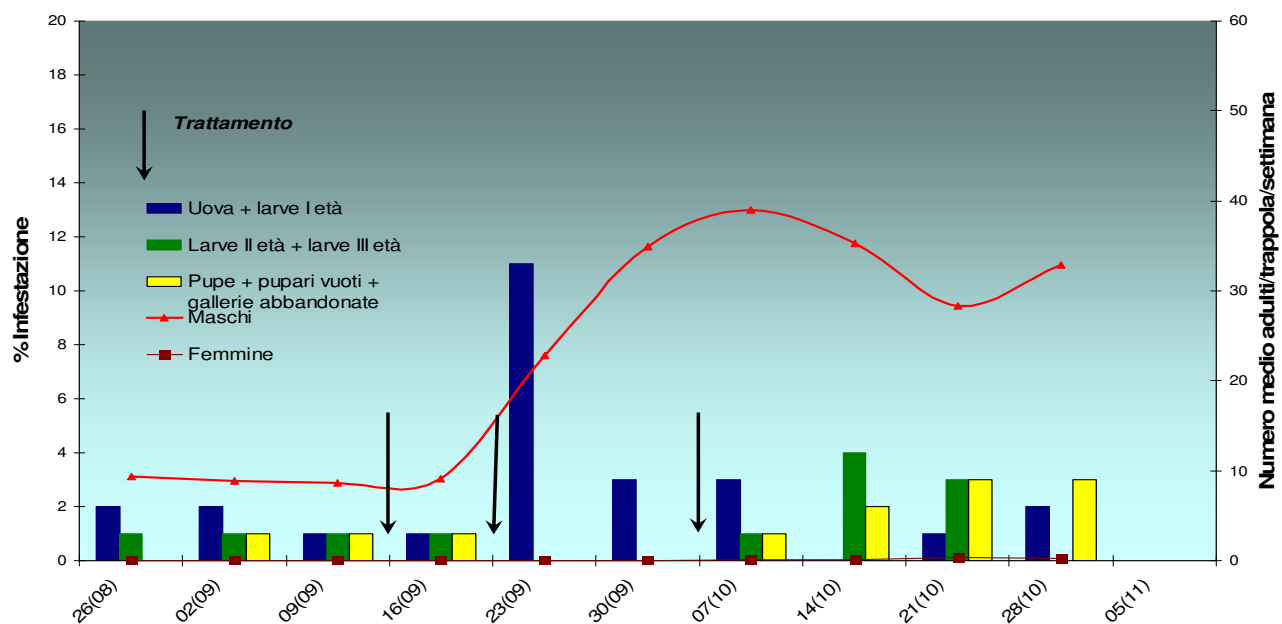


Fig. 39. Andamento medio dell'infestazione e delle catture dei maschi mediante trappole a feromone rilevate nella parcella trattata con Spinosad nell'oliveto di Cura di Vetralla nell'anno 2008 (i dati sono stati perequati con medie mobili a tre termini)

