



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA ANIMALI
ALIMENTI RISORSE NATURALI E AMBIENTE (DAFNAE)**

Tesi di laurea magistrale in Scienze e Tecnologie Agrarie

**Efficacia di prodotti alternativi agli insetticidi di sintesi per
il controllo di *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera, Tephritidae)**

Evaluation of products allowed in organic agriculture to control *Bactrocera oleae*
(Rossi) (Diptera, Tephritidae)

Relatore: Prof. Luca Mazzon

Correlatore: Dott. Corrado Perin

Laureando:

ALESSANDRO FERRARI

Matricola n. 1209700

Anno Accademico 2019- 2020

SOMMARIO

RIASSUNTO	pag. 6
ABSTRACT	pag. 7
1. INTRODUZIONE	pag. 8
1.1 Olivicoltura mondiale, comunitaria e nazionale	pag. 8
1.1.1 Situazione attuale dell'olivicoltura nazionale	pag. 10
1.1.2 Olivicoltura nel Nord Ovest Italia	pag. 11
1.2 La mosca dell'olivo (<i>Bactrocera oleae</i> Rossi, 1790)	pag. 11
1.2.1 Classificazione	pag. 11
1.2.2 Danno e diffusione	pag. 12
1.2.3 Morfologia e ciclo biologico	pag. 13
1.3 Lotta	pag. 15
1.3.1 Lotta tradizionale	pag. 15
1.3.2 Lotta biologica	pag. 17
1.3.3 Alternative alla lotta chimica tradizionale e nuove prospettive	pag. 18
1.4 Scopo del lavoro	pag. 20
2. MATERIALI E METODI	pag. 21
2.1 Sito di studio	pag. 21
2.2 Prodotti impiegati e loro distribuzione	pag. 22
2.3 Disegno sperimentale.	pag. 28
2.4 Monitoraggio e campionamento	pag. 29
2.5 Analisi statistica	pag. 30
3. RISULTATI E DISCUSSIONE	pag. 32
3.1 Monitoraggio	pag. 32
3.2 Infestazione viva, morta e totale	pag. 33
3.2.1 Effetto del trattamento sull'infestazione viva	pag. 34
3.2.2 Effetto del trattamento sull'infestazione morta	pag. 35

3.2.3 Effetto del trattamento sull'infestazione totale	pag. 37
3.3 Effetto del trattamento sulle punture di <i>Halyomorpha halys</i>	pag. 40
4. CONCLUSIONI	pag. 42
5. BIBLIOGRAFIA	pag. 43
6. APPENDICE	pag. 49

RIASSUNTO

La mosca dell'olivo (*Bactrocera oleae* Rossi) è un dittero appartenente alla famiglia Tephritidae. È una specie monofaga polivoltina che si accresce a carico delle drupe di alcune specie attinenti al genere *Olea* e, nello specifico di *Olea europea* L. Infatti, *B. oleae* si può considerare l'insetto chiave dell'olivo, arrecando i maggiori danni economici alle coltivazioni olivicole all'interno del bacino del Mediterraneo sia a livello di perdita di produzione, sia a causa della minor qualità dell'olio che si ottiene dalle olive colpite.

In questo studio si sono voluti testare diversi prodotti allo scopo di contrastare l'infestazione della mosca dell'olivo, trovando così le migliori alternative al metodo convenzionale, il quale, con la messa al bando del Dimetoato, trova sempre maggiori restrizioni in un'ottica di lotta sostenibile e di salvaguardia dell'ambiente, come della tutela della salute umana. Le indagini si sono svolte nel periodo di luglio-ottobre 2020 all'interno di un oliveto sito ad Arquà Petrarca (PD).

Quindi in questa tesi verrà messa a confronto l'efficacia di diversi prodotti come strumenti di lotta a *B. oleae*, privilegiando l'uso di sostanze alternative al chimico, ma impiegando anche qualche soluzione consentita nella lotta convenzionale, per garantire un buon livello di confronto. Le sostanze impiegate nei trattamenti comprendono 5 prodotti biologici (propoli, distillato di legno, acque di vegetazione, zeolite e *Beauveria bassiana*), e 4 prodotti convenzionali (dodina, ossicloruro di rame, Acetamiprid e Deltametrina). Pertanto si sono messe a confronto sostanze che esplicano diversi meccanismi allo scopo di mettere alla prova la loro efficacia in campo: l'effetto repellente del distillato di legno, quello di deterrente dell'ovideposizione da parte delle acque di vegetazione; l'azione insetticida dei prodotti convenzionali e del fungo entomopatogeno *Beauveria bassiana*, prodotti in grado di influire sul batterio simbiote della mosca, tra i quali ossicloruro di rame e propoli e l'effetto coprente della zeolite, unito alla sua azione anti-ovideponente e repellente.

I risultati hanno evidenziato che il grado di infestazione totale di *B. oleae* all'interno dell'oliveto è influenzato dai trattamenti svolti con zeolite, con Acetamiprid e Deltametrina, e con rame e dodina. In particolare, zeolite si è dimostrato essere il prodotto più efficace nei confronti dell'infestazione totale, con un effetto altamente significativo considerando l'ultimo campionamento, svolto ad ottobre; rame e dodina hanno raggiunto un risultato significativamente apprezzabile considerando un periodo di raccolta più ampio, da luglio ad ottobre, sia nei confronti dell'infestazione viva sia di quella totale. Quest'ultimo trattamento ha dimostrato la sua efficacia in modo particolare contro l'infestazione viva all'interno dell'ultimo campionamento, un risultato molto interessante, considerando che dodina non è un prodotto registrato per la lotta contro *B. oleae*, pur essendo compresa tra le sostanze consentite nella difesa dell'olivo.

ABSTRACT

The olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Rossi) is a dipterous belonging to the Tephritidae family. It's a monophagous polyvoltine species which grows on the drupes of some species belonging to the genus *Olea* and, specifically, *Olea europaea* L. In fact, *B. oleae* can be considered the key insect of the olive tree, causing the greatest economic damage to olive crops within the Mediterranean basin both in terms of loss of production and because of the lower quality of the oil obtained from the affected olives.

In this study we wanted to test different products in order to control the infestation of the olive fly, thus finding the best alternatives to the conventional method, which, with the banning of Dimethoate, finds more and more restrictions in a sustainable fight and environmental protection, as well as the protection of human health. The investigations were carried out in the period July-October 2020 inside an olive grove in Arquà Petrarca (PD).

So in this thesis will be compared the effectiveness of different products as tools to fight *B. oleae*, favoring the use of alternative substances to chemicals, but also using some solutions allowed in the conventional fight, to ensure a good level of comparison.

The substances used in the treatments include 5 biological products (propolis, wood distillate, vegetation water, zeolite and *Beauveria bassiana*), and 4 conventional products (dodine, copper oxychloride, Acetamiprid and Deltamethrin). Therefore, substances with different mechanisms have been compared in order to test their effectiveness in the field: the repellent effect of wood distillate, that of deterring ovideposition by vegetation water; the insecticidal action of conventional products and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, products able to affect the fly symbiont bacterium, including copper oxychloride and propolis and the covering effect of zeolite, combined with its anti-ovideponent and repellent action.

The results showed that the degree of total infestation of *B. oleae* inside the olive grove is influenced by the treatments carried out with zeolite, with Acetamiprid and Deltamethrin and with copper and dodine. In particular, zeolite has proved to be the most effective product against total infestation, with a highly significant effect considering the last sampling, carried out in October; while copper and dodine have reached a significantly appreciable result considering a longer harvesting period, from July to October, both against live and total infestation. This last treatment has shown its effectiveness in particular against live infestation in the last sampling, a very interesting result, considering that dodine is not a registered product for the fight against *B. oleae*, although it is among the substances allowed in the defense of the olive tree.

1. INTRODUZIONE

1.1 Olivicoltura mondiale, comunitaria e nazionale

L'olivicoltura è praticata principalmente nei Paesi che circondano il bacino del Mediterraneo e tra questi spiccano Spagna, Italia e Grecia, che insieme producono all'incirca il 60% del quantitativo mondiale di olio d'oliva e il 30% delle olive da tavola (ISMEA, settembre 2018). In particolare Spagna e Italia sono i Paesi che rappresentano la quasi totalità delle esportazioni mondiali: la Spagna costituisce il 60% delle esportazioni, mentre l'Italia il 20% (ISMEA, gennaio 2019). Ne deriva che l'Unione Europea detiene il primato mondiale nell'estrazione dell'olio d'oliva e nella produzione di olive da tavola.

Per quanto riguarda la sola produzione di olio d'oliva, seguono con quantitativi considerevoli Tunisia, Turchia, Marocco, Siria e Algeria (Tab. 1.1, COI novembre 2018). Meno netta è la differenza di produzione di olive da tavola tra l'Unione Europea e gli altri Paesi: in particolare Egitto, Turchia e Algeria rispettivamente, seguiti a maggior distanza da Marocco, Argentina e Siria (COI novembre 2018).

PAESE	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018
UE	994,0	1.940,5	2.209,0	2.324,0	1.752,0	2.186,0	2.219,0
Tunisia	175,0	130,0	120,0	140,0	100,0	280,0	120,0
Turchia	80,0	175,0	160,0	150,0	178,0	263,0	183,0
Marocco	36,0	35,0	130,0	130,0	110,0	140,0	200,0
Siria	83,0	165,0	180,0	110,0	110,0	100,0	100,0
Algeria	6,0	26,5	67,0	82,0	63,0	82,5	76,5
Altri Paesi	79,0	93,5	209,0	240,5	248,5	262,5	232,5
TOT	1.453,0	2.565,5	3.075,0	3.176,5	2.561,5	3.314,0	3.131,0

Tabella 1.1 Principali Paesi produttori di olio d'oliva a livello mondiale con evoluzione della produzione (x 1000 ton) nel periodo 1990-2018.

Tra tutti i Paesi dell'UE e del mondo intero, l'Italia è al secondo posto nella produzione dell'olio d'oliva, con un grande vantaggio da parte della Spagna e con un piccolo distacco sulla Grecia.

L'unico altro Paese produttore degno di nota è il Portogallo, mentre tutti gli altri stati comunitari insieme non raggiungono il mezzo punto percentuale del quantitativo mondiale di olio prodotto annualmente (Tab. 1.2, COI novembre 2018). La produzione italiana copre mediamente il 15% di quella mondiale (a fronte del 45% in media della Spagna). Anche sul fronte dell'import, il mercato è condizionato da pochi grandi clienti, primo tra tutti l'Italia, con un terzo del totale, seguita dagli Stati Uniti (ISMEA, gennaio 2019). L'Italia è quindi il primo Paese a livello planetario come maggior importatore, ma anche come consumatore (ISMEA, settembre 2018). L'Italia importa in prevalenza dall'UE, mentre le importazioni extracomunitarie arrivano prevalentemente dalla Tunisia. L'export è in prevalenza rivolto a Paesi terzi: gli Stati Uniti infatti rappresentano il 30% sia in volume che in valore (ISMEA, gennaio 2019).

PAESE	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018
Spagna	639,4	973,7	1.391,9	1.403,3	1.290,6	1.260,1	1.598,9
Italia	163,3	509,0	440,0	474,6	182,3	428,9	265,0
Grecia	170,0	430,0	301,0	320,0	195,0	346,0	225,0
Portogallo	20,0	24,6	62,9	109,1	69,4	134,8	115,0
Altri Paesi	1,0	3,2	13,3	17,4	14,7	16,2	15,1
TOT UE	993,7	1.940,5	2.209,1	2.324,4	1.752,0	2.186,0	2.219,0
TOT	1.453,0	2.565,5	3.075,0	3.176,5	2.561,5	3.314,0	3131

Tabella 1.2 Principali Paesi produttori di olio d'oliva (x 1000 ton) a livello europeo, evoluzione 1990-2018 (COI)

Dal 2009 la domanda mondiale dell'olio d'oliva è cresciuta in modo lento ma costante fino al 2012, con una media dell'1% all'anno. Da quel momento in poi il consumo mondiale è calato, attestandosi al di sotto dei 3 milioni di tonnellate fino al 2017.

Le dinamiche internazionali rilevano ampi margini di miglioramento per quanto riguarda i consumi nel Nord America, specialmente negli Stati Uniti, dove cresce la produzione dell'olio californiano, sempre più apprezzato nel mercato interno. Il Sud America è un'area in forte espansione sia dal punto di vista della produzione, sia del consumo. Questo si nota soprattutto in Argentina, che sta incrementando le proprie esportazioni negli Stati Uniti con una produzione passata da 13 mila tonnellate prodotte a 20 mila in pochi anni; e in Cile. L'area Magrebina si afferma sempre più come bacino produttivo, in particolare la Tunisia che è il secondo Paese al mondo per superficie ad olivo

e sta investendo molto sulla modernizzazione e sviluppo del settore. La Tunisia è inoltre il principale fornitore dell'UE. L'Asia è considerata un mercato emergente, con Paesi promettenti come Giappone, Cina e India. L'Australia ha incrementato la propria produzione, passata da 5 mila tonnellate a 13 mila (ISMEA, gennaio 2019).

1.1.1 Situazione attuale dell'olivicoltura nazionale

A livello nazionale, la Puglia da sola immette sul mercato più della metà dell'olio d'oliva italiano (51,9%, valore medio delle ultime 4 campagne), seguita da Calabria (13,6%) e Sicilia (11,0%). La somma dei volumi di Lazio, Toscana, Campania e Abruzzo raggiunge il 15,0%; il restante 8,5% se lo spartiscono le altre regioni, esclusa la Valle d'Aosta, la quale non possiede alcun nucleo oleicolo. Tuttavia nel settore produttivo nazionale solo il 37% delle 825mila aziende olivicole sono in grado di sostenere il mercato, nonostante un patrimonio di più di 350 diverse cultivar. Ancora, del 37% delle aziende sopra citate, l'11% ha un potenziale competitivo alto mentre il restante 26% rappresenta la parte di aziende "potenzialmente" competitive. La produzione italiana dell'olio d'oliva, che si è mantenuta costante con media di circa 520mila tonnellate negli anni 2009-2012; dal 2013 al 2018 si è avuta una produzione alternante da un massimo di 475mila tonnellate del 2015 al minimo di 175mila tonnellate stimate del 2018. Da questi dati possiamo delineare le variabili del settore, ovvero una produzione tendenzialmente in calo e molto variabile, l'insufficienza produttiva italiana rispetto al consumo e, quindi, l'importazione superiore all'esportazione con saldo strutturalmente negativo (ISMEA, giugno 2019).

Il 2018 si può considerare come una delle peggiori annate di sempre ha riguardato l'olivicoltura nazionale, con una produzione di olio di oliva stimata a 175 mila tonnellate, più che dimezzata rispetto al 2017(-59%). In particolare sono state le regioni del Mezzogiorno ad accusare le perdite maggiori, con la Puglia, colpita da una flessione stimata attorno al 65%, a causa delle gelate e dei problemi fitosanitari che hanno colpito gli uliveti, fenomeni che si sono presentati con flessioni produttive che vanno oltre la fisiologica alternanza, a causa della frequenza con cui si manifestano eventi meteorologici avversi.

