


← → ↻ 🏠 🔒 zoologicaljournal.com/archives/2022.v2.i1.B 🔍 📄 ⭐ 🗄️ ⋮




- Printed Journal
- Refereed Journal
- Peer Reviewed Journal

Search articles

P-ISSN: 2788-8428, E-ISSN: 2788-8436

Home Editorial Board Archives Instructions Indexing Submit Manuscript Contact us




Zoological and Entomological Letters


Zoological and Entomological Letters

2022, Vol. 2, Issue 1, Part B

S. No.	Title and Authors Name
1	The status of the fisheries of the sea cucumber in Sudan red sea coast Abdall N Elawad, Hala Gindrel and Ammar OE Ibrahim Zool. Entomol. Lett., 2022; 2(1): 56-59 Abstract Download Country: Sudan File Size: 447 KB Views: 52 Downloads: 17
2	Does sexual size dimorphism vary with maximum and minimum temperatures in red millipedes <i>Centrobolus</i> Cook, 1897? Mark Cooper Zool. Entomol. Lett., 2022; 2(1): 60-65 Abstract Download Country: Saudi Arabia File Size: 487 KB Views: 59 Downloads: 15
3	Does sexual size dimorphism vary with sex ratio in red millipedes <i>Centrobolus</i> Cook, 1897? Mark Cooper Zool. Entomol. Lett., 2022; 2(1): 66-68 Abstract Download Country: South Africa File Size: 285 KB Views: 35 Downloads: 16
4	Millipede mass: Intersexual differences Mark Cooper Zool. Entomol. Lett., 2022; 2(1): 69-70 Abstract Download Country: Saudi Arabia File Size: 251 KB Views: 53 Downloads: 30
5	Management of <i>Ceratitis Capitata</i> and <i>Phyllocnistis citrella</i> with Basalt powder "Farina di Basalto®" compared to two botanical extracts (<i>Citrus aurantium</i> and <i>Nerium oleander</i>) in citrus orchard Mohamed Ellmem, Rym Jaouadi, Maha Kalbousi, Chalma Lahfel, Slim Rouz, Hassan Kharroubi, Abdennacer Bouilla, Sofien Kouki, Giuliano Ragnoni, Gianluca Pizzuti, Fabio Primavera, Alessandro Roccini and Alberto Carl DOI: https://doi.org/10.22271/letters.2022.v2.i1b.37 Zool. Entomol. Lett., 2022; 2(1): 71-80 Abstract Download Country: Tunisia File Size: 389 KB Views: 8 Downloads: 8



© 2022. All Rights Reserved. Zoological and Entomological Letters




[Link Research Gate](#)
[versione originale](#)

International Journal of Zoological and Entomological Letters 2022; 2(1): 71-80 - P-ISSN: 2788-8428 - E-ISSN: 2788-8436 – www.zoologicaljournal.com

Gestione di *Ceratitis capitata* e *Phyllocnistis citrella* con la "Farina di Basalto®" rispetto a due estratti botanici (*Citrus aurantium* e *Nerium oleander*) in agrumeto

Mohamed Elimem¹, Rym Jaouadi¹, Maha Kalboussi¹, Chaima Lahfef^{1,2}, Slim Rouz¹, Hassan Kharroubi³, Abdennacer Boulila⁴, Sofien Kouki³, Giuliano Ragnoni⁵, Gianluca Pizzuti⁵, Fabio Primavera⁵, Alessandro Riccini⁵ e Alberto Cari⁵

¹Laboratory of Agriculture Production Systems and Sustainable Development (LR03AGR02), Department of Agricultural Production, Higher School of Agriculture of Mograne, University of Carthage, Mograne-Zaghouan 1121, Tunisia

²National Institute of Agronomy of Tunis, University of Carthage, Tunis 1082, Tunisia

³Higher School of Engineer of Medjez El Bebb, Medjez ElBeb, Béja, University of Jendouba, Tunisia

⁴Laboratory of Natural Substances, National Institute of Research and Physico-chemical Analyses, Biotechpole of Sidi Thabet, Ariana, 2020, Tunisia

⁵Basalti Orvieto srl –Loc Cornale, 05014-CASTEL VISCARDO (TR), Italy

Correspondence Mohamed Elimem Laboratory of Agriculture Production Systems and Sustainable Development (LR03AGR02), Department of Agricultural Production, Higher School of Agriculture of Mograne, University of Carthage, Mograne-Zaghouan 1121, Tunisia