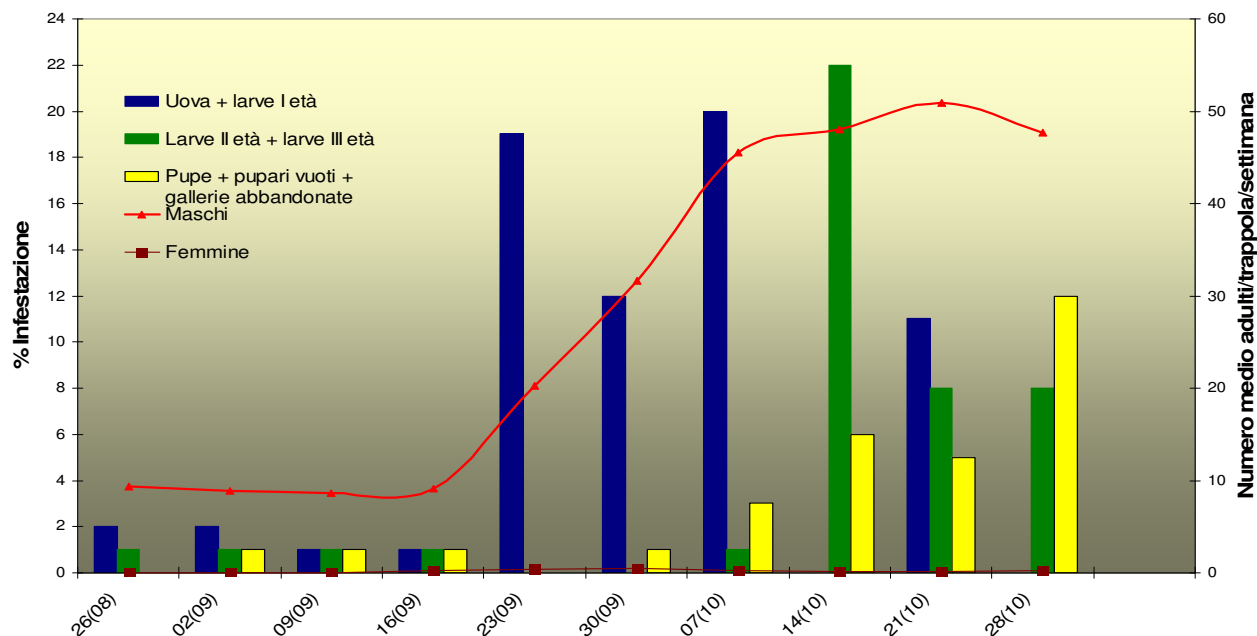


Fig. 40. Andamento medio dell'infestazione e delle catture di maschi mediante trappole a feromone rilevate nella parcella di controllo nell'oliveto di Cura di Vetralla nell'anno 2008 (i dati sono stati perequati con medie mobili a tre termini)

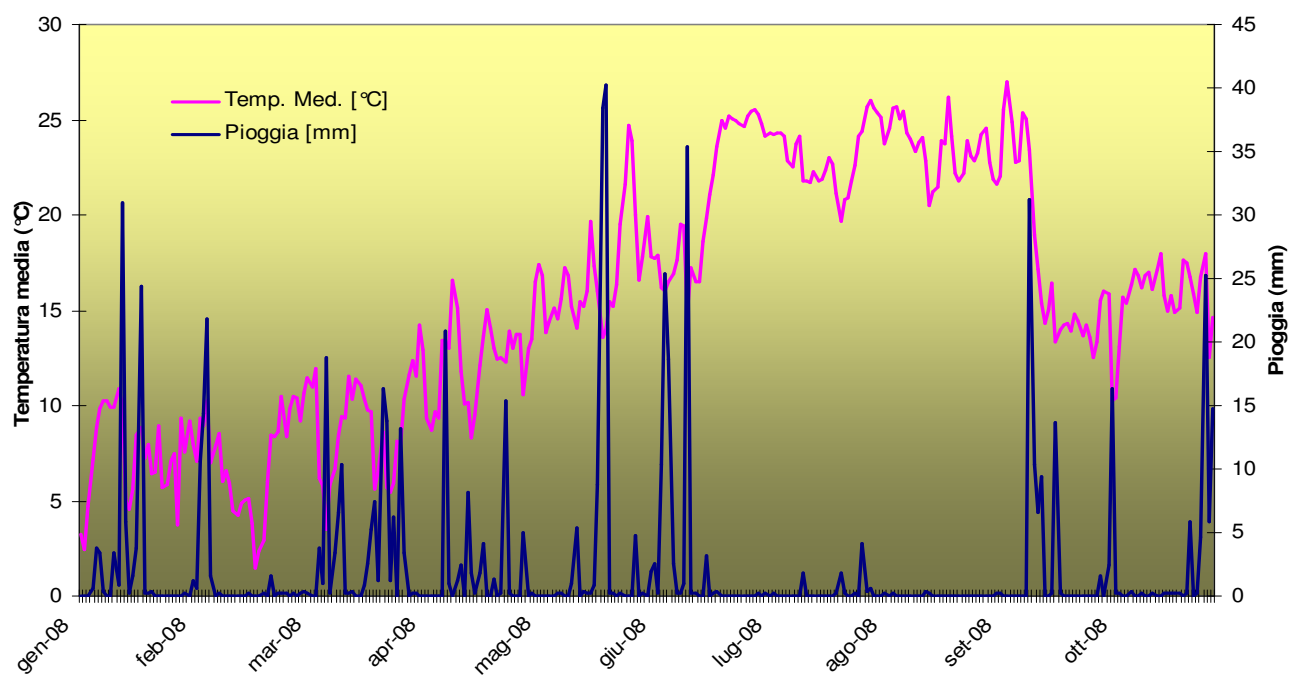


Fig. 41. Andamento della temperatura media e della piovosità giornaliera registrate nel periodo gennaio-ottobre 2008

3 CONCLUSIONI

Gli studi condotti nel triennio 2005/08 hanno permesso di mettere a punto un nuovo metodo continuo di allevamento degli adulti e degli stadi preimmaginali di *Bactrocera oleae*. La dieta per gli adulti, costituita da una soluzione di acqua e miele, è stata somministrata attraverso un particolare nutritore. Per quanto concerne l'allevamento delle larve, sono stati utilizzati frutti non trattati, precedentemente isolati con paglia e manicotti di tulle, ottenendo la disponibilità di olive sane ben oltre la maturazione fisiologica.