A livello internazionale, comunque, resta alta la pressione determinata dal mercato spagnolo che, di contro, può contare su una campagna produttiva abbondante. Secondo le ultime stime, la produzione iberica supera 1,7 milioni di tonnellate (38%) sul 2017, determinando su base tendenziale una flessione dei listini spagnoli e condizionando anche il mercato greco e tunisino, dove invece la produzione è prevista in forte calo di oltre il 30% (ISMEA.it, 2019).

1.1.2 Olivicoltura nel Nord Ovest Italia

Nonostante il territorio sia molto più a nord rispetto a quello riconosciuto ideale per la produzione dell'olio, in Veneto è antica la tradizione olivicola grazie al microclima del Garda e ai fertili terreni di origine morenica. L'origine dell'olivicoltura risale all'epoca pre-romana, come testimoniato dalle vestigia ritrovate sulle sponde del Benaco (VR). Basti pensare che nel Cinquecento la Serenissima considerava appunto il Benaco centro di produzione dell'olio per tutta l'alta Italia. Il Nord Ovest comprende un'estensione di oltre 5000 ettari investiti a oliveto, in cui la provincia di Verona, con circa 4400 ettari, rappresenta la zona più produttiva. In Veneto, l'alta qualità dell'olio è attestata da due riconosciuti disciplinati di produzione (DOP, Denominazione di Origine Protetta):

- DOP Garda, accompagnata dalla menzione geografica Orientale (ribattezzata anche Riviera degli Ulivi), dove prevalgono le cultivar Casaliva e Drizzar e poi Grignan, Lezzo, Favarol, Rosanna, Fort e Pendolino;
- DOP Veneto, con le sottozone Del Grappa, Berici, Euganei e Valpolicella, rispettivamente nelle province di Vicenza, Padova e Verona. Le varietà principali sono: Casaliva, Frantoio, Leccino, Grignan, Favarol, Raza, Trapp, Less e Fort.

In Friuli Venezia Giulia la produzione è superiore alle 80 tonnellate di olio, una nicchia di qualità per l'eccellenza dell'extravergine prodotto, attestato da una DOP, Tergeste, che tutela l'olio extravergine di oliva prodotto nel territorio giuliano Bianchera, il quale rappresenta più del 50% delle piante nell'area triestina, insieme a Leccio del Corno, Buka, Carbona, Gentile di Rosazzo, oltre a varietà del Centro Italia come Leccino, Frantoio, Moraiolo e Pendolino (Fabbri, 2006). In Trentino siamo in presenza di un'olivicoltura di eccellenza, ma frammentata e condotta in prevalenza come attività professionale secondaria.

1.2 La mosca dell'olivo (*Bactrocera oleae* Rossi, 1790)

1.2.1 Classificazione

Classe	Insecta
Ordine	Diptera
Famiglia	Tephritidae
Genere	<i>Bactrocera</i>
Specie	<i>Bactrocera oleae</i> Rossi, 1790

Tabella 1.3 Classificazione della mosca dell'olivo (Fonte: M. Ferrari et. al., 2006)

1.2.2 Danno e diffusione

Bactrocera oleae (Tab. 1.3) è un pericoloso fitofago presente in tutti gli oliveti italiani. Prendendo in esame tutti i danni, sia diretti che indiretti, di cui è responsabile, costituisce la principale avversità per l'olivicoltura di tutto il mondo. I danni diretti sono causati a partire dalle larve di II età, mentre le larve di I età non portano a danni significativi sulla resa delle olive da olio; tuttavia nelle olive da mensa queste estendono il danno anche alle punture sterili, deprezzando le drupe fino allo scarto della linea di produzione. Nelle olive da olio il danno è causato dall'attività trofica delle larve di II età, ma specialmente di III età, le quali scavano gallerie nella polpa sottraendo una porzione importante che si traduce poi in una minore resa in olio (Fig. 1.1b). I danni indiretti si ripercuotono sulla qualità dell'olio estratto da olive con un'elevata percentuale di danno da parte di larve di III età. In questo caso le drupe attaccate presentano un'elevata acidità (espressa in acido oleico, dal 2% al 10% secondo la percentuale d'infestazione) e una minore conservabilità a causa del maggior contenuto in perossidi. A questo segue un deprezzamento più o meno grave dovuto allo sviluppo di muffe sui fori d'uscita (Fig. 1.1c), in particolare se le drupe sono raccolte da terra o stoccate per più giorni prima dell'operazione di molitura.

Il suo centro d'origine è ancor oggi oggetto di dibattito; non si discute invece, sul fatto che *B. oleae* sia diffusa in qualunque area olivicola del pianeta. La mosca dell'olivo è attualmente limitata dalle alte temperature nella parte meridionale d'Italia e dal freddo nelle zone settentrionali (Gutierrez A. P. et al., 2009). Si prevede che il riscaldamento climatico aumenterà la diffusione della mosca dell'olivo verso nord e nelle zone costiere, ma la diminuirà nelle zone meridionali. In Italia, si prevede che l'area di diffusione della mosca dell'olivo aumenterà nelle zone fredde attualmente sfavorevoli, nelle zone appenniniche dell'Italia centrale e nella Pianura Padana a nord. Sommarariamente, il riscaldamento climatico aumenterà l'areale della mosca dell'olivo verso nord in gran parte dell'Italia (Gutierrez A. P. et al., 2009).

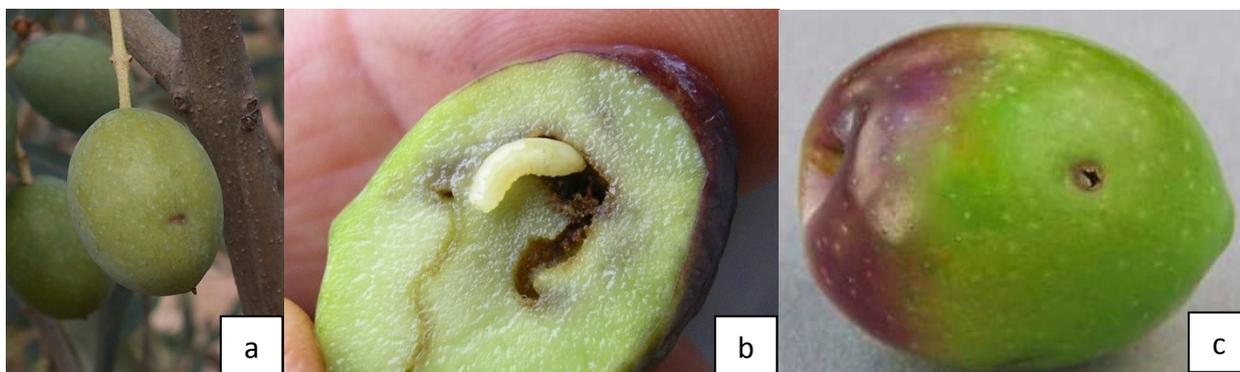


Fig. 1.1 Rappresentazione del danno di *B. oleae* sull'oliva: a) puntura di ovideposizione; b) galleria scavata dalla larva all'interno del frutto; c) foro d'uscita. Fonti: a) Giancarlo Dessì, Istituto Professionale Statale per l'Agricoltura e

l'Ambiente "Cettolini" di Cagliari b) <https://www.iltrigno.net/notizie/comunicati-stampa/2557/mosca-delloливо-olivieri-interventi-urgenti>; c) <http://www.oliomezzabarba.it/mosca-olearia-2016/>.

1.2.3 Morfologia e ciclo biologico

L'adulto (circa 5 mm di lunghezza) ha le sembianze di una piccola mosca, presenta un colore di fondo bruno-dorato, la colorazione del capo è variabile con tonalità che vanno dal giallo al rosso fino al marrone (Venturi e Ruffo, 1997), gli occhi verdi con riflessi metallici; il torace è color cenere, striato di nero e lo scutello è giallo (Fig 1.2). Presenta un'apertura alare di 10-12 mm, le ali sono trasparenti con riflessi iridescenti (Tremblay E., 2005); l'addome presenta maculature nere, di forma striata specie nella femmina. L'uovo è di colore bianco opaco, liscio e fusiforme, lungo 0,7-1 mm e largo 0,12-0,18 mm (Tremblay E., 2005). La larva (circa 6-7 mm di lunghezza) è apoda, di colore bianco-giallognolo e si presenta più sottile verso l'estremità cefalica; sono ben evidenti le due mandibole nere, ad uncino, che sporgono dal capo (Tremblay E., 2005). La pupa è lunga dai 3,5 ai 4,5 mm, di forma cilindroide leggermente ristretta all'apice e presenta una lieve solcatura trasversale di segmentazione (Tremblay E., 2005).

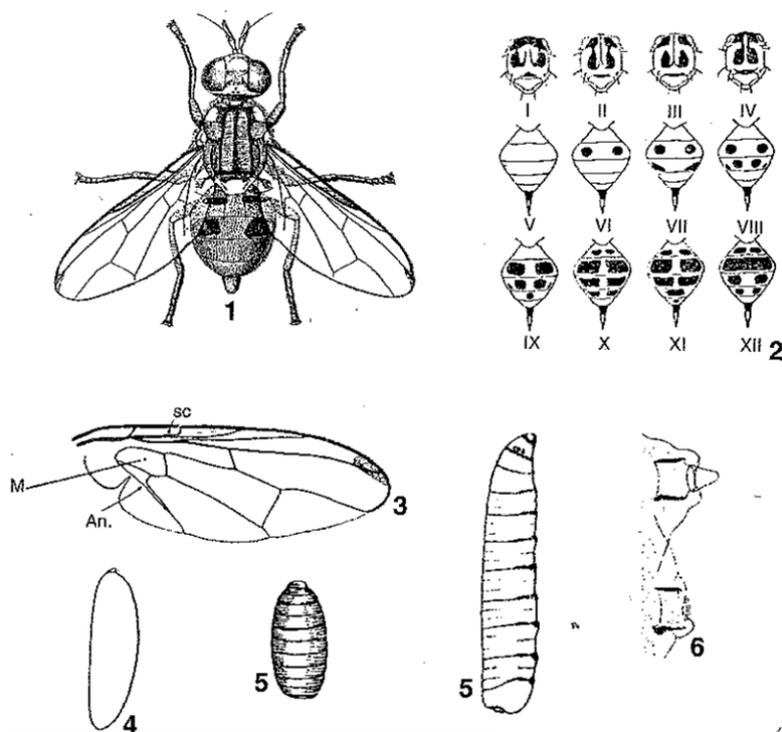


Fig. 1.2 *Bactrocera oleae*, tratto da Tremblay E., *Entomologia applicata*, Liguori Editore, 1994. 1) adulto; 2) addome e varianti morfotipiche; 3) ala protoracica; 4) uovo; 5) pupa (a sinistra) e larva (a destra); 6) confronto tra addome femminile con ovopositore (in alto) e maschile (in basso).

Gli adulti si nutrono di materiali zuccherini, proteici e del succo che fuoriesce dalle olive in seguito alle punture da ovideposizione. Le larve vivono nutrendosi della polpa dei frutti, dentro i quali scavano delle gallerie; le olive bacate possono essere invase da microrganismi che provocano marciumi, con conseguente cascola. Inoltre la Mosca dell'olivo è responsabile della trasmissione della Rogna dell'olivo (*Pseudomonas savastanoi*). I danni sono particolarmente gravi quando le infestazioni avvengono in tarda estate ed in autunno, perché provocano ingenti perdite di prodotto. Dalle olive danneggiate si ricava un olio di scarsa qualità, più acido della norma e con aroma completamente compromesso, per l'odore di muffa che assume.

B. oleae sverna come pupa nel terreno; a volte, nelle regioni a clima mite, può svernare come adulto o come larva dentro le olive rimaste sull'albero. Lo sfarfallamento, degli adulti può iniziare già all'inizio della primavera. Le ovideposizioni, di norma, avvengono nei frutticini a partire da giugno fino a luglio. Ogni femmina depone 200-250 uova, deponendo generalmente un uovo per frutto, grazie all'ovopositore, all'interno della polpa, in seguito alla percezione del succo fuoriuscito attraverso il foro di ovideposizione (Cirio, 1971); tuttavia si possono osservare diversi fori sulla stessa oliva in caso di elevate infestazioni. L'uovo (circa 1 mm di lunghezza e bianco) schiude dopo pochi giorni, a seconda delle condizioni climatiche; la larva inizia subito a nutrirsi scavando gallerie nel mesocarpo dei frutticini. Raggiunta la maturità, la larva si impupa dentro il frutto stesso oppure, se l'oliva è matura, nel terreno; dopo circa una settimana sfarfalla l'adulto.

Il fattore ambientale cruciale per la vita di questo carpofoago è la temperatura. Gli adulti di *B. oleae* sono in grado di sopravvivere da un minimo di -8°C ad un massimo di 42°C in presenza di acqua; non si nutrono sotto i 6-7°C e necessitano di almeno 14°C per poter volare alla ricerca di cibo. Le fasi di riproduzione ed ovideposizione avvengono a partire dai 16-17°C, con un intervallo ottimale tra i 23 e i 26°C. Oltre questo intervallo la fecondità si riduce progressivamente fino ai 37°C, al di sopra del quale si osserva sterilità ed alta mortalità (Martinelli, 1963; Girolami, 1978, 1979). La soglia minima per lo sviluppo degli stadi larvali è di 9-10°C (Girolami, 1978, 1979; Provetti et al., 1982) e i tempi necessari allo sviluppo diminuiscono fino a 25°C (Girolami, 1978, 1979): a questa temperatura infatti sono di 2-3 giorni per le uova, 7-8 per le larve e 10-11 per le pupe. Il massimo termico per gli stadi larvali è di 31-33°C e, per lo stadio pupale, è di 31°C (Girolami, 1978, 1979; Crovetti et al., 1982). Lo stadio pupale varia nella sua durata notevolmente a seconda della temperatura e dell'U.R.: da una decina di giorni ad alcuni mesi.

Nei mesi estivi il ciclo completo da uovo ad adulto si compie in circa 3 settimane. Alla prima generazione ne seguono altre il cui numero è variabile, a seconda delle condizioni climatiche; nelle regioni più fresche si hanno solo 2-3 generazioni, mentre in quelle più miti si hanno anche 6-7 generazioni. Nei mesi più caldi si ha un rallentamento delle ovideposizioni che riprende in tarda

estate ed in autunno. In certe aree particolarmente favorevoli al fitofago e negli oliveti in cui rimangono olive sugli alberi il ciclo è quasi continuo ed il numero delle generazioni può essere anche maggiore.

In areali più freddi, come l'area gardesana, il permanere di basse temperature per lunghi periodi, porta una notevole mortalità nei confronti degli adulti (Girolami, 1975) e delle pupe con conseguente riduzione delle popolazioni primaverili dell'insetto (Delrio e Cavalloro, 1977). Condizioni siccitose e alte temperature durante il periodo estivo limitano fortemente le infestazioni di *B. oleae* (Lupo, 1943; Orphanidis e Karayannis, 1958; Delrio e Prota, 1976; Delrio e Cavalloro, 1977; Fletcher e Kapatos, 1981; Economopoulos et al., 1982); inoltre, con queste condizioni, viene inibita la maturazione delle gonadi (Fletcher et al., 1978).