DOI: <https://doi.org/10.22271/letters.2022.v2.i1b.37>

Sommario

Sintesi	4
Premessa	4
Parole chiave	4
1. Introduzione	5
2. Materiali e metodi	6
2.1. Sito sperimentale	6
2.2. Periodo di studio	7
2.3. Trattamenti	7
2.3.1. La Farina di Basalto®	7
2.3.2. Estratti vegetali	8
2.4. Parcella sperimentale	9
2.5. Campionamento e monitoraggio	10
2.6. Valutazione dell'efficacia	11
2.7. Identificazione dei composti fenolici mediante analisi HPLC-PDA/ESI-MS	11
2.7. Analisi statistica.....	11
3. Risultati	12
3.1. Analisi HPLC-PDA/ESI-MS.....	12
3.2. Impatto dei trattamenti sulla CLM - Citrus Leaf Miner - Minatrice serpentina degli agrumi (<i>Phyllocnistis citrella</i>)	12
3.3. Impatto dei trattamenti sugli adulti di mosca mediterranea	15
4. Discussione	16
5. Conclusioni	19
6. Ringraziamenti:	19
7. Riferimenti	19

INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE

Figura 1. Localizzazione geografica del sito sperimentale.....	7
Tabella 1. Proprietà chimiche della Farina di Basalto® [42]	8
Tabella 2. Proprietà fisiche della Farina di Basalto® [47]	8
Tabella 3. Trattamenti applicati con dosi e abbreviazioni.....	9
Figura 2. impostazione della parcella sperimentale.....	10
Figura 3. Monitoraggio dei valori medi delle larve vive di CLM nelle foglie in relazione ai diversi trattamenti nell'agrumeto.....	13
Figura 4. Valori medi dei tassi di mortalità nel monitoraggio delle larve di CLM nelle foglie per i diversi trattamenti nell'agrumeto	14
Figura 5. Tassi di efficacia dei diversi trattamenti utilizzati contro le larve di CLM nell'agrumeto	15
Figura 6. Valori medi degli adulti di mosca mediterranea intrappolati in relazione ai diversi trattamenti nell'agrumeto.....	16

Sintesi

Premessa: Questo studio si propone di valutare e confrontare l'efficacia della Farina di Basalto® come trattamento fogliare con due dosi differenti (1,5% e 3%), nel terreno come ammendante (1,5%) e come applicazione combinata (1,5%) rispetto a due estratti botanici acquosi di arancio amaro (*Citrus aurantium*) e oleandro (*Nerium oleander*) (50g/L contro *Ceratitis capitata* e *Phyllocnistis citrella* in un agrumeto). Per quanto riguarda *C. capitata*, i prodotti utilizzati hanno esercitato un effetto repellente. Il numero medio di adulti intrappolati in tutte le unità trattate è diminuito significativamente dopo il primo trattamento e si è mantenuto a valori molto bassi rispetto al controllo. Per quanto riguarda *P. citrella*, la popolazione di larve vive è diminuita notevolmente dopo il primo trattamento e ha raggiunto valori bassi. I tassi di mortalità delle larve nelle parcelle trattate sono stati osservati fin dal primo giorno dopo il primo trattamento. Sono aumentati progressivamente fino a raggiungere valori medi compresi tra l'80 e il 100% una e due settimane dopo il secondo trattamento. I tassi di efficacia della farina di Basalto® sono stati del 60, 51 e 39% rispettivamente per le applicazioni fogliari al 3% e all'1,5% e per l'applicazione combinata. Per quanto riguarda gli estratti vegetali, i tassi di efficacia sono stati di circa il 50 e il 56% rispettivamente per l'estratto acquoso di oleandro e di arancio amaro. Questi risultati saranno utili per la pianificazione della lotta integrata negli agrumeti per il controllo di *C. capitata* e *P. citrella*, al fine di evitare l'uso di pesticidi.