I frutti, raccolti ogni dieci giorni circa, trasferiti in ambiente controllato, sono risultati idonei sia per l'ovideposizione sia per il successivo sviluppo delle larve. Nel periodo compreso tra ottobre 2005 e gennaio 2007 sono state ottenute 13 generazioni. Tale metodo, in laboratorio, ha consentito di verificare l'effetto dell'ossicloruro di rame sulla deterrenza della femmina all'ovideposizione. Il fatto è attribuibile alla causticità tattile del rame nei confronti dei pulvilli del dittero. Tale risultato è tanto più marcato tanto minore è la densità di popolazione delle femmine ovigere. Per contro nella situazione di elevata densità di popolazione, le drupe trattate risultano infestate con la stessa intensità di quelle non trattate.

L'ossicloruro di rame non ha presentato effetti significativi nei confronti della mortalità dei differenti stadi di sviluppo della mosca.

Gli esperimenti effettuati in campo con ossicloruro di rame confermano, pienamente, i risultati acquisiti in ambiente termocondizionato, nel senso che sia l'entità delle catture che l'infestazione sono risultate inferiori nella parcella trattata rispetto a quella testimone. Anche le prove effettuate in campo con Spinosad hanno dimostrato una chiara efficacia di tale prodotto biologico nel contenere l'infestazione.

Trattandosi, tuttavia, in entrambe le annate (2007-08), di bassa entità di infestazione, rimane da verificare la loro efficacia nelle annate particolarmente favorevoli al tefritide.

4 BIBLIOGRAFIA

AVIDOV Z., ROSEN D., GERSON U., 1963 – A comparative study on the effects of aerial versus ground spraying of poisoned baits against the Mediterranean fruit fly on the natural enemies of scale insects in citrus groves – *Entomophaga*, 8: 205-212.

BALLATORI E., PUCCI C., RICCI C., 1980 – Relation entre l'infestation des olives et les captures d'adultes de *Dacus oleae* (Gmel.) par piège chromotropique – *Redia*, 63: 417-439.

BELCARI A., BOBBIO E., 1999 – L'impiego del rame nel controllo della mosca delle olive, *Bactrocera oleae* – *Informatore Fitopatologico*, 12: 52-55.

BELCARI A., SACCHETTI P., MARCHI G., SURICO G., 2003 – La mosca delle olive e la simbiosi batterica – *Informatore Fitopatologico*, 9: 55-59.

BERTONI A., 2006 – Applicazioni GIS nella difesa fitosanitaria in olivicoltura – Elaborato finale Università degli studi della Tuscia AA 2005-2006.

BROUMAS T., SOULTANOPOULOS C., LAUDEHO Y., 1977 – Incidences des traitements insecticides sur l'entomofaune de l'olivieraie grecque. I premiers résultats enregistrés à l'aide de pièges à eau de couleur jaune – *Rev. Zool. Agric. Path. Veg.*, 76: 7-14.

CAPUZZO C., FERRAO G., MAZZON L., SQUARTINI A., GIROLAMI V., 2006 – *Candidatus Erwinia dacicola*, ecoevolvet symbiotic bacterium of the olive fly *Bactrocera oleae* (Gmel) – *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 55: 1641-1647.

CASTORO V., PUCCI C., 1996 – Applicazione di un modello statistico di previsione della gravità dell'infestazione di *Bactrocera oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) nell'ambiente olivicolo materano: esperienze condotte nel biennio 1994-1995 – Atti “Giornate Fitopatologiche”, Numana (AN) 22-24, 1: 505-512.

CHESI F., QUAGLIA F., 1982 – Ricerche sulle metodologie di campionamento per la valutazione dell'infestazione dacica. Confronto delle varianze in un campione ampio ed in uno ridotto. Studi preliminari in due anni di sperimentazione condotti ad Asciano (1980-1981) – Frustula Entomologica, 5: 111-116.

CIRRITO V., GENDUSO P., 1990 – Confronto tra catture di adulti di *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) – Atti del Convegno “IOBC Fruit Fly Open Meeting, Working Group on Fruit Flies of Economic Importance”, Sassari, 26-27 novembre 1990.

CROVETTI A., LOI G., QUAGLIA F., BELCARI A., 1982 – Durata dello sviluppo dell'uovo di *Dacus oleae* (Gmel.) – Frustula Entomologica, 4: 83-91.

D'ELIA A., 1999 – Il rame: tradizione e novità nella difesa ecocompatibile delle colture – Nuovi mezzi di difesa ecocompatibili per la produzione integrata e biologica. Convegno ARSIA, Capannori (LU), 16 febbraio 1999.

DELRIO G., 1982 – Le esche avvelenate nella lotta al *Dacus oleae* (Gmel.) – Frustula Entomologica, 4 (17): 277-295.

DREW R.A.I., LLOYD A.C., 1989 – Bacteria associated with Fruit Flies and their Host Plants – Robinson A.S. and Hooper G. (eds): “Fruit Flies their Biology, Natural Enemies and Control” – World Crop Pests, Elsevier, Amsterdam, 3 A, 131-140.