Un altro fattore ambientale importante per *B. oleae* è la presenza di acqua. Piogge regolari ed abbondanti garantiscono all'insetto disponibilità di acqua ma anche una condizione di turgidità delle olive, le quali attraggono maggiormente gli adulti, probabilmente a causa di un maggior rilascio di semiochimici.

1.3 Lotta

La lotta contro *B. oleae* rappresenta una delle maggiori problematiche in materia di difesa antiparassitaria per l'agricoltura italiana e per l'olivicoltura a livello planetario.

1.3.1 Lotta tradizionale

La raccolta anticipata delle olive fin dalla fine del XIX secolo ha costituito l'unica misura di difesa possibile contro la mosca. In questa strategia sono da preferire cultivar di olivo tardive e i terreni superficiali, in quanto rallentano la maturazione delle olive rispetto a quelli profondi.

Buona pratica è anche di raccogliere tutte le olive presenti sulle piante per scongiurare eventuali generazioni primaverili ed asportare quelle cadute sul terreno in quanto potrebbero contenere uova, larve o pupe in attesa di svernare. Un altro accorgimento utile consiste nel rimuovere gli oleastri limitrofi o raccogliere i loro frutti prima di marzo. Favorire l'inerbimento dell'oliveto, anche parziale, incide positivamente sugli insetti antagonisti della mosca, in particolare *Eupelmus urozonus* e *Cyrtomyza latipes*.

Anche le zone alberate nelle vicinanze dell'oliveto possono rivelarsi utili in tal senso: i frutteti favoriscono la presenza di *Psytalia concolor*. Le concimazioni fogliari si rivelano deleterie in quanto rendono le drupe maggiormente recettive all'ovideposizione.

Il controllo chimico di *B.oleae* cominciò ad attirare l'attenzione nel 1790: si basava sull'impiego di liquidi zuccherini, in particolare si utilizzava una soluzione di acqua e miele avvelenata con cianuro di potassio. All'inizio del Novecento l'entomologo Antonio Berlese sostituì la miscela con una meno pericolosa per l'uomo, a base di melasso, avvelenata con arsenito di sodio o di potassio. Il metodo Berlese rappresentò fino alla seconda guerra mondiale l'unica vera strategia di lotta alla mosca dell'olivo.

L'utilizzo in olivicoltura di repellenti e antideponenti è stato preceduto da quello "protettivo", delle poltiglie contenenti polisolfuro di ferro (metodo De Luca) o argille (metodo Russo). Questi metodi hanno solo azione preventiva e non funzionano su olivi grandi e fitti. I meccanismi d'azione impiegati in questa strategia di lotta sono molteplici: camuffamento dell'ospite alla vista, all'olfatto e al contatto; azione repellente o antideponente, alterazione nel meccanismo di simbiosi, paralisi o morte, ecc. (Bengochea et al., 2013). Un esempio è il caolino, un silicato d'alluminio, il quale ricopre la pianta di un film protettivo poroso bianco impedendo agli insetti di ovideporre. La sua efficacia è proporzionata al grado di imbrattamento della pianta trattata e l'impatto visivo ed estetico che si viene a creare è importante.

Lo sviluppo degli insetticidi organici di sintesi, nel secondo dopoguerra portò un po' di speranza all'olivicoltura, in quanto negli anni precedenti i mezzi di lotta chimica non diedero i risultati sperati e la mosca continuò a moltiplicarsi e a decimare le produzioni; così nel 1946 iniziò in Italia la sperimentazione, che incominciò dai cloroderivati: prodotti esoterapici che agiscono per ingestione, inalazione, ma in particolare per contatto.

Prima del loro avvento i soli prodotti insetticidi impiegati erano quelli a base di arsenico, che presentavano elevata tossicità anche per gli animali a sangue caldo, e i principi attivi estratti dai vegetali, dotati però di scarsa efficacia. Al contrario, i prodotti clorurati si presentavano con una elevata tossicità verso gli insetti ma una sostanziale innocuità nei confronti dell'uomo in termini di tossicità acuta. Infatti, questi prodotti furono scartati a causa della loro tossicità cronica e per la loro elevata liposolubilità, legandosi ai residui dell'olio estratto.

Nel 1955 si scoprì un nuovo insetticida fosforico, il Rogor, contenente il Dimetoato come principio attivo, idrosolubile ma con poca propensione a legarsi all'olio. Questo prodotto si presentò come un'ottima soluzione alla tossicità residuale, in quanto esso veniva asportato con le acque di vegetazione durante il processo di frangitura delle olive in seguito a processi di ossidazione e idrolisi.

A causa della revoca dei prodotti a base di esteri fosforici iniziata nel 2008, gli unici a rimanere disponibili erano il Fosmet e il Dimetoato, i quali sarebbero scaduti nel giro di poco tempo assieme ad altri 34 principi. Questo portò alla fine dell'impiego del Dimetoato: l'UE impose il termine per la vendita al 31 gennaio 2020, quello per l'utilizzo il 30 giugno 2020. In questo momento i principi

attivi impiegabili nella lotta chimica a *B. oleae* sono il Fosmet, l'Acetamiprid e la Deltametrina, oltre ai mezzi impiegati nei criteri di controllo biologico.

1.3.2 Lotta biologica

In natura *Bactrocera oleae* è controllata da numerosi entomofagi, tra i quali: imenotteri calcidoidei come *Pnigalio mediterraneus*, *Cyrtosyca dacicida* ed altri, parassitoidi larvali non specifici; *Opius concolor*, imenottero braconide endofago, è un entomoparassita più specifico ed è stato ritrovato nelle regioni meridionali dove può parassitizzare la mosca per tutto il periodo dell'anno e *Prolasioptera berlesiana*, un dittero cecidomide. Per aumentare la densità di entomofagi e conservare un'efficiente entomofauna utile all'interno dell'oliveto è auspicabile favorire la crescita di flora spontanea ai suoi margini.

Le sperimentazioni svolte da Berlese con l'impiego di stimoli attrattivi hanno incoraggiato la ricerca delle trappole entomologiche, e nel particolare caso della mosca dell'olivo, nella determinazione della forma della trappola, del materiale, della tonalità di colore e della posizione idonea sulla pianta (Girolami e Cavalloro, 1973; Economopoulos, 1977; Cirio, 1979). A questo scopo si è notato un aumento considerevole delle catture con l'impiego di trappole cromotropiche gialle (Girolami e Cavalloro, 1973). Le trappole utilizzate oggi nel controllo di *B. oleae* sono in grado di attirare l'insetto mediante stimoli visivi (trappole cromotropiche), olfattivi (trappole chemiotropiche) ed il sistema sensoriale della mosca (trappole attivate con feromoni sessuali e semiochimici). Si distinguono quindi:

- **Trappole a feromoni:** sono impiegate nella cattura di maschi e sono attivate con il feromone spirochetale (1-7) dioxaspiro (5-5) undecano (Mazomenos e Pomonis, 1983).
- **Trappole chemio-cromotropiche (olfattive):** le trappole cromotropiche sono attivate con sali d'ammonio inorganici ed organici (solfato di ammonio, fosfato di ammonio, acetato ammonico), in quanto la mosca dell'olivo è attratta da sostanze azotate fermentate. L'efficienza attrattiva di tali sostanze è stata testata mediante l'impiego di formulati dotati di maggiore persistenza: microincapsulati e polimeri di sali d'ammonio (Vita *et al.*, 1980). Tuttavia un maggiore effetto attrattivo è stato rilevato nel fosfato biammonico, rispetto al nitrato di ammonio (Delrio *et al.*, 1979).

Il composto che ha dimostrato maggiormente buone caratteristiche per quanto riguarda facilità di preparazione, versatilità, attrattività, persistenza e convenienza è il carbonato di ammonio: infatti

presenta buona attrattività nei confronti di entrambi i sessi di *B.oleae* e un'efficienza costante rispetto alle trappole a feromoni (Delrio et al., 1982).

Oltre a diverse formulazioni a base di rame, tra i principi attivi registrati in olivicoltura per il controllo di *B. oleae*, sono presenti: Azadiractina,,Rotenone, Piretro e Spinosad.

1.3.3 Alternative alla lotta chimica tradizionale e nuove prospettive

L'olivicoltura convenzionale è fortemente legata all'utilizzo di prodotti ad azione larvicida: infatti, con l'impiego di insetticidi citotropici o sistemici in grado di penetrare nella polpa delle drupe, si riesce a stanare le uova e le giovani larve, riuscendo a bloccarne l'evoluzione anche intervenendo durante l'infestazione. In lotta biologica, a differenza di quella convenzionale, viene a mancare la possibilità di uccidere le uova e le giovani larve all'interno delle olive, in quanto non è consentito l'utilizzo di insetticidi e feromoni sintetici. La messa al bando del Dimetoato, uno dei principi attivi impiegati per la sua azione larvicida insieme a Fosmet e Imidacloprid, per il crescente interesse per la salvaguardia ambientale e la tutela della salute umana, ha condotto gli studi ad un metodo efficiente di lotta alla mosca dell'olivo alternativo al chimico. In particolare, la lotta biologica ha condotto numerose indagini su diversi fronti. Le prove effettuate sul territorio italiano con il rilascio dei parassitoidi *Psytalia* (=Opius) *concolor* o *Eupelmus urozonus* secondo i metodi inoculativi e inondativi (Genduso et al., 1994; Raspi e Leoni, 1994) non avevano condotto a risultati soddisfacenti, anche se i tentativi di introduzione di *Psytalia concolor* in California avevano ottenuto risultati interessanti (Yokohama et al., 2008). Anche la gestione dell'oliveto allo scopo di favorire l'azione degli antagonisti di *B. oleae* non aveva inizialmente condotto a esiti soddisfacenti, in quanto questi non sembravano avere un'influenza significativa sull'evoluzione delle popolazioni del dittero. Il fungo entomopatogeno *Beauveria bassiana* ha presentato un'innovazione nella strategia di lotta biologica alla mosca dell'olivo in quanto, distribuito attraverso un normale trattamento fogliare, presenta anche un'azione repellente nei confronti del fitofago, pur necessitando di elevate umidità per poter esplicare la sua azione insetticida (Caleca et al., 2012). Un ulteriore passo della lotta biologica nel controllo di *B. oleae* riguarda la lotta adulticida, il cui scopo è di uccidere gli adulti della mosca prima che attacchino le olive. Questo sistema di lotta si realizza mediante l'irrorazione di esche avvelenate o con trappole collocate sugli olivi. In entrambi questi casi, l'adulto viene attirato dalle sostanze presenti sulla chioma o sulla superficie della trappola, venendo ucciso in diverse modalità possibili: dalle sostanze ad azione insetticida mescolate all'esca distribuita sulla pianta; impregnato all'interno dei dispositivi "Attract and Kill" (Petacchi et al., 2003); oppure venendo catturato nella trappola. Le esche avvelenate possono essere impiegate sia

nell'olivicoltura convenzionale, miscelate a prodotti insetticidi sintetici e non, sia in olivicoltura biologica, grazie allo Spinosad. Nella lotta adulticida le trappole assumono diverse conformazioni: possono essere pannelli, sacchetti e recipienti prodotti industrialmente, fino a contenitori di vario tipo prodotti artigianalmente. Gli attrattivi usati più frequentemente sono sostanze ammoniacali e idrolizzati proteici, ma vengono utilizzati anche lieviti, pesce in putrefazione, farina di pesce, ecc. Le irrorazioni con esche avvelenate o le trappole devono essere collocate prima del superamento della soglia di intervento, considerando la natura preventiva di questa strategia di lotta, che in questo caso è rappresentata da un'infestazione attiva a carico delle olive non superiore al 2% o alla cattura di 2-4 femmine / trappola / settimana. Un vantaggio di questo metodo rispetto alla lotta larvicida, consiste nell'assenza di residui sull'oliva. Tuttavia, comporta anche alcuni difetti, tra cui un differente livello di spesa, soprattutto nelle annate con forti infestazioni; e, in tali circostanze, un conseguente calo dell'efficacia. Il bisogno di individuare strumenti adatti al contenimento di *B. oleae* alternativi ai prodotti convenzionali ha portato alla riscoperta dei composti a base di rame e di argille, soprattutto caolino e bentonite, e di numerosi studi sulla loro efficacia (Caleca et al., 2010). Nello specifico, i prodotti rameici sono autorizzati per il contenimento delle fitopatie ed esplicano un'azione battericida sulla superficie di frutti e foglie, la quale porta all'eliminazione del batterio simbiote all'interno delle larve di I e II età, provocando così un'elevata mortalità. Per questa meccanica d'azione, la lotta con questi prodotti viene detta simbionticida, in quanto si esplica attraverso l'interruzione della batteriosimbiosi (Rosi et al., 2007). I composti rameici agiscono inoltre come deterrenti nei confronti dell'ovideposizione, ma questa azione diminuisce all'aumentare dell'umidità dell'aria all'interno dell'oliveto, per cui è frequente assistere in questi casi a fenomeni di infestazione tardiva. Le argille caolino e bentonite ostacolano l'ovideposizione attraverso il loro colore chiaro e allo strato di microparticelle che ricoprono la superficie delle olive. La loro efficacia è molto influenzata dalla presenza sostanze adesivanti, in quanto sono suscettibili al dilavamento da parte delle piogge. Per queste loro caratteristiche e per l'efficacia dimostrata i prodotti rameici e le argille sono considerate una valida alternativa ai prodotti larvicidi e rappresentano le uniche novità nel contenimento di *B. oleae* (Caleca et al., 2012). Gli studi condotti sui semiochimici di *B. oleae* hanno consentito l'identificazione del feromone sessuale rilasciato dalle femmine, il quale è stato indispensabile per monitorare l'insetto tramite le trappole a feromoni. Un ulteriore metodo di lotta è stato ipotizzato mediante indagini finalizzate all'isolamento di sostanze contenute nelle olive, ad azione repellente (Vita et al., 1977).

1.4 Scopo del lavoro

Tradizionalmente, le infestazioni da *B. oleae* sono controllate con applicazioni di insetticidi sintetici. Gli insetticidi attualmente disponibili hanno gravi limitazioni e inconvenienti, come la potenziale presenza di residui nelle olive e nell'olio, lo sviluppo di resistenza nonché effetti collaterali sull'ambiente. Inoltre, i prodotti di origine chimica impiegabili presentano scarsa selettività, con conseguenti gravi effetti collaterali su gran parte degli organismi con cui vengono a contatto (es. impollinatori, predatori, parassitoidi). A questo va ad aggiungersi l'implementazione dei nuovi regolamenti comunitari, orientati alla contrazione del numero di molecole consentite quali la Direttiva CE 2009/128; Reg. CE n. 1107/2009.