Parole chiave: Agrumi, mosca della frutta, minatrice degli agrumi, lotta biologica, basalto, tassi di mortalità, Farina di Basalto

Data di presentazione: 08-02-2022

Data di accettazione: 12-03-2022

1. Introduzione

Originario dell'Asia sudorientale, in particolare della Cina meridionale, l'arancio amaro è una coltura molto diffusa in tutto il mondo [1]. In Tunisia, il Citrus è una coltura molto importante, con circa 6,4 milioni di alberi che coprono una superficie di circa 21 000 ettari. La produzione di agrumi rappresenta il 9,45% della produzione totale di frutta. Occupa una posizione importante nell'esportazione e un ruolo economico in Tunisia [2, 3]. Tuttavia, gli agrumi sono attaccati da un gran numero di parassiti che causano perdite significative, in particolare la mosca mediterranea della frutta: *Ceratitis capitata*, Wiedemann (1824) (Diptera: Tephritidae) e la minatrice serpentina degli agrumi: *Phyllocnistis citrella*, Stainton (1856) (Lepidoptera: Gracillariidae) [4]. La mosca mediterranea è un grave parassita della frutta in tutto il mondo [5]. È un parassita polifago che può attaccare e danneggiare un gran numero di frutti appartenenti a più di 350 specie botaniche [6, 7]. *C. capitata* causa danni su frutti commerciali e non, ed è il parassita più dannoso degli alberi da frutto in Tunisia, soprattutto degli agrumi [8, 9]. Questa mosca causa danni importanti anche su pesche e fichi (*Ficus indica*) [4]. In Tunisia, le perdite raggiungono l'80% e il 90% in assenza di strategie di controllo [4, 10, 11]. Questo parassita può limitare l'esportazione di agrumi e obbligare gli agricoltori ad applicare misure di disinfezione elevate [3, 12, 13]. Il controllo della mosca mediterranea in molti Paesi del mondo prevede l'uso di insetticidi come organofosfati, piretroidi e spinosad rilasciati con esche proteiche [14, 16] o l'irrorazione del terreno per distruggere principalmente le larve o le pupe [17]. In Tunisia, il controllo della mosca mediterranea si basa principalmente sull'applicazione di insetticidi organofosfati, in particolare il Malathion, in combinazione con esche proteiche [18]. Tuttavia, diversi problemi sono stati associati all'uso di insetticidi organofosfati, soprattutto il problema della resistenza, ad esempio al Malathion [19] e gli effetti negativi sulla fauna non bersaglio [20, 21].

In Tunisia sono stati applicati diversi metodi alternativi per controllare *C. capitata*, tra cui la tecnica SIT (Sterile Insect Technique) [22, 23], la cattura massale [12, 13, 23] e il metodo attract and kill [9]. La minatrice serpentina degli agrumi (Citrus leafminer (CLM) *P. citrella*) danneggia *Citrus spp* e alcune cultivar della famiglia delle Rutaceae [24]. In Tunisia, la *P. citrella* è stata segnalata per la prima volta nell'ottobre 1994 nel nord-est e si è poi diffusa in tutte le regioni di coltivazione degli agrumi [25]. Questo parassita attacca i giovani germogli. Gli adulti depongono le uova vicino alla nervatura della foglia e le larve schiuse iniziano a nutrirsi del mesofillo fogliare provocando mine serpentine. Preferiscono la pagina inferiore e distruggono lo strato epidermico della foglia che si accartoccia e

diventa necrotica [26, 28]. Lo sviluppo delle popolazioni di *P. citrella* coincide con le fioriture estive e autunnali di *Citrus*, a seconda delle variazioni di temperatura. Durante l'inverno e l'inizio della primavera, l'attività del CLM si riduce. Le popolazioni aumentano in estate e in autunno, quando il volume del fogliame è importante e favorevole allo sviluppo del parassita [29]. L'alimentazione di *P. citrella* influisce sull'attività fotosintetica delle foglie e quindi sulla qualità degli agrumi [30]. In Tunisia, la massima attività di popolazione del CLM si osserva durante l'autunno, ma diminuisce durante l'inverno, quando non sono presenti foglie giovani [31]. Nel clima mediterraneo, le fioriture estive e autunnali, che rappresentano il 20-30% dello sviluppo totale del fogliame annuale, sono le più infestate da *P. citrella* [32]. Dalla sua comparsa in Tunisia, sono state adottate diverse strategie per controllare la CLM, in particolare l'uso di pesticidi con un ampio spettro d'azione [33]. Il metodo convenzionale è stato il solo mezzo applicato per controllare questo parassita. Tuttavia, questo approccio si rivela costoso e di breve durata [26, 34, 36].