FILO DELLA TORRE R., 2006 – Aumentano i consumi cresce il rischio di frodi – Olivo e olio, 5: 4.

IANNOTTA N., PERRI I., 1990 – Andamento del rapporto catture/infestazione nello studio del *Dacus oleae* (Gmel.) in ambienti olivicoli calabresi – Atti del Convegno “IOBC Fruit Fly Open Meeting, Working Group on Fruit Flies of Economic Importance” – Sassari, 26-27 novembre 1990.

LOI G., BELCARI A., MALFATTI P., 1982 – Studi per l’applicazione di metodologie statistiche computerizzate in olivicoltura. Predisposizione di un piano sperimentale per la individuazione di soglie economiche d’intervento contro il *Dacus oleae* (Gmel.). Primo esame dei dati relativi al 1980 – Frustula Entomologica, 5 (4): 223-246.

LUCCHESI E., 1954 – Contributo alla conoscenza della biologia della mosca delle olive *Dacus oleae* (Gmel.) – Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, 10: 3-45.

OLIVA F., 2006 – Prezzi sull’ottovolante tra picchi e speculazioni – Olivo e olio (11-12) 6.

MAZZINI M., VITA G., 1981 – Identificazione submicroscopica del meccanismo di trasmissione del batterio simbionte in *Dacus oleae*. Redia 64: 277-301.

PANNELLI G., 2005 – Olivicoltura italiana e mondiale a confronto – Olivo e olio (7-8) 4.

PARLATI M.V., IANNOTTA N., 1993 – La qualità dell’olio in rapporto alla difesa da *Bactrocera oleae* (Gmel.) – Atti del Convegno “Tecniche, norme e qualità in olivicoltura”. Potenza, 15-17 dicembre 1993: 445-458.

PUCCI C., 1991 – Applicazione della tecnica dell'analisi canonica nella previsione dell'infestazione dacica – Atti del Convegno “Lotta integrata in olivicoltura” M.A.F. Firenze, 21 novembre 1991: 49-61.

PUCCI C., BALLATORI E., FORCINA A., 1979 – Soglia economica d'intervento per trattamenti diretti contro gli stadi preimmaginali del *Dacus oleae* (Gmel.) – Notiziario sulle Malattie delle Piante, 100 (26): 121-161.

PUCCI C., COPPI R., PAPARATTI B., DI CIACCIO A., 1990 – Relationship between infestation of olives and capturing of *Dacus oleae* (Gmel.) female (Diptera: Tephritidae) by means of chromotropic traps – Atti del Convegno “IOBC Fruit Fly Open Meeting, Working Group on Fruit Flies of Economic Importance”, Sassari, 26-27 novembre 1990.

PUCCI C., FORCINA A., 1982 – Dinamica di popolazione degli stadi preimmaginali del *Dacus oleae* (Gmel.) nelle drupe – Frustula Entomologica, 4: 3-41.

PUCCI C., FORCINA A., SALMISTRARO D., 1982 – Incidenza della temperatura sulla mortalità degli stadi preimmaginali, sull'impupamento all'interno delle drupe e sull'attività dei parassiti del *Dacus oleae* (Gmel.) – Frustula Entomologica, 4: 143-155.

RICCI C., BALLATORI E., 1981 – Dinamica di popolazione degli adulti di *Dacus oleae* (Gmel.) – Frustula Entomologica, 4: 45-75.

RICCI C., PUCCI C., BALLATORI E., FORCINA A., 1979 – Alcuni aspetti della dinamica delle popolazioni di adulti di *Dacus oleae* (Gmel.) e analisi della relazione tra infestazione e catture con cartelle cromotropiche – Notiziario sulle Malattie delle Piante, 100: 261-282.

ROSEN D., 1967 – Biological and integrated control of citrus pests in Israel – J. Econ. Ent., 60: 1422-1427.

SPANEDDA A.F., PUCCI C., 2004 – Performance comparison between two forecasting models of infestation caused by olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Rossi). POMOLOGIA CROATICA, 12: 193-202.

TSITSIPIS J.A., 1977 – Larval diets for *Dacus oleae*. The effect of inert materials cellulose and agar – Ent. exp. & appl., 22: 227-235.

VALLI R., 2002 – Olivo, Arboricoltura generale e speciale – Calderini Edagricole, 6: 369-405.

ZUZIC I., NATALI V., PUCCI C., 1993 – Prove di controllo della *Bactrocera oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) mediante l'impiego di esche proteiche avvelenate nell'ambiente olivicolo istriano (Croazia) nel biennio 1988–89 – Atti del Convegno “Tecniche, norme e qualità in olivicoltura”, Potenza 15-17 dicembre 1993: 823-837.