L'individuazione di tecniche di controllo alternative si è fatta ancora più urgente in seguito al recente comunicato (10 ottobre 2019) del Ministero della Salute con il quale viene revocato l'uso di uno dei più diffusi insetticidi impiegati per il controllo della mosca dell'olivo (Dimetoato). Tale revoca ha comportato il restringimento ulteriore dello spettro di prodotti convenzionali impiegabili. In questo studio è stata valutata l'efficacia di alcuni prodotti alternativi agli insetticidi per il controllo dell'infestazione di *B. oleae* in campo. I prodotti impiegati sono stati valutati secondo un piano sperimentale parcellare a più replicazioni. Nei trattamenti sono stati impiegati 5 prodotti alternativi (propoli, distillato di legno, acque di vegetazione, zeolite e *Beauveria bassiana*) e 4 prodotti convenzionali (dodina, ossicloruro di rame, Acetamiprid e Deltametrina).

2. MATERIALI E METODI

2.1 Sito di studio

Lo studio è stato eseguito in un oliveto sito nel comune di Arquà Petrarca (PD) ($45^{\circ}15'32''N$ $11^{\circ}42'27.8''E$). Il comune di Arquà Petrarca (Fig 1.1a) è uno dei 7 soci della Regione Veneto compresi nell'accordo siglato dai Presidenti dell'Associazione Nazionale Città dell'olio e di Unioncamere per la promozione e la valorizzazione dei territori e della cultura dell'extra vergine di oliva, insieme ai comuni di Cavaion Veronese, Illasi, Mezzane di Sotto, Torri del Benaco, Barbarano Vicentino e Pove del Grappa (ARGAV, novembre 2011).

L'oliveto oggetto della sperimentazione copre una superficie di circa 4.400 mq. Gli olivi sono disposti in cinque file con orientamento Nord-Sud, con sesto di impianto di 5x5 m, per un totale di circa 170 piante. L'oliveto è situato in una zona pianeggiante nella zona sud dei Colli Euganei, in una posizione isolata rispetto ad altri oliveti, confinante con campi a seminativo a Sud ed Est, orto e frutteto a Ovest, mentre adiacente a una fascia boschiva a Nord (Fig. 2.1b). La composizione varietale è mista e presenta un gradiente Nord-Sud con presenza maggiore delle cultivar "Casaliva" e "Grignan" rispettivamente.



Figura 2.1 Rappresentazione geografica con riferimento N-S: a) dei Colli Euganei (a sinistra) con particolare sulla posizione del Comune di Arquà Petrarca (a destra); b) sito di studio. Fonti: Google Earth.

2.2 Prodotti impiegati e loro distribuzione

I prodotti impiegati sono stati divisi in sette strategie di intervento:

1. propoli (Serbios®),
2. elicitore (distillato di legno),
3. acque di vegetazione,
4. ossicloruro di rame seguito da dodina (Neoram WG® e Syllit 544 SC®),
5. zeolite (Zeolite Cubana®),
6. *Beauveria bassiana* (Naturalis®) (fungo entomopatogeno)
7. Acetamiprid seguito da Deltametrina (Epik® e Decis® rispettivamente) (tesi convenzionale).

I prodotti sono stati valutati in pieno campo secondo un piano sperimentale parcellare a più replicazioni. I prodotti sono stati impiegati nelle concentrazioni e dosi indicate in etichetta (Tab. 2.1). La tabella riporta anche la dose dei formulati in mL per la preparazione di 1000 L (volume per l'irrorazione di un ettaro) da cui si calcola il quantitativo per l'irrorazione di una parcella di 100 m² (10 L). I prodotti sono stati distribuiti a cadenza settimanale a partire dalla terza decade di luglio alla seconda decade di settembre (Tab. 2.2).

L'efficacia dei diversi prodotti impiegati è stata valutata in base all'entità dell'infestazione registrata durante il periodo che intercorre tra luglio (raggiunta ricettività delle olive agli attacchi) e ottobre (periodo di raccolta) 2020. Sono stati eseguiti campionamenti in tre date: 12 agosto e 10 settembre, con un campione di 100 olive per ogni parcella secondo lo standard EPPO PP 1/108(2) "Efficacy evaluation of insecticides", mentre, per aumentare la rappresentatività del campione, nella data prossima alla raccolta (6 ottobre) sono state raccolte 250 olive da ogni parcella.

Numero Tesi	Sostanza attiva	Formulato	Dose g o mL/hL	Dosaggio tesi (10L)	Numero trattamenti
1	Propoli	Serbios®	300	30	5
2	Elicitore	Distillato di Legno	200	20	5
3	Acque di vegetazione	ADV AIPO	1000	100	5
4	Ossicloruro di rame	Neoram WG®	300	30	3
4	Dodina	Syllit 544 SC®	165	16,5	2
5	Zeolite	Zeolite Cubana®	400	40	9

6	<i>Beauveria bassiana</i>	Naturalis®	200	20	9
7	Acetamiprid	Epik SL®	150	15	2
7	Deltametrina	Decis EVO®	50	5	3
8	controllo				

Tabella 2.1 Sostanze attive e formulati commerciali impiegati nella prova sperimentale con relativi dosaggi.

Numero Tesi	luglio		agosto					settembre	
	20	27	3	10	17	24	31	7	14
Propoli	X		X		X		X		X
Elicitore	X		X		X		X		X
Acque di vegetazione	X		X		X		X		X
Ossicloruro di rame	X		X		X				
Dodina							X		X
Zeolite	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Beauveria bassiana</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acetamiprid	X		X						
Deltametrina					X		X		X
controllo									

Tab. 2.2 Calendario dei trattamenti.

Propoli: questa sostanza è compresa nei prodotti consentiti in agricoltura biologica, come potenziatore delle difese naturali delle piante, nonché per le sue proprietà fungicide e antibatteriche. Presenta un ampio impiego nella lotta di malattie crittogamiche degli alberi da frutto, in particolare di oidio, bolla del pesco, virosi e batteriosi, corineo, gommosi, ticchiolatura, marciume del colletto dei fruttiferi e delle ortive. Per gli attacchi di parassiti invece, la propoli è risultata efficace contro differenti gruppi di fitofagi, tra cui la mosca dell'olivo e la mosca della frutta. Inoltre, la mortalità degli adulti è stata significativamente più alta con la propoli rispetto a trattamenti svolti con l'impiego del rame (Bigiotti et al., 2019). Uno studio svolto nel 2006 che metteva a confronto il contenimento dell'infestazione di *B. oleae* da parte di diversi prodotti, tra cui Rotenone, Azadiractina, rame, caolino e propoli, ha dimostrato che al momento della raccolta i livelli di infestazione più bassi sono stati registrati nelle tesi trattate con propoli e caolino (Iannotta et al., 2006). In agricoltura, inoltre, è possibile impiegare preparati a base di propoli allo scopo di proteggere le piante da agenti atmosferici, proprio come avviene in natura e nello specifico si dimostra utile contro danni da grandine, gelate, colpi di calore (Coltivazionebiologica.it, marzo 2020).

Elicitore: il distillato di legno è una sostanza naturale, usata in agricoltura biologica come corroborante, cioè potenzia le difese naturali delle piante, oltre che lo sviluppo dell'apparato radicale. Trova impiego anche come antiparassitario naturale, in quanto il suo odore forte e pungente costituisce un repellente per gli insetti. È stimato per le sue proprietà antimicrobiche e pesticide, antibatteriche e fungicide (De Souza Araújo E., 2017), come rivitalizzante del terreno (Zhang W. e Y.; 2014), Tra i corroboranti fanno parte anche altri prodotti, come il caolino, la zeolite ecc. È anche noto con il nome di aceto di legno e la sua produzione deriva da quella del Biochar (carbone vegetale). Le moderne tecnologie lo processano in modo da non avere nessun impatto ambientale, in una logica di green economy circolare. I suoi costituenti sono molti, tra questi i più noti e importanti sono: acido acetico, polifenoli e tannini. Può essere applicato spruzzandolo sulle foglie allo scopo di accelerare il metabolismo della pianta e la fotosintesi. Il suo impiego è consentito in agricoltura biologica, in quanto è compreso nell'allegato II del DM 6793 del 18/07/2018 che reca disposizioni per l'attuazione dei regolamenti (CE) n. 834/2007 e n. 889/2008 (Coltivazionebiologica.it; luglio 2020).

Acque di vegetazione: le acque di vegetazione (“AV”, Fig. 2.2) hanno rappresentato il tradizionale tallone d'Achille dell'attività frantoiana che ha assunto connotazioni di maggiore difficoltà con l'entrata in vigore della Legge 10 maggio 1976, n. 319, “Norme tutela acque da inquinamento”, ovvero “Legge Merli” e la conseguente accentuazione di una parcellizzazione burocratica per il loro smaltimento, in quanto si sono valutate le AV e le sanse vergini con il criterio di “rifiuto” (Palialunga; 2014). Studi condotti sul comportamento di ovideposizione di *B. oleae* hanno chiarito che la femmina di questa specie utilizza il succo dell'oliva per marcare la drupa dove ha deposto l'uovo. Ciò dissuaderebbe le altre femmine ad ovideporre sulla stessa oliva a causa della forte azione irritante esplicita dai composti chimici presenti nel frutto e costituenti la marcatura (Cirio, 1970; Girolami, 1974). Dai risultati emersi nel corso di queste prove è risultata la capacità che hanno le acque di vegetazione delle olive, anche a notevole diluizione, di modificare il comportamento delle femmine di *B. oleae* nei confronti dell'ovideposizione. Le acque di vegetazione delle olive, irrorate sulla pianta durante il periodo di attacco della mosca hanno determinato una diminuzione dell'infestazione. Tuttavia in campo si notò una minore efficacia del prodotto rispetto allo stesso esperimento condotto in laboratorio: questo fatto è stato attribuito principalmente alla perdita di efficacia del prodotto impiegato durante il periodo di permanenza sulla pianta, in quanto alcuni composti delle acque di vegetazione, ai quali si attribuisce l'azione repellente, sono soggetti ad una lenta trasformazione per azione dei fattori ambientali (Iuce,

ossigeno dell'aria) (Fiume e Vita, 1977). Tra i principali polifenoli presenti nelle acque di vegetazione dell'olio d'oliva, il catecolo ha mostrato l'azione più deterrente sull'ovodeposizione di *B. oleae*. Gli esperimenti condotti hanno dimostrato che il succo di oliva e il catecolo riducono fortemente la fecondità di *B. oleae* (Capasso et al., 1994).



Fig. 2.2 Acque di vegetazione ottenute come prodotto di scarto durante la frangitura delle olive. Fonte: © Vkara - Fotolia

Ossicloruro di rame: il rame presenta un'efficace azione batteriostatica nei confronti dei batteri del filloplano indispensabili al normale sviluppo della mosca, oltre ad avere un'azione antiovodeponente (Rouini et al., 2009, Bigiotti et al., 2019). Tuttavia, a livello legislativo i prodotti rameici sono sempre più soggetti a forti restrizioni e hanno dei tempi di carenza da rispettare, un loro errato utilizzo potrebbe inoltre portare a fenomeni di fitotossicità (Scalercio et al., 2010). Il formulato impiegato in questo studio è un anticrittogamico registrato per la difesa di vite, fruttiferi, olivo, colture ortive, patata, cipresso. Il trattamento a base di rame in laboratorio si presenta più efficace nella riduzione di *Ca. Erwinia dasicola* e nell'abbassamento del livello di uova prodotte dopo 2 e 5 settimane rispetto alla propoli (Bigiotti et al., 2019). È stata dimostrata l'influenza che i batteri simbiotici hanno sulla mosca dell'olivo a livello non solo nutrizionale, ma anche comportamentale: infatti, i simbionti intestinali trasmessi verticalmente contribuiscono allo sviluppo della larva all'interno dell'oliva e all'alimentazione degli adulti, ma le femmine dotate di questi batteri tentano più volte l'ovideposizione rispetto alle mosche prive di simbionti intestinali (Jose et al., 2019). Il principale batterio endosimbiotico è il *Ca. Erwinia dasicola*. L'ossicloruro di rame è in grado di interrompere l'associazione simbiotica tra *B. oleae* e i suoi batteri simbiotici, determinando

una riduzione significativa del carico di endosimbionti e di microbioti intestinali, nonché una diminuzione del fitness della mosca ed un effetto negativo diretto sugli adulti (Sinno et al., 2020).

Dodina: è stato impiegato il formulato Syllit 544 SC. È un fungicida organico per il controllo della ticchiolatura delle pomacee, della bolla del pesco, dell'occhio di pavone e della lebbra dell'olivo, della cilindrosporiosi e del corineo del ciliegio, della marssonina del pioppo. Presenta un'eccellente azione preventiva e curativa (fino a 48 ore dopo l'inizio dell'infezione), oltre che essere resistente al dilavamento: entro 2 ore penetra nei tessuti della pianta. Non presenta perdite di efficacia né fitotossicità sia a basse che ad alte temperature. Mantiene la sua attività anche su vegetazione bagnata.

Zeolite: la zeolite appartenente al gruppo dei minerali silicati e, come il caolino, potrebbe svolgere un'azione repellente nei confronti degli insetti. È un prodotto completamente ecologico e naturale per trattamenti su colture orticole, granaglie, alberi da frutto e piante ornamentali (Fig. 2.3). Viene applicata tramite trattamento fogliare e il suo impiego, consentito nell'agricoltura biologica italiana, evidenzia diverse peculiarità: fortifica le difese naturali delle piante; è in grado di assorbire l'acqua residua sulla superficie, riducendo così la possibilità di proliferazione di organismi potenzialmente dannosi; aiuta la cicatrizzazione delle ferite provocate da agenti atmosferici e dall'attività dell'uomo; protegge le piante in caso di elevate escursioni termiche; funziona anche come ostacolo naturale contro alcune tipologie di funghi e insetti (Fig. 2.3b e 2.3c). Con la sua azione coprente, la zeolite previene l'ovideposizione delle femmine di *B. oleae* (Agricoltura.it, gennaio 2019). Un caso studio ha fatto emergere l'efficacia della zeolite nei confronti di una specie esotica, *Aclees foveatus*, un curculionide di origine cinese, come possibile innovazione nella difesa del fico; soprattutto considerando l'etologia del curculionide, che trascorre tutto il periodo del suo sviluppo preimmaginale all'interno dei tessuti vegetali, rendendo così difficile pensare ad un possibile impiego dei comuni agrochimici sintetici (Gargani et al., 2018).