Studi recenti hanno mostrato alcune alternative al controllo chimico contro il CLM, come biopesticidi e oli minerali applicati in giardini e frutteti [37, 39]. L'applicazione di oli minerali per via fogliare è stata suggerita come repellente per le femmine che depongono le uova [40, 41]. Inoltre, questi oli si sono dimostrati ecocompatibili perché non minacciano la fauna benefica rispetto ai pesticidi convenzionali. In Tunisia non sono stati condotti studi sull'effetto dei biopesticidi contro *P. citrella* [33]. Lo scopo di questo lavoro è valutare e confrontare l'efficacia di due estratti vegetali (oleandro e arancio amaro) e del minerale di roccia basaltica "Farina di Basalto®" come metodi alternativi per il controllo dei due parassiti principali degli agrumeti: la mosca mediterranea della frutta e la minatrice serpentina degli agrumi.

2. Materiali e metodi

2.1. Sito sperimentale

Questo lavoro è stato condotto in un agrumeto convenzionale situato nella regione di Testour (36°33'14.7 "N 9°23'40.4 "E) (distretto di Beja) in Tunisia (Figura 1). Il sito sperimentale appartiene alla Society of Agricultural Development of Ghanima Andalous (SDAE El Ghanima Andalous) nella regione di Testour. La varietà Navel Fukumoto è coltivata nell'agrumeto in modo intensivo. La scelta dell'agrumeto si è basata sull'attacco molto importante degli alberi di agrumi da parte di diversi parassiti, in particolare la mosca mediterranea della frutta e la minatrice serpentina degli agrumi nella

regione di Testour.

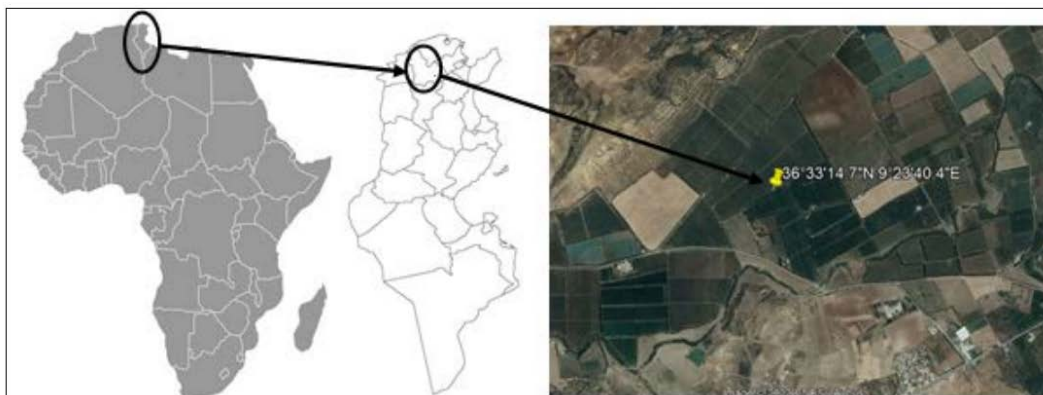


Figura 1. Localizzazione geografica del sito sperimentale.

2.2. Periodo di studio

Lo studio è stato condotto dal 07 luglio al 28 agosto 2020.

2.3. Trattamenti

2.3.1. La Farina di Basalto®

Conosciuta inizialmente come fertilizzante applicato per migliorare la produzione delle colture, la "Farina di Basalto®" contiene elementi naturali come silicio, alluminio, potassio e calcio. La "Farina di Basalto®" è ottenuta dalla Basalti Orvieto s.r.l. dalle effusioni basaltiche avvenute in prossimità del proprio giacimento, in Italia. La "Farina di Basalto®" è ottenuta attraverso un processo industriale di macinazione di rocce basaltiche selezionate e non per ventilazione. È micronizzata con particelle inferiori a 30 µm. Queste particelle sono ottenute dalla macinazione meccanica della roccia vulcanica effusiva di base. Questo prodotto non è dannoso per l'uomo, è ecologico e attiva e migliora il sistema di difesa delle piante [42, 45].