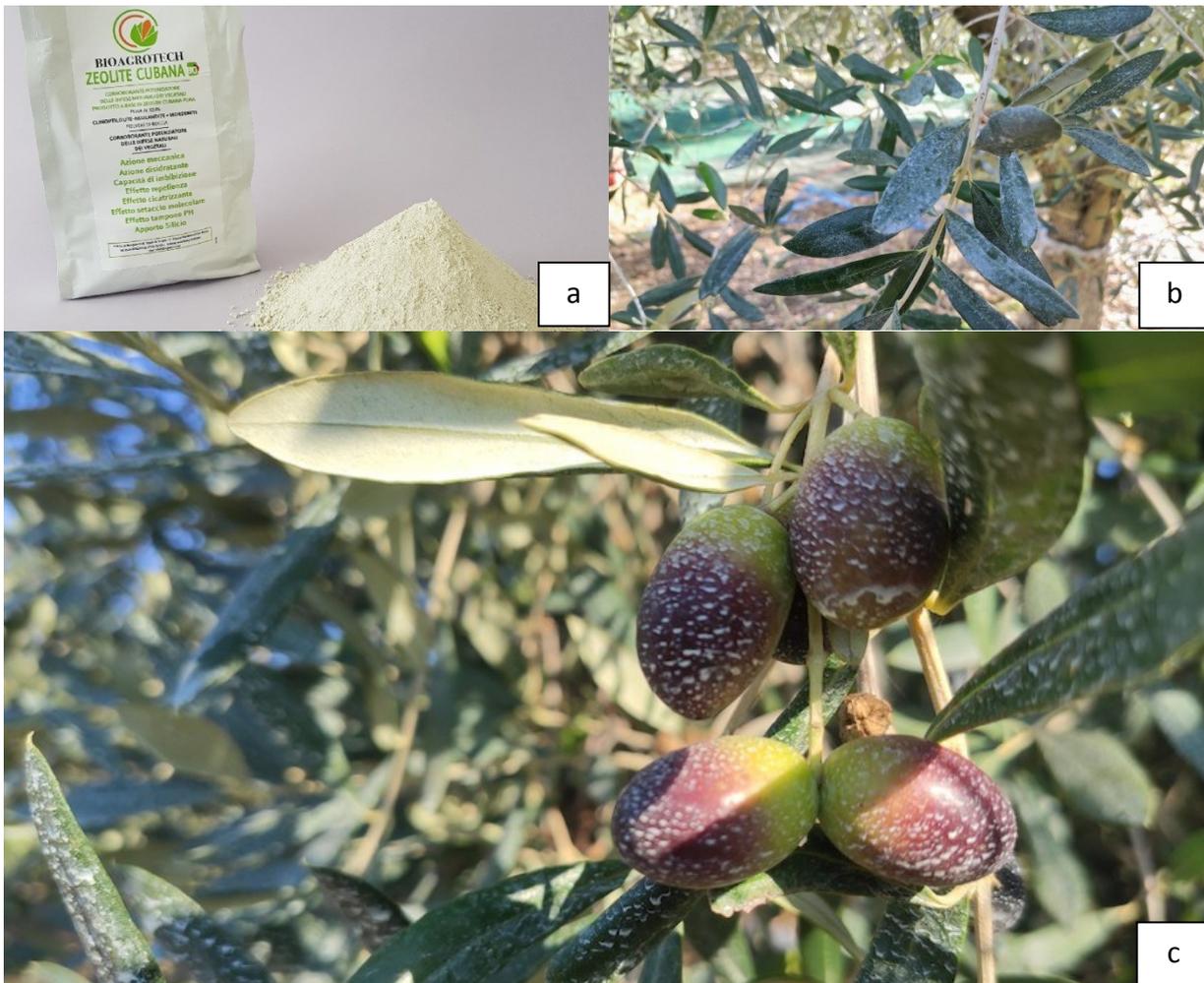


Fig. 2.3 Zeolite Cubana. a) conformazione del prodotto alla vendita; b) effetto sulla vegetazione; c) particolare sui frutti.
 Fonte: Fruit Journal (<https://fruitjournal.com/colture/3724-tecnologie-bioagrotech-in-olivicultura-esperienze-di-un%E2%80%99azienda-agricola-biologica.html>).

Beauveria bassiana: Naturalis® (Fig. 2.4) è un insetticida/acaricida a base di *Beauveria bassiana* (ceppo ATCC 74040), che agisce contro diversi fitofagi, quali Aleurodidi, Acari Tetranychidi, Tripidi. Nel 2005, la registrazione di Naturalis in Italia è stata estesa anche ai Tefritidi, considerando i risultati ottenuti in diversi studi con lo stesso bioinsetticida contro *C. capitata* e *R. cerasi*. Nello specifico, il prodotto si è rivelato uno strumento affidabile per il controllo di questi insetti, in particolare della mosca dell'olivo (Benuzzi et al., 2007). Nei confronti dei Ditteri Tefritidi Naturalis agisce con modalità diverse: le spore del fungo antagonista, una volta distribuite sulla superficie del frutto, svolgono un'azione di repellenza all'ovideposizione e quindi preventiva. Uno studio condotto allo scopo di valutare l'impatto ambientale di *B. bassiana* all'interno di un oliveto ha mostrato pochi effetti negativi sulle popolazioni di artropodi benefici. In particolare, il taxon Araneae è stato identificato come il miglior bioindicatore, in quanto queste specie sono state in grado di indicare condizioni ambientali ben conservate (Scalercio et al., 2008).



Fig. 2.4 Naturalis® di Biogard e, a destra, il micelio di *Beauveria bassiana*. Fonte: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/difesa-e-diserbo/2017/05/03/naturalmente-efficace/53955>

Acetamiprid: è un insetticida-aficida sistemico in formulazione liquida, oltre ad essere un fungicida sistemico. Il formulato impiegato in questo studio, Epik SL è stato testato in confronto a diversi prodotti di riferimento. I risultati hanno mostrato una buona selettività dell'Epik SL sulla coltura e una buona efficacia sulle larve della mosca dell'olivo, paragonabile a quella degli altri prodotti (Guastamacchia et al., 2018).

Deltametrina: è stato utilizzato il formulato Decis EVO, un insetticida piretroide a base di Deltametrina registrato su più di 100 colture. La Deltametrina è attiva nei confronti di un elevato numero di insetti e sulle forme mobili degli acari, agisce soprattutto per contatto e secondariamente per ingestione. Presenta un forte potere abbattente ed è fotostabile. Al pari degli altri piretroidi, ha un'azione neurotossica negli insetti, provocando la paralisi in brevissimo tempo, oltre ad essere scarsamente selettiva, perciò è particolarmente nociva nei confronti dell'artropodofauna utile e degli organismi acquatici. È usata come prodotto di copertura.

2.3 Disegno sperimentale

L'oliveto oggetto di studio è stato suddiviso in parcelle secondo il prodotto che è stato impiegato. Questa parcellizzazione è stata realizzata in modo che ogni tesi fosse ripetuta 4 volte. Ogni parcella è costituita da quattro piante come indicato dallo standard EPPO PP 1/108(2) “*Efficacy evaluation of insecticides*”, per una dimensione della parcella di circa 100 mq. Per fare questo si è adoperato il modello dei blocchi randomizzati allo scopo di evitare qualsiasi errore dovuto alle varietà presenti,

all'esposizione ecc. La tesi di controllo, che a bordo del campo è costituita da una parcella, nelle successive, poiché situate all'interno dell'oliveto, sono state estese a otto alberi ognuna per evitare quanto possibile che eventuali fenomeni di deriva durante l'operazione di trattamento inquinassero i testimoni. Per valutare l'effettiva presenza di *B. oleae* all'interno dell'oliveto, sono state posizionate due trappole cromotropiche gialle "a stella", una al centro dell'oliveto e una marginalmente, in una zona non interessata dai trattamenti chiamata "buffer" (Fig. 2.5).



Figura 2.5 Sito di studio suddiviso in parcelle. Le parcelle sono numerate secondo il prodotto utilizzato: 1) propoli; 2) distillato di legno; 3) acque di vegetazione; 4) rame e dodina; 5) zeolite; 6) *Beauveria bassiana*; 7) Acetamiprid e Deltametrina; 8) controllo. La zona "buffer" delimita la porzione di campo interessata dal monitoraggio della mosca, esclusa dai trattamenti.

2.4 Monitoraggio e campionamento

Il monitoraggio è stato eseguito con due trappole di tipo ISATRAP ("Isagro", Fig. 2.6), posizionate rispettivamente una al centro del campo e una nella zona buffer. Le trappole sono state sottoposte ad un controllo settimanale con conta degli adulti catturati dalla prima decade di luglio fino alla seconda decade di settembre. Ulteriori due controlli sono stati eseguiti nella prima settimana di ottobre. La raccolta dei campioni è stata eseguita in cinque date da fine luglio ad ottobre: i primi quattro campionamenti hanno interessato una mole di 100 olive raccolte da ogni parcella, quindi circa 400 olive a tesi (secondo lo standard EPPO). Nell'ultima raccolta (6 ottobre), al fine di aumentare la dimensione del campione, sono state raccolte 250 olive/parcella, per un volume complessivo di circa 1000 olive per tesi.



Fig. 2.6 Trappola impiegata nel monitoraggio. Fonte: Agrimag.it

Analisi di laboratorio

Il materiale raccolto è stato poi smistato in laboratorio, le olive sono state controllate attraverso lo stereoscopio per verificare la presenza di punture di ovideposizione, contando anche quelle sterili e quelle causate dall'attività trofica di *Halyomorpha halys*. Una volta controllata la superficie dell'oliva, questa è stata sezionata in diversi punti più o meno superficialmente con l'ausilio di un bisturi allo scopo di accertare la presenza di gallerie nella polpa. Tutti gli individui riscontrati sono stati conservati in fialette numerate e riempite di alcool puro 95°. I dati raccolti dai campionamenti sono stati suddivisi in tre categorie principali:

1. Infestazione viva (cioè la somma delle uova, delle larve vive di I, II e III età, e delle pupe),
2. Infestazione morta (la somma di uova morte, larve di I, II e III età morte o parassitizzate e le pupe trovate morte)
3. Infestazione totale (la somma delle due infestazioni precedenti, considerando anche i fori d'uscita), insieme ai dati riguardanti le punture di *H. halys* trovate sulle olive nelle diverse parcelle studiate.

2.5 Analisi statistica

Per la presenza di un gradiente varietale e di infestazione tra i due poli del campo oggetto di studio, è stato utilizzato un modello lineare a effetti misti che consente di analizzare effetti casuali annidati come lo è il confronto dei trattamenti del campo sperimentale secondo la nostra suddivisione in blocchi. Ne deriva che gli errori all'interno del gruppo (blocco) possono essere correlati e/o avere

varianze disuguali. Il risultato non viene letto come una comparazione fra i diversi trattamenti, bensì una comparazione trattamento/controllo. Le analisi statistiche sono state eseguita tramite il software R nella configurazione di RStudio. Utilizzando i pacchetti “car”, “effects”, e “nlme”, si è proceduto alla verifica dell’omoschedasticità dei dati, l’analisi dei residui e l’analisi secondo il modello misti, rispettivamente.

Per l’analisi dell’infestazione totale e morta, e il numero di punture causate da *H. halys*, la funzione utilizzata è stata “lme” con:

```
mod1<-lme(log(total.infestation+1)~treatment,random=~1|block,data=data1)
summary(mod1).
```

Per l’infestazione viva la funzione ha preso in considerazione la randomizzazione del fattore tempo con:

```
mod1<-lme(log(dead.infestation+1)~treatment,random=~1|block/date,data=data2)
summary(mod1).
```

I dati sono stati trasformati con la funzione $\log(n+1)$ per rispettare i requisiti di omoschedasticità. L’intervallo di confidenza per determinare l’effetto di un fattore significativo nel modello è stato del 95% con “***” = altamente significativo (p-value < 0,01) e “**” = significativo (p-value < 0,05).

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Monitoraggio

Dalle catture avvenute nei due diversi siti in cui sono state posizionate le trappole (Fig. 3.1), si è notato una riduzione generale della presenza di *B. oleae* nell'oliveto nel mese di agosto con ipotesi che in quel momento la generazione fosse rappresentata maggiormente da individui allo stadio larvale (Tab. 3.1; Fig. 3.1). La cattura di adulti è sempre stata maggiore (o uguale) nella trappola posizionata al centro del campo fino all'ultimo campionamento di ottobre.

Data	Trappola centro	Trappola buffer
10/07	2	2
15/07	5	3
20/07	10	8
23/07	6	5
30/07	9	2
05/08	3	1
12/08	0	0
20/08	1	1
27/08	3	0
04/09	7	6
10/09	16	6
17/09	2	2
01/10	28	17
06/10	13	11
21/10	11	30

Tab 3.1 Numero di individui catturati nelle trappole poste in centro del sito e nella zona buffer.

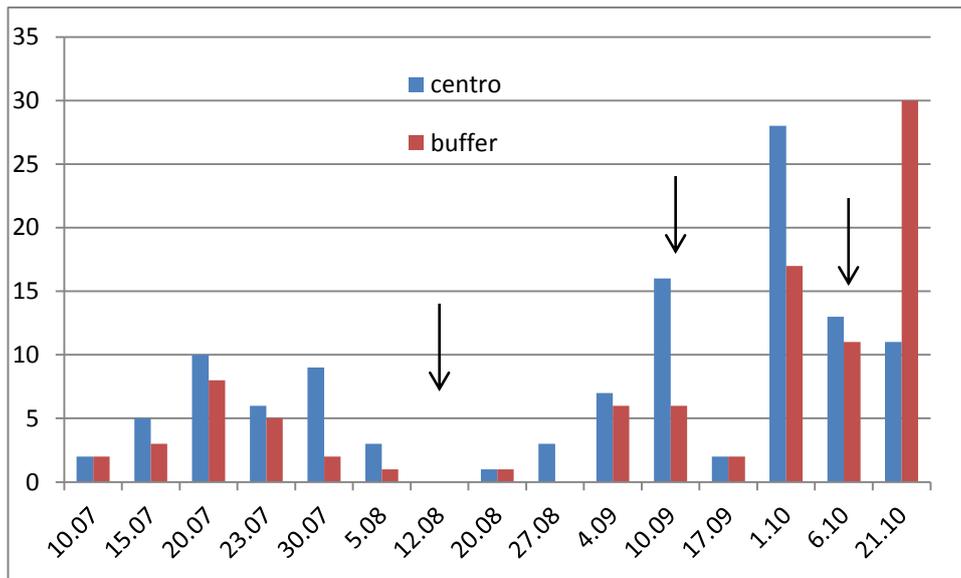


Fig. 3.1 Catture di *B. oleae* nel corso della stagione 2020 nel campo oggetto di studio. Le frecce indicano le date dei tre campionamenti eseguiti in campo (12 agosto, 10 settembre e 6 ottobre).

3.2 Infestazione viva, morta e totale

I risultati rappresentati di seguito mostrano l'efficacia che i diversi trattamenti impiegati hanno avuto sul livello di infestazione nei confronti della tesi testimone (controllo = no trattamento). In particolare, si è posta attenzione sia sui dati ottenuti dall'ultimo campionamento, eseguito il 6 ottobre (Tab. 3.2, 3.4 e 3.6) sia sull'evoluzione dell'infestazione di *B. oleae* nel corso dei tre campionamenti, cioè 12 agosto, 10 settembre e 6 ottobre (Tab. 3.3, 3.5 e 3.7). Riguardo alle punture di *Halyomorpha halys*, è stato eseguito il conteggio solo nel campionamento avvenuto il 6 ottobre (Tab 3.8). I valori di significatività rappresentati nelle tabelle sono i seguenti: «**»: quando il valore è altamente significativo (p-value < 0.01); «*»: quando è significativo (p-value < 0.05); «.»: nel caso in cui il valore non sia significativo ma con p-value < 0.1. "GL" corrisponde ai gradi di libertà.

3.2.1 Effetto del trattamento sull'infestazione viva

Il numero di individui vivi (uova, larve vive nei diversi stadi di sviluppo e pupe) raccolti nell'ultimo campionamento è risultato essere significativamente influenzato solamente nelle tesi trattate con rame e dodina (P<0,05) con un valore che si avvicina quasi ad un'elevata significatività. Trattamenti che non hanno dato risultati significativi, ma che hanno presentato un p-value vicino a 0,05, sono Epik, applicato in concomitanza a Decis e il trattamento con Zeolite (Tab. 3.2). Se

consideriamo l'infestazione viva nel suo modello di evoluzione da agosto ad ottobre (Fig. 3.2), entrambi questi ultimi trattamenti hanno manifestato un effetto significativo ($p\text{-value} < 0,05$) (Tab. 3.3).

Tesi	Valore standardizzato	Errore standard	GL	t-value	p-value	sign
(Controllo)	3,165	0,834	21	3,794	0,001	***
Acque di vegetazione	-1,675	1,077	21	-1,553	0,135	
<i>Beauveria bassiana</i>	-1,757	1,077	21	-1,630	0,117	
Distillato di legno	-0,602	1,077	21	-0,558	0,582	
Epik + Decis	-2,075	1,077	21	-1,925	0,067	.
Propoli	-1,112	1,077	21	-1,032	0,313	
Rame + dodina	-2,77	1,077	21	-2,569	0,017	*
Zeolite	-2,172	1,077	21	-2,015	0,056	.
residui						

Tab. 3.2. Valutazione del grado di significatività dei diversi trattamenti sull'infestazione viva. Modello lineare a effetto misto. Dati riferiti al 6 ottobre.

Tesi	Valore standardizzato	Errore standard	GL	t-value	p-value	sign
(Controllo)	0,529	0,151	77	3,505	0,0008	***
Acque di vegetazione	-0,235	0,152	77	-1,543	0,126	
<i>Beauveria bassiana</i>	-0,165	0,152	77	-1,084	0,281	
Distillato di legno	0,064	0,152	77	0,423	0,673	
Epik + Decis	-0,346	0,152	77	-2,273	0,025	*
Propoli	-0,178	0,152	77	-1,169	0,246	
Rame + dodina	-0,340	0,152	77	-2,232	0,028	*
Zeolite	-0,324	0,152	77	-2,126	0,036	*
residui						

Tab. 3.3 Evoluzione dell'infestazione viva nelle tre date di campionamento. Modello lineare a effetto misto.

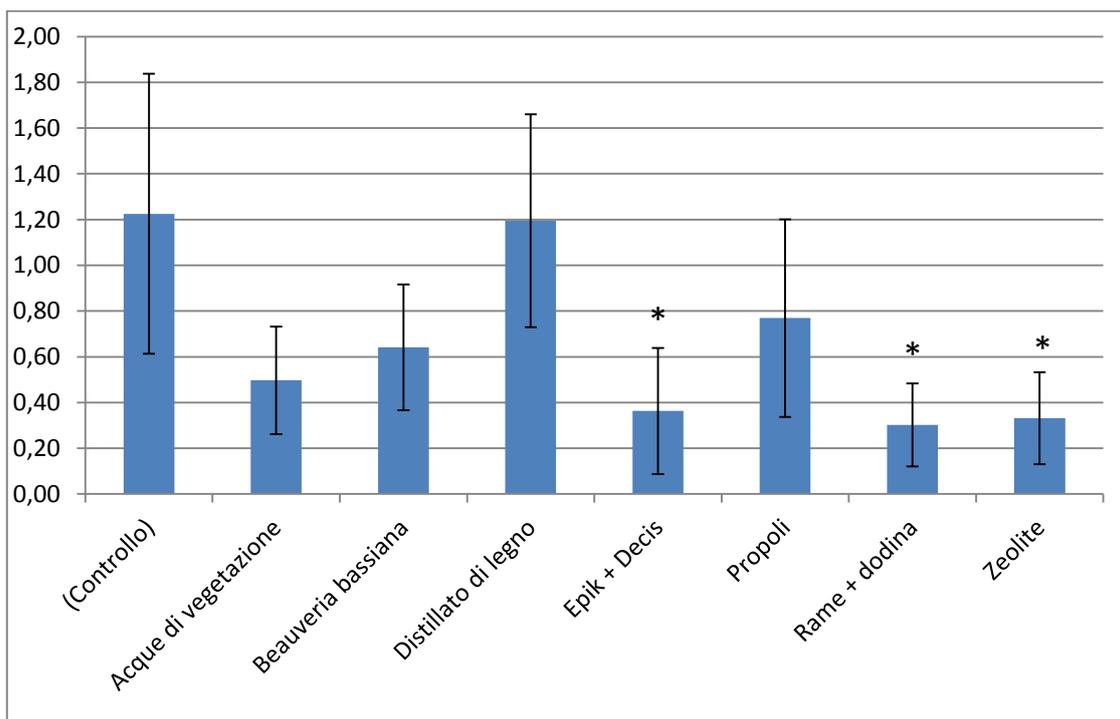


Fig. 3.2 Percentuale di infestazione viva media dei diversi prodotti (\pm errore standard) in riferimento ai tre campionamenti.

Risulta interessante l'efficacia di rame e dodina, soprattutto dai risultati dell'ultimo trattamento, essendo gli unici prodotti ad aver dimostrato un effetto significativo. Questo può essere dovuto all'azione anti-ovideponente del rame e la sua capacità antagonista nei confronti del batterio simbiote di *B. oleae* (Bigiotti et al., 2019). Dodina potrebbe avere degli effetti sulla interruzione della simbiosi, pur non essendo state trovate ricerche condotte su questa possibilità, ma quest'azione sarebbe resa ancora più efficace grazie al fatto di essere un prodotto sistemico/citotropico: infatti, dodina è nota tra i fungicidi per essere in grado di penetrare nella foglia eliminando il fungo mentre questo si sta sviluppando ed è capace anche di prevenire nuove infezioni sopprimendo il fungo quando, dopo la germinazione della spora, prova a entrare nella foglia, mantenendo così la sua efficacia nel tempo (Siciliaagricoltura.it, maggio 2019)

3.2.2 Effetto del trattamento sull'infestazione morta

Per quanto riguarda l'infestazione morta (uova morte, larve trovate morte nei diversi stadi di sviluppo e pupe morte), solamente il distillato di legno ha dimostrato un'influenza quasi

significativa ($p\text{-value} < 0,1$), sia dai risultati del campionamento svolto il 6 ottobre (Fig. 3.3; Tab. 3.3) sia dalla loro dinamica durante le diverse operazioni di raccolta delle olive (Tab. 3.4).

Tesi	Valore standardizzato	Errore standard	GL	t-value	p-value	sign
(Controllo)	0,084	0,225	21	0,373	0,712	
Acque di vegetazione	0,110	0,298	21	0,371	0,714	
<i>Beauveria bassiana</i>	0,146	0,298	21	0,492	0,627	
Distillato di legno	0,608	0,298	21	2,039	0,054	.
Epik + Decis	0,493	0,298	21	1,654	0,113	
Propoli	-0,003	0,298	21	-0,012	0,990	
Rame + dodina	-0,084	0,298	21	-0,282	0,780	
Zeolite	-0,001	0,298	21	-0,006	0,995	

residui

Tab. 3.4. Valutazione del grado di significatività dei diversi trattamenti sull'infestazione morta. Dati riferiti al 6 ottobre.

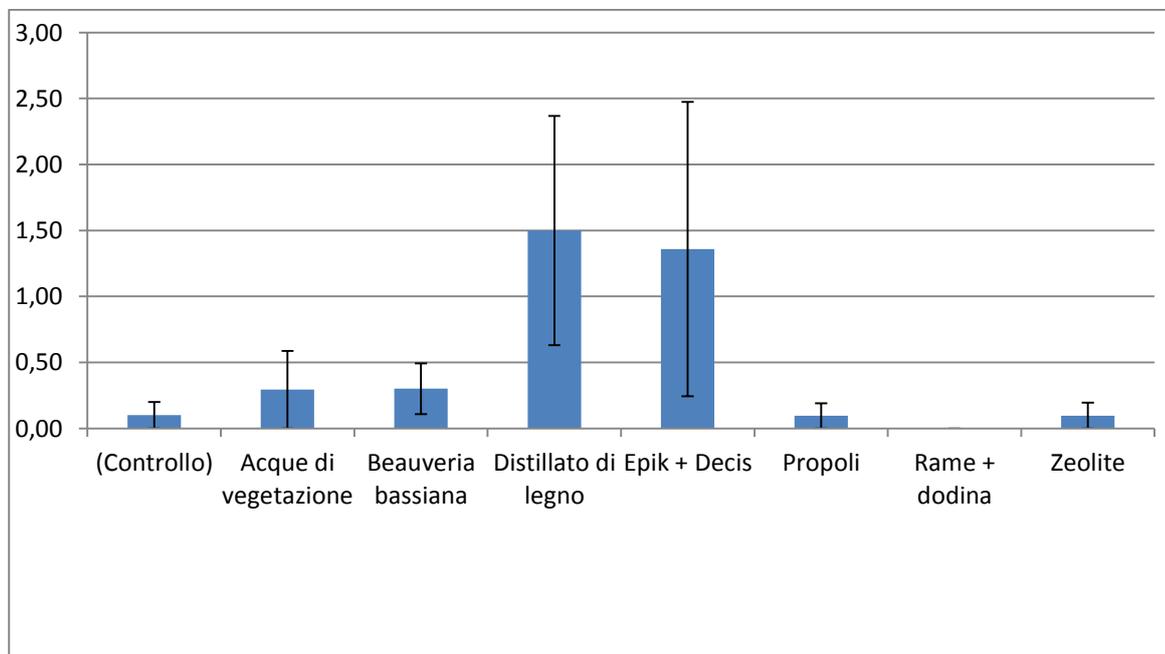


Fig. 3.3 Percentuale di infestazione morta media dei diversi prodotti (\pm errore standard) riferita al campionamento del 6 ottobre.

Tesi	Valore standardizzato	Errore standard	GL	t-value	p-value	sign
(Controllo)	0,028	0,091	77	0,307	0,758	
Acque di vegetazione	0,036	0,116	77	0,317	0,751	
<i>Beauveria bassiana</i>	0,107	0,116	77	0,929	0,355	
Distillato di legno	0,202	0,116	77	1,745	0,084	
Epik + Decis	0,164	0,116	77	1,415	0,161	
Propoli	0,057	0,116	77	0,493	0,622	
Rame + dodina	0,030	0,116	77	0,259	0,796	
Zeolite	-0,0005	0,116	77	-0,005	0,995	
residui						

Tab. 3.5. Evoluzione dell'infestazione morta nelle tre date di campionamento.

3.2.3 Effetto del trattamento sull'infestazione totale

Dall'analisi dei risultati ottenuti considerando l'infestazione totale, quindi prendendo in esame la somma dell'infestazione viva, morta e le olive che presentavano solamente fori di sfarfallamento, si è ottenuto un risvolto maggiormente apprezzabile da parte dei diversi trattamenti, sia all'interno dell'ultimo campionamento sia dell'evoluzione dell'infestazione totale durante i periodi di raccolta considerati (Fig. 3.4). In particolare, dai risultati ottenuti prendendo in esame le olive raccolte il 6 ottobre, i trattamenti svolti con Zeolite e con rame e dodina hanno ottenuto un effetto significativo ($p\text{-value}<0,05$) sull'infestazione di *B. oleae*, mentre le acque di vegetazione hanno dato dei risultati vicini alla soglia di significatività con un p-value pari a 0,06. Esiti quasi significativi sono stati osservati nelle tesi trattate con Propoli e con Epik e Decis ($p\text{-value}<0,1$) (Tab. 3.6). Prendendo in esame l'evoluzione dell'infestazione totale avvenuta in oliveto tra settembre e ottobre, zeolite ha ottenuto il livello di significatività più elevato ($p\text{-value}<0,01$), mentre il trattamento con Epik e Decis ha raggiunto il livello di significatività inferiore ($p\text{-value}<0,05$). Tuttavia se consideriamo questo modello, rame e dodina non presentano un effetto significativo (Tab. 3.6).

Tesi	Valore standardizzato	Errore standard	GL	t-value	p-value	sign
(Controllo)	5,85	1,435	21	4,076	0,0005	***

Acque di vegetazione	-3,667	1,847	21	-1,984	0,060	.
<i>Beauveria bassiana</i>	-2,33	1,847	21	-1,260	0,221	
Distillato di legno	-0,812	1,847	21	-0,439	0,664	
Epik + Decis	-3,4	1,847	21	-1,839	0,08	.
Propoli	-3,207	1,847	21	-1,735	0,097	.
Rame + dodina	-4,357	1,847	21	-2,357	0,028	*
Zeolite	-4,26	1,847	21	-2,305	0,031	*

residui

Tab. 3.6. Valutazione del grado di significatività dei diversi trattamenti sull'infestazione totale. Dati riferiti al 6 ottobre.

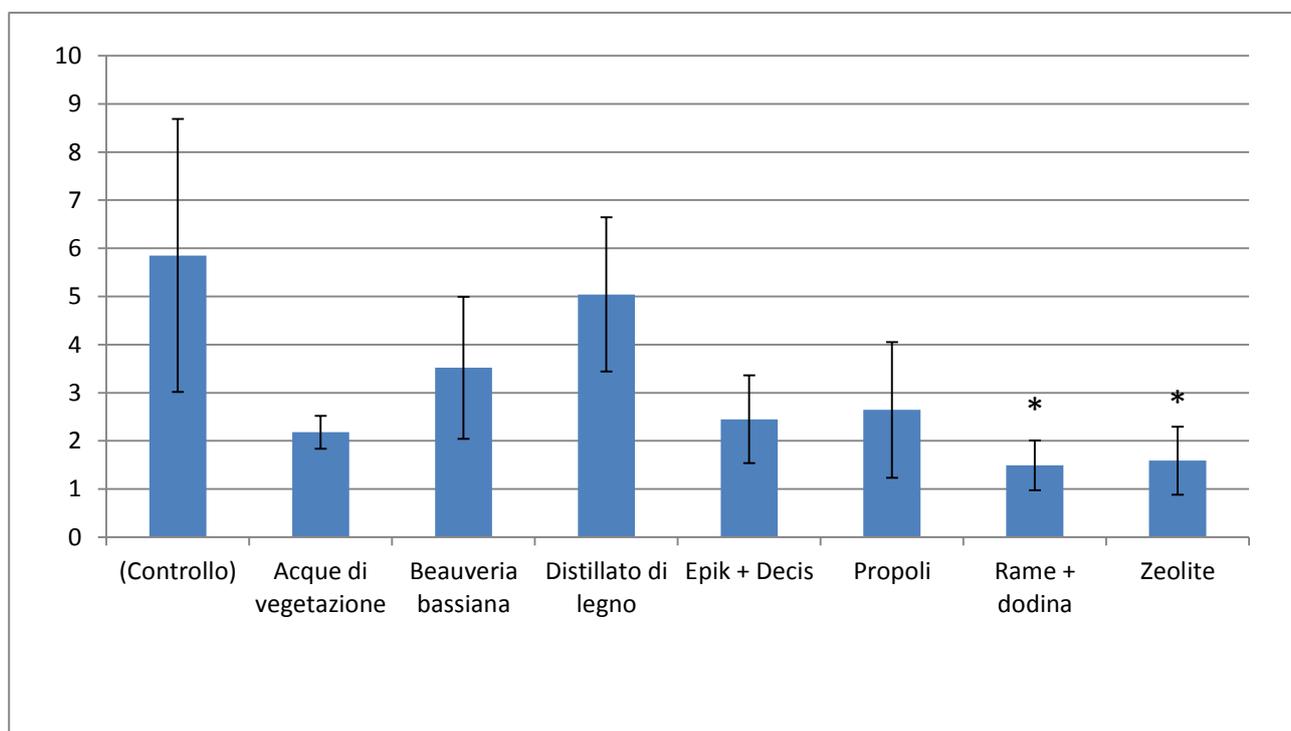


Fig. 3.4 Percentuale di infestazione totale dei diversi trattamenti (\pm errore standard) riferita al campionamento del 6 ottobre.

Tesi	Valore standardizzato	Errore standard	GL	t-value	p-value	sign
(Controllo)	0,735	0,197	77	3,730	0,0004	***
Acque di vegetazione	-0,263	0,171	77	-1,538	0,128	

<i>Beauveria bassiana</i>	-0,132	0,171	77	-0,773	0,441	
Distillato di legno	0,090	0,171	77	0,527	0,599	
Epik + Decis	-0,358	0,171	77	-2,095	0,039	*
Propoli	-0,256	0,171	77	-1,496	0,138	
Rame + dodina	-0,247	0,171	77	-1,444	0,152	
Zeolite	-0,452	0,171	77	-2,640	0,01	**
residui						

Tab. 3.7. Evoluzione dell'infestazione totale nelle tre date di campionamento.

La zeolite, in modo particolare, si presenta come un prodotto altamente efficace avendo mantenuto un livello di significatività sia nei confronti dell'infestazione viva, sia di quella totale. Questa argilla infatti presenta diverse azioni: coprente, costituendo una vera e propria barriera nei confronti della mosca; come deterrente all'ovideposizione e repellente per il suo colore chiaro. Non sono noti effetti negativi nei confronti dei batteri simbiotici o di microrganismi in genere, in quanto la zeolite trova impiego anche per arricchire la componente minerale o per ripristinare suoli inquinati (Coltivazionebiologica, giugno 2020). Zeolite e i trattamenti svolti con Epik e Decis hanno dimostrato di avere un'influenza significativa sull'infestazione viva nel periodo di campionamento di luglio-ottobre, mentre rame e dodina hanno presentato significatività sia all'interno di questo periodo, sia all'interno dell'ultimo campionamento, svolto a inizio ottobre; zeolite e il trattamento con rame e dodina hanno rivelato un'efficacia significativa sull'infestazione totale all'interno dell'ultimo campionamento, mentre se consideriamo il periodo di esame di luglio-ottobre zeolite ha avuto un effetto altamente significativo, il trattamento con Epik e Decis ha dimostrato di influenzare l'infestazione a livello significativo, mentre quello con rame e dodina non ha più presentato caratteristiche di significatività.

Tra i prodotti testati che presentano un'azione insetticida si è notata una spiccata differenza di efficacia tra Epik e Decis e *Beauveria bassiana*: quest'ultimo infatti non ha mai caratterizzato un effetto apprezzabile sul livello di infestazione. Questo può essere dovuto alle sue esigenze per permetterne l'attivazione: nello specifico questo fungo entomopatogeno richiede, per una sua efficacia ottimale, una temperatura di 25°C per sporulare (condizione che a livello di temperatura media giornaliera si è avuta solo per pochi giorni ad agosto all'interno del sito di studio) e un'U.R. almeno dell'80% (questa situazione si è presentata dalla seconda decade di ottobre) (Aipp.it). La propoli, che in studi recenti per le sue proprietà simbiotocidiche ed adulticide ha registrato risultati

interessanti applicata al caolino (Iannotta et al., 2006), in questa tesi non ha portato ad esiti soddisfacenti. Propoli infatti potrebbe essere più efficace se utilizzata in combinazione con altri prodotti (Iannotta et al., 2006) a sostegno anche del suo effetto adulticida dimostrato nel recente studio di Bigiotti et al. (2019).

3.3 Effetto del trattamento sulle punture di *Halyomorpha halys*

Il numero di punture di *H. halys* trovate sulle olive raccolte durante l'ultimo campionamento è risultato essere influenzato solamente dal trattamento con Epik e Decis ($p\text{-value} < 0.05$). In particolare, i risultati ottenuti da questo studio si discostano molto da quelli ottenuti dagli altri prodotti (Fig. 3.5). Infatti, tra tutti quelli presi in esame, rame e dodina è l'unico trattamento ad avvicinarsi ad un $p\text{-value}$ di 0,1 (Tab. 3.8).

Tesi	Valore standardizzato	Errore standard	GL	t-value	p-value	sign
(Controllo)	2,900	0,425	21	6,819	0	***
Acque di vegetazione	-0,107	0,458	21	-0,235	0,816	
<i>Beauveria bassiana</i>	-0,186	0,458	21	-0,406	0,688	
Distillato di legno	-0,112	0,458	21	-0,244	0,809	
Epik + Decis	-0,990	0,458	21	-2,160	0,042	*
Propoli	-0,522	0,458	21	-1,139	0,267	
Rame + dodina	-0,783	0,458	21	-1,709	0,102	
Zeolite	-0,644	0,458	21	-1,405	0,174	
residui						

Tab. 3.8. Valutazione dell'efficacia dei diversi trattamenti nei confronti di *H. halys*. Dati riferiti al 6 ottobre.

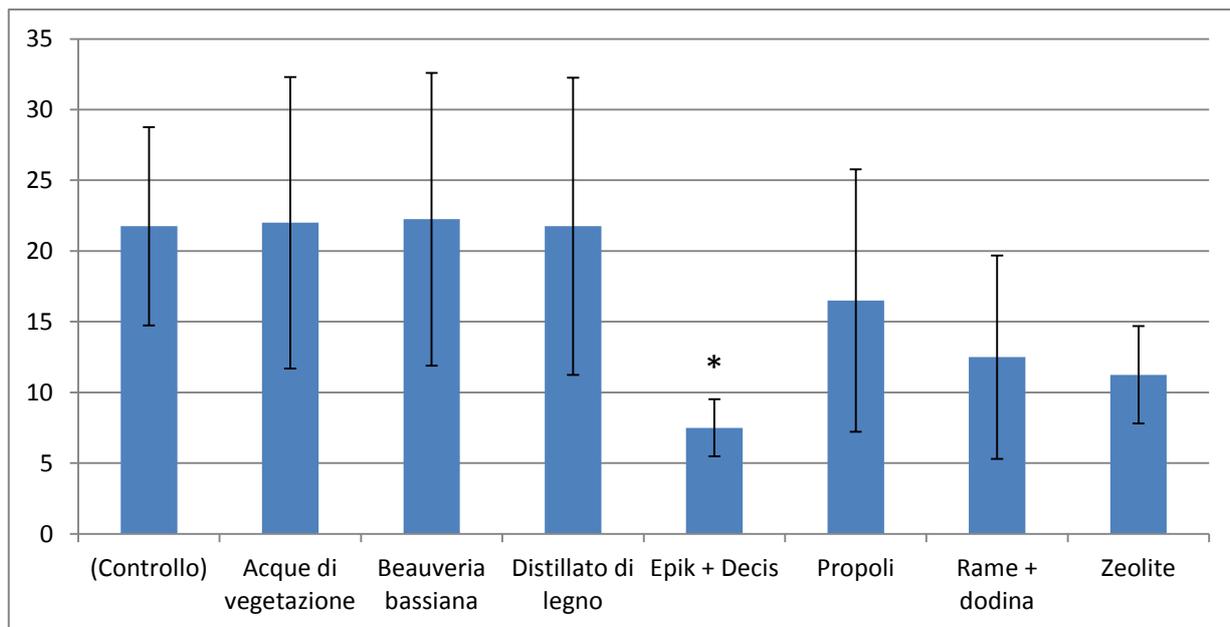


Fig. 3.5 Punture di *H. halys* secondo i diversi prodotti impiegati (\pm errore standard) con riferimento al campionamento del 6 ottobre.

4. CONCLUSIONI

Questo lavoro rappresenta uno studio per l'utilizzo di metodi alternativi alla lotta tradizionale, dato che molti prodotti, tra cui il Dimetoato, sono stati messi fuori mercato in UE e la mosca dell'olivo rappresenta sempre un'importante minaccia per l'olivicoltura nazionale. Pertanto, questi studi si rendono necessari per mantenere sotto controllo le infestazioni negli areali in cui *B. oleae* è diffusa e impedire la sua acclimatazione nelle zone attualmente sfavorevoli, tra le quali gli Appennini dell'Italia centrale e gli oliveti nel Nord Italia a causa del continuo innalzarsi delle temperature (Gutierrez A. P. et al., 2009). La necessità e la sfida consistono anche nella ricerca di nuovi sistemi di azione che si traducono in modo pratico in un maggiore studio su prodotti ovodeterrenti (es. zeolite e acque di vegetazione), adulticidi (es. propoli), simbiotocidi (es. propoli, sali di rame, dodina), nonché una possibile integrazione tra essi, come si è dimostrato usando in concomitanza caolino e propoli (Iannotta et al., 2006). È inoltre interessante notare come alcuni prodotti non registrati su *B. oleae* abbiano fornito risultati significativi come la dodina. Sarà interessante verificare se la sua efficacia possa essere associata ad una azione batteriostatica o battericida nei confronti del simbiote della mosca delle olive (*Erwinia daciola*). Ad oggi il prodotto è registrato come fungicida e antimicrobico.

I risultati ottenuti nel presente lavoro indicano che i trattamenti effettuati con prodotti che esplicano un'azione indiretta sulla mosca, come l'azione coprente o repellente (es. zeolite) possono influire in modo rilevante sulla difesa delle olive all'ovideposizione, con un'efficacia almeno comparabile (in questa prova a volte anche superiore) ai prodotti insetticidi convenzionali. Questi composti in particolare hanno fornito risultati molto incoraggianti, indubbiamente motivo di sperimentazione future, che prospettano interessanti applicazioni pratiche per l'impostazione di un piano di difesa anche di tipo preventivo, nonché sostenibile da un punto di vista ambientale e per la salute dell'uomo al fine di contenere la popolazione di *B. oleae* e i suoi danni.

5. BIBLIOGRAFIA

Aipp.it, Naturalis® acaricida, insetticida microbiologico a base di *Beauveria bassiana* ceppo ATCC 74040 (<http://www.aipp.it/UserFiles/File/corsobiopesticides/10-beauveria-bassana-Naturalis-CBC-Biogard.pdf>)

Agricoltura.it; Zeolite cubana Bioagrotech. Più salute e meno costi per piante e agricoltori. Convegno a Rimini il 17 gennaio -15 Gennaio 2019 (<https://www.agricultura.it/2019/01/15/zeolite-cubana-bioagrotech-piu-salute-e-meno-costi-per-piante-e-agricoltori-convegno-a-rimini-il-17-gennaio/>)

ARGAV [Intesa Unioncamere-Città dell'Olio per la valorizzazione degli extravergine made in Italy](#); 14 novembre 2011.

Bengochea P., Budia F., Viñuela E., Medina P. (2013), *Are kaolin and copper treatments safe to the olive fruit fly parasitoid *Psytalia concolor*?*, Journal of Pest Science, 87

Benuzzi M.; Albonetti E.; Fiorentini F.; Ladurner E.; 2007 - *A Beauveria bassiana-based bioinsecticide for the microbial control of the olive fly (*Bactrocera oleae*)*, Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull. 30(9), 2007 pp. 125-130

Bigiotti G.; Pastorelli R.; Belcari A.; Sacchetti P.; 2019 - *Symbiosis interruption in the olive fly: Effect of copper and propolis on *Candidatus Erwinia dacicola**, Journal of applied entomology, 12 February 2019

Caleca V.; Belcari A.; Sacchetti P.; 2012 – *Lotta alla mosca delle olive in olivicoltura integrata e biologica*; Protezione delle Colture, Marzo 2012

Capasso R., Evidente A., Tremblay E., Sala A., Santoro C., Cristinzio G. Scognamiglio F.; 1994; *Direct and mediated effects on *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera; Tephritidae) of natural polyphenols and some of related synthetic compounds: Structure-activity relationships*, Journal of Chemical Ecology volume 20, pages 1189–1199 (1994).

Cirio U.; 1970 – *Reperti sul meccanismo stimolo-risposta nell'ovideposizione del *Dacus oleae* Gmelin (Diptera, Trypetidae)*.

Cirio U., 1971 – *Reperti sul meccanismo stimolo-risposta nell'ovideposizione del *Dacus oleae* Gmelin (Diptera, trypetidae)*. Redia 52: 577-600.

Cirio U., 1979 – *L'impiego delle esche proteiche avvelenate per il controllo della mosca delle olive*. L'informatore agrario, 26: 57-60.

Coltivazionebiologica.it, *La propoli in agricoltura. Fungicida bio e antiparassitario naturale*, 22 Marzo 2020, (<https://www.coltivazionebiologica.it/propoli/#:~:text=L'uso%20della%20propoli%20in%20agricoltura%20biologica,-Per%20le%20sue&text=Il%20suo%20utilizzo%20%C3%A8%20indicato,dei%20fruttiferi%20e%20delle%20ortive.>)

Coltivazionebiologica.it, *La zeolite per migliorare il terreno ed eliminare parassiti e funghi*, 23 Giugno 2020, (<https://www.coltivazionebiologica.it/zeolite/>)

Coltivazionebiologica.it, *Il distillato di legno per potenziare le difese naturali delle piante*, 12 Luglio 2020, (<https://www.coltivazionebiologica.it/distillato-di-legno/>)

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 preimmaginali di *Dacus oleae* (Gmelin)*. Frustula entomologica, n.s. 5: 133-165.

De Souza Araújo E., *Antibacterial and antifungal activity of pyroligneous acid from wood of *Eucalyptus urograndis* and *Mimosa tenuiflora**, in Journal of Applied Microbiology, vol. 1364, n. 5072, 2017.

Delrio G., Prota R., 1976 – *Osservazioni eco-etologiche sul *Dacus oleae* Gmelin nella Sardegna nord-occidentale*. Boll. Zool. Agr. e Bachc., Ser. II, 13: 49-118.

Delrio G., Cavalloro R., 1977 – *Reperti sul ciclo biologico e sulla dinamica di popolazione del *Dacus oleae* Gmelin in Liguria*. Redia, 60: 221-253.

Delrio G., Ortu S., Prota R., 1979 – *Fattori che influenzano l'attrazione di *Dacus oleae* Gmelin e *Ceratitis capitata* Wiedemann alle trappole chemio e cromotropiche*. Redia, 62: 229-255.

Delrio G., Prota R., Economopoulos P.V., Economopoulos A.P., Haniotakis G.E., 1982 – *Comparative study on food, sex and visual attractants for the olive fruit fly* – CEC/IOBC Symposium – Athens: 465-472.

Economopoulos A.P., 1977 – *Controlling *Dacus oleae* by fluorescent yellow traps*. Ent. exp. appl., 22 : 183-190.

Economopoulos A.P., Haniottakis G.E., Michelakis S., Tsiropoulos G.J., Zervas G.A., Tsitsipis J.A., Manoukas A.G., Kiritsakis A., Kinigakis P., 1982 – *Population studies on the olive fruit fly *Dacus oleae* (Gmelin) (Dipt., Tephritidae)* in Western Certe. *Z. eng. Ent.*, 93: 463-476.

Fabbri A., (2006); *Olivo in Italia settentrionale* (<https://www.colturaecultura.it/capitolo/olivo-settentrione#>) pp. 312-325

Ferrari M., Marcon E., Menta A.; “*Fitopatologia, entomologia agraria e biologia applicata*” – Edagricole scolastico - RCS Libri spa, 2006

Fiume F.; Vita G.; 1977; *L'impiego delle acque di vegetazione del frutto di olivo per il controllo del *Dacus oleae* Gmel. in pieno campo*, Estratto dal Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria “F. Silvestri” di Portici, volume XXXIV – 1977.

Fletcher B.S., Pappas S., Kapatos E., 1978 – *Changes in the ovaries of olive flies (*Dacus oleae* (Gmelin)) during the summer, and their relationship to temperature, humidity and fruit availability*. *Ecological Entomology*, 3: 99-107.

Fletcher B.S., Kapatos E., 1981 – *Dispersal of the olive fly, *Dacus oleae*, during the summer period on Corfù*. *Ent. exp & appl.*, 29 : 1-8.

Gargani E.; Simoni S.; Benvenuti C.; Frossinini R.; Barzanti G.; Roversi P. F.; Caselli A.; Guidotti M.; 2018 - *Aclees cf. sp. foveatus (Coleoptera Curculionidae), an exotic pest of *Ficus carica* in Italy: a sustainable approach to defence based on aluminosilicate minerals as host plant masking solids*, *REDIA*, 101, 2018: 201-205

Genduso P., Ragusa di Chiara S., Parenzan P. (1994) - *Allevamento di *Opius concolor* Sz. e sua utilizzazione per il controllo biologico della *Bactrocera oleae* Gmel. In: *Innovazione e Prospettive nella Difesa Fitosanitaria*. Convegno Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Ferrara 1994. Istituto Sperimentale di Patologia Vegetale, Roma, 213–217.*

Girolami V., 1973 – *Reperti morfo-istologici sulle batteriosimbiosi del *Dacus oleae* Gmelin e di altri Ditteri Tripetidi, in natura e negli allevamenti su substrati artificiali*. *Redia*, 54: 269-294.

Girolami V.; 1974 - *Relazione Euratom 1974 - Programma biologia, protezione sanitaria*.

Girolami V., 1978 – *Note demo-ecologiche sul *Dacus oleae* Gmelin*. *Notiziario Malattie delle Piante*, 98-99: 11-25.

Girolami V., 1979 – *Studi biologici e demoeologici sul Dacus oleae (Gmelin). 1. Influenza dei fattori ambientali abiotici sull'adulto e sugli stadi preimmaginali*. Redia, 62: 147-191.

Guastamacchia F.; D'Ascenzo D.; Guarino A.; Antonino N.; Crivelli L.; Vitali D.; Bitonte D.; Capella A.; 2018 - *Efficacy of acetamiprid for the control of olive fly, Bactrocera oleae*; Atti, Giornate Fitopatologiche, Chianciano Terme (SI), Italia, 6-9 marzo 2018, Volume primo 2018 pp.125-130 ref.3

Gutierrez A. P.; Ponti P.; Cossu Q. A.; *Effects of climate warming on Olive and olive fly (Bactrocera oleae (Gmelin)) in California and Italy*, 2009

Iannotta N.; Belfiore T.; Noce M. E.; Perri L.; Scalercio S.; 2006 – *Efficacy of products allowed in organic olive farming against Bactrocera oleae (Gmel.)*, pp. 323-326

ISMEA.it ISMEA traccia il bilancio complessivo del 2018 per l'agroalimentare italiano - Agrosserva IV trimestre 2018, Roma, 7 maggio 2019 (<http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/10689>)

Jose P. A.; Ben-Yosef M.; Jurkevitch E.; Yuval B.; 2019 - *Symbiotic bacteria affect oviposition behavior in the olive fruit fly Bactrocera oleae*, Journal of Insect Physiology, Volume 117, August–September 2019, 103917

Lupo V., 1943 – *L'andamento climatico, la mosca delle olive e sua migrazione*. Boll. Lab. Ent. Agr. Portici, 32: 137-177.

Martinelli G., 1963 – *La mosca delle olive e gli estremi termici*. Boll. Lab. Ent. Agr. "F. Silvestri" Portici, 21: 236-242.

Mazomenos B.E., Pomonis J.C., 1983 – *Male olive fruit fly pheromone: isolation identification and lab. bioassays*. Proc. CEC/IOBC Int. Symp. "Fruit flies of economic importance", Atene, 16-19 novembre 1982: 96-103.

Mori N., 1999 – *Risposta ai semiochimici regolatori del comportamento riproduttivo in Bactrocera oleae Gmel. in diverse situazioni fisiologiche e ambientali*. Dottorato di Ricerca. Dipartimento di Biologia Applicata alla Difesa delle Piante. Università di Padova.

Orphanidis P.S., Karaynnis G.B., 1958 – *Observations concernant l'influence exercée par de hautes températures prolongées sur la population du Dacus oleae*. Ann. Ist. Phytopath. Benaki, n.s., 1: 219-222.

Palialunga B., *Nuovi strumenti per smaltire le acque di vegetazione*, – Olivo e olio, Edagricole, 9 settembre 2014, pp. 42-44

Petacchi R., Guidotti D., Rizzi I. (2003) - *The “lure and kill” technique in *Bactrocera oleae* (Gmel.) control: effectiveness indices and suitability of the technique in area wide experimental trials*. International Journal of Pest Management, 49, 305-311.

Raspi A., Loni A. (1994) - *Alcune note sull'allevamento di *Opius concolor* (Szèpl.) (Hymenoptera: Braconidae) e su recenti tentativi d'introduzione della specie in Toscana ed in Liguria*. Frustula entomologica, 17, 135-145.

Rosi M. C., Librandi M., Sacchetti P., Belcari A. (2007) - *Effectiveness of different copper products against the olive fly in organic olive groves*. IOBC/wprs Bull. 30 (9), 277- 281.

Rouini I., Simeone V., Cesari G., El Bilali H., Perri E., Benincasa C., Scalercio S., Iannotta N. (2009), *Olive fly management using copper, kaolin and propolis in three Italian organic olive groves*, XIV Scientific-Technical Symposium of Olive Oil, Jaen, 13-15 May 2009, 100

Scalercio S.; Belfiore T.; Noce M.E.; Vizzarri V.; Iannotta N.; 2008 - *Impact of kaolin and *Beauveria bassiana* treatments against olive fly on the non-target arthropods of the olive ecosystem*, ISHS Acta Horticulturae 873

Scalercio S., Belfiore, T., Noce M.E., Vizzarri V., Iannotta N. (2010), *Impact of kaolin and *Beauveria bassiana* treatments against olive fly on the non-target arthropods of the olive ecosystem*, Acta Horticulturae, 873, 329-336

Sinno M.; Bézier A.; Vinale F.; Giron D.; Laudonia S.; Garonna A. P.; Pennacchio F.; 2020 - *Symbiosis disruption in the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), as a potential tool for sustainable control*, Pest management science, 1 May 2020

Tremblay E., *Entomologia applicata*, Liguori Editore, volume III parte seconda (ditteri brachiceri, caliptrati esclusi), 2a edizione, 2005, pp. 216

Venturi F., Ruffo S., *Elementi di entomologia agraria*, Bologna, Edizioni Agricole, 1953

Vita G., Cirio U., Fedeli E., Jacini G., 1977 – *L'uso di sostanze naturali presenti nell'oliva come prospettiva di lotta contro *Dacus oleae* (Gmel.)*. Boll. Lab. Ent. Agr. “F. Silvestri”, Portici, 34: 55-61.

Vita G., Rossi R., Carpita A., 1980 – *Valutazione in campo dell'attrattività esplicata verso Dacus oleae (Gml.) da parte di formulati chimici rilascianti ammoniaci*. Redia, 63: 185-196.

Yokoyama V. Y., Rendon P. A., Sivinski J. (2008) – *Psytalia cf. concolor (Hymenoptera: Braconidae) for biological control of olive fruit fly (Diptera : Tephritidae) in California*. Environmental Entomology, 37, 764-773.

Zhang W.; Zhang Y., *Effects of wood vinegar on the soil microbial characteristics*, 2014.

SITOGRAFIA

<https://www.italiaolivicola.it/news/mondo/isma-scheda-di-settore-olio-di-oliva/>

<https://argav.wordpress.com/tag/olivicultura/>

<https://www.biogard.it/prodotto/naturalis/>

<https://www.siciliaagricoltura.it/2019/05/20/ulivo-come-combattere-locchio-del-pavone-o-cicloconio/>

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio vivamente il Dott. Corrado Perin, con cui ho svolto questa ricerca, il quale è stato anche un punto di riferimento durante le prove svolte in campo, e per avermi dato la possibilità di elaborare questa tesi. Lo ringrazio per la sua disponibilità a darmi consiglio ogniqualvolta ne ho avuto bisogno.

Un ringraziamento speciale lo rivolgo alla mia famiglia, ai miei genitori e ai miei fratelli, che in tutti questi anni mi hanno sempre sostenuto e appoggiato in tutte difficoltà, senza farmi mancare il loro supporto.

APPENDICE

Si riportano i dati dei campionamenti delle tre date (12 agosto, 10 settembre e 6 ottobre) con riferimento al numero di olive con punture sterili, uova vive e morte, larve vive e morte, pupe vive e morte, fori d'uscita e olive sane. Nella tabella relativa all'ultimo campionamento (6 ottobre) sono presenti anche i dati relativi al numero di punture di *H. halys* (cimice asiatica).

Campionamento 12/08/2020

	Punture sterili	Uova	Uova morte	Larve di I età	Larve di I età morte	Larve di II età	Larve di II età morte	Larve di III età	Larve di III età morte	Larve parassitizzate	Pupe	Pupe morte	Fori d'uscita	Olive sane	Totale
1b1	1													99	100
1b2	1													99	100
1b3	0													100	100
1b4	2													98	100
2b1	0													100	100
2b2	0													100	100
2b3	0													100	100
2b4	1													99	100
3b1	0													100	100
3b2	0													100	100
3b3	0													100	100

3b4	1														99	100
4b1	0														100	100
4b2	0														100	100
4b3	4														96	100
4b4	0														100	100
4bis	1														99	100
5b1	1														99	100
5b2	2														98	100
5b3	0														100	100
5b4	2														98	100
6b1	2														98	100
6b2	0														100	100
6b3	0														100	100
6b4	2														98	100
7b1	0														100	100
7b2	0														100	100
7b3	0														100	100
7b4	1														99	100
7bis	0														100	100
8b1	5														95	100

8b2	2														98	100
8b3	0														100	100
8b4	4														96	100

Campionamento 10/09/2020

	Punture sterili	Uova	Uova morte	Larve di I età	Larve di I età morte	Larve di II età	Larve di II età morte	Larve di III età	Larve di III età morte	Larve parassitizz ate	Pupe	Pupe morte	Fori d'uscita	Olive sane	Totale
1b1											1	1		98	100
1b2	1												1	98	100
1b3	2													98	100
1b4														100	100
2b1														100	100
2b2						1								99	100
2b3								1			1		1	97	100
2b4											1		1	98	100
3b1														100	100
3b2														100	100
3b3														100	100
3b4												2		98	100

4b1												1		99	100
4b2	1													99	100
4b3											2			98	100
4b4													1	99	100
4bis														100	100
5b1	1													99	100
5b2														100	100
5b3	1													99	100
5b4														100	100
6b1	1													99	100
6b2	2								1					97	100
6b3	1					2								97	100
6b4	0													100	100
7b1	1													99	100
7b2	4													96	100
7b3	2													98	100
7b4														100	100
7bis	1													99	100
8b1	1								1					98	100
8b2	1	1												98	100

8b3														1	99	100
8b4															100	100

Campionamento 6/10/2020

	Punture sterili	Uova	Uova morte	Larve di I età	Larve di I età morte	Larve di II età	Larve di II età morte	Larve di III età	Larve di III età morte	Larve di III età morte parassitizzate	Pupe	Pupe morte	Fori d'uscita	Olive sane	Totale	Punture <i>H. halys</i>	Inf. Viva (%)	Inf. Morta (%)	Inf. Totale (%)
1b1	12			3	1	2		3			3		1	237	262	44	4,20	0,38	4,96
1b2						2		3			4		4	237	250	4	3,60	0,00	5,20
1b3								1						243	244	7	0,41	0,00	0,41
1b4	6													251	257	11	0,00	0,00	0,00
2b1	4				3	6		3	1	4	5		1	224	251	53	5,58	3,19	9,16
2b2	5		1		5		1	4					3	230	249	15	1,61	2,81	5,62
2b3	1			1		1		1			3		4	254	265	11	2,26	0,00	3,77
2b4	2			1		1							2	244	250	8	0,80	0,00	1,60
3b1	1			1		3		2					1	242	250	19	2,40	0,00	2,80
3b2	3			2				1					1	240	247	8	1,21	0,00	1,62
3b3											2		2	253	257	9	0,78	0,00	1,56
3b4					3			4						248	255	52	1,57	1,18	2,75
4b1	4												1	244	249	34	0,00	0,00	0,40

4b2													2	245	247	7	0,00	0,00	0,81		
4b3								1				1		4	253	259	5	0,77	0,00	2,32	
4b4								1				1		4	240	246	4	0,81	0,00	2,44	
4bis												1		1	243	245	4	0,41	0,00	0,82	
5b1	2			2	1									1	251	257	20	0,78	0,39	1,56	
5b2	2						2		3				1		3	240	251	13	2,39	0,00	3,59
5b3												1		1	245	247	8	0,40	0,00	0,81	
5b4							1								250	251	4	0,40	0,00	0,40	
6b1	2				1					1			1		244	250	26	0,40	0,80	1,60	
6b2	5						2		2				1		4	236	250	50	2,00	0,00	3,60
6b3				1	1				4				1		12	229	248	8	2,42	0,40	7,66
6b4				1									1		1	243	246	5	0,81	0,00	1,22
7b1	12		1		5			2			1				213	236	13	0,00	4,66	4,66	
7b2									4				4			241	249	5	3,21	0,00	3,21
7b3							1		1				1			259	262	4	1,15	0,00	1,15
7b4	2		1		1										254	258	8	0,00	0,78	0,78	
7bis	1				1				1				1		244	248	13	0,81	0,40	1,21	
8b1	4	1					2		7				8		17	209	248	39	7,26	0,00	14,11
8b2	13	2		3			1		1						4	247	271	27	2,58	0,00	4,06
8b3	3			1			1						4		4	235	248	13	2,42	0,00	4,03

8b4	6										1	1	1	241	250	8	0,40	0,40	1,20
-----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	-----	-----	---	------	------	------