La composizione chimica del basalto è costituita generalmente da 37,76-59,64 SiO₂; 10,10-20,93 Fe₂O₃; 11,77-14,32 Al₂O₃; 5,57-14,75 CaO; 5,37-9,15 MgO; 1,40-3,34 Na₂O [46]. Le proprietà chimiche della della "Farina di Basalto®" sono riportate nella Tabella 1 e le proprietà fisiche nella Tabella 2.

Tabella 1. Proprietà chimiche della Farina di Basalto® [42]

Ossido di Silicio (SiO)	45 - 49%
Ossido di Alluminio (Al ₂ O ₃)	20,5 - 25,6%
Ossido di Potassio (K ₂ O)	8 - 10%
Ossido di Ferro (Fe ₂ O ₃)	5,2 - 8,5%
Ossido di Calcio (CaO)	7,5 - 8,5%
Ossido di Magnesio (MgO)	1,9 - 2,6%
Ossido di Sodio Na ₂ O	2,2 - 4,9%
Anidride Fosforica (P ₂ O ₅)	0,6 - 0,7%

Tabella 2. Proprietà fisiche della Farina di Basalto® [47]

Conduttività elettrica (estratto 2:1)	dS/m	1,14
pH-	Log[H ⁺]	9±0.5
Capacità di scambio cationico	meq/100g	9
Ferro assimilabile (As. Fe)	mg/Kg	377
Densità	Kg/dm ³	2.70
Idrosolubilità	non solubile in acqua	
Stato fisico solido	polvrulento	
Colore	grigio chiaro	
Odore	non percettibile	

2.3.2. Estratti vegetali

Per confrontare l'impatto della "Farina di Basalto®", in questa prova sono stati testati due estratti vegetali. I frutti di arancio amaro sono stati raccolti da alberi di *Citrus aurantium* della Scuola Superiore di Agricoltura di Mograne (36°25'45.90"N 10°05'36.55"E), appartenente al Governatorato di Zaghouan in Tunisia. Per quanto riguarda il *Nerium* (*Nerium oleander*), le foglie sono state prelevate

da alberi che crescono nella Scuola Superiore di Ingegneria di Medjez El Bej (36°37'22.13 "N 9°33'34.89 "E) che appartiene al governatorato di Beja in Tunisia. In laboratorio i frutti dell'arancio amaro sono stati sbucciati ed essiccati a temperatura ambiente, come le foglie di oleandro, e poi macinati per ottenere una polvere molto fine. Gli estratti sono stati testati alla dose di 50 g di polvere disciolti in un litro d'acqua, secondo le precedenti prove [48, 49]. Le polveri sono state mescolate con acqua durante 48 ore dalla macerazione, quindi filtrate con teli di mussola e polverizzate per l'applicazione fogliare con un atomizzatore a spalla ad azionamento meccanico.

2.4. Parcella sperimentale

La parcella sperimentale è un blocco completamente randomizzato (CRB) in cui sono stati applicati sette trattamenti: (C) come controllo, (XF 1,5%) per l'applicazione fogliare di "Farina di Basalto®" alla dose dell'1,5%, (XF 3%) per l'applicazione fogliare di Farina di Basalto® al 3%, (FP 1. 5%) per "Farina di Basalto®" applicata come ammendante del terreno alla dose dell'1,5%, (XF+FP 1,5%) per l'applicazione combinata all'1,5%, (Org) per l'estratto di arancio amaro applicato alla dose di 50 g/l e (Ner) per l'estratto di Nerium applicato alla dose di 50 g/l (**Tabella 3**). Per questa prova sono state adottate tre linee nell'agrumeto e per ogni trattamento sono stati scelti casualmente tre alberi (Figura 2).

Tabella 3. Trattamenti applicati con dosi e abbreviazioni

Trattamento	Abbreviazione	Dose
Controllo (Testimone)	C	Nessuna
Fogliare "Farina di Basalto® XF" applicazione all'1.5%	XF 1,5%	1,5%
Fogliare "Farina di Basalto® XF" applicazione al 3%	XF 3%	3%
"Farina di Basalto® - Preparato FP Suolo Vivo" come fertilizzante applicazione al 1,5%	FP 1,5%	1,5%
Applicazione combinata 1,5%	XF+FP 1,5%	1,5%
Estratto di arancia amara (Orange bitters)	Org	50 g/l
Estratto di Oleandro (<i>Nerium oleander</i>)	Ner	50 g/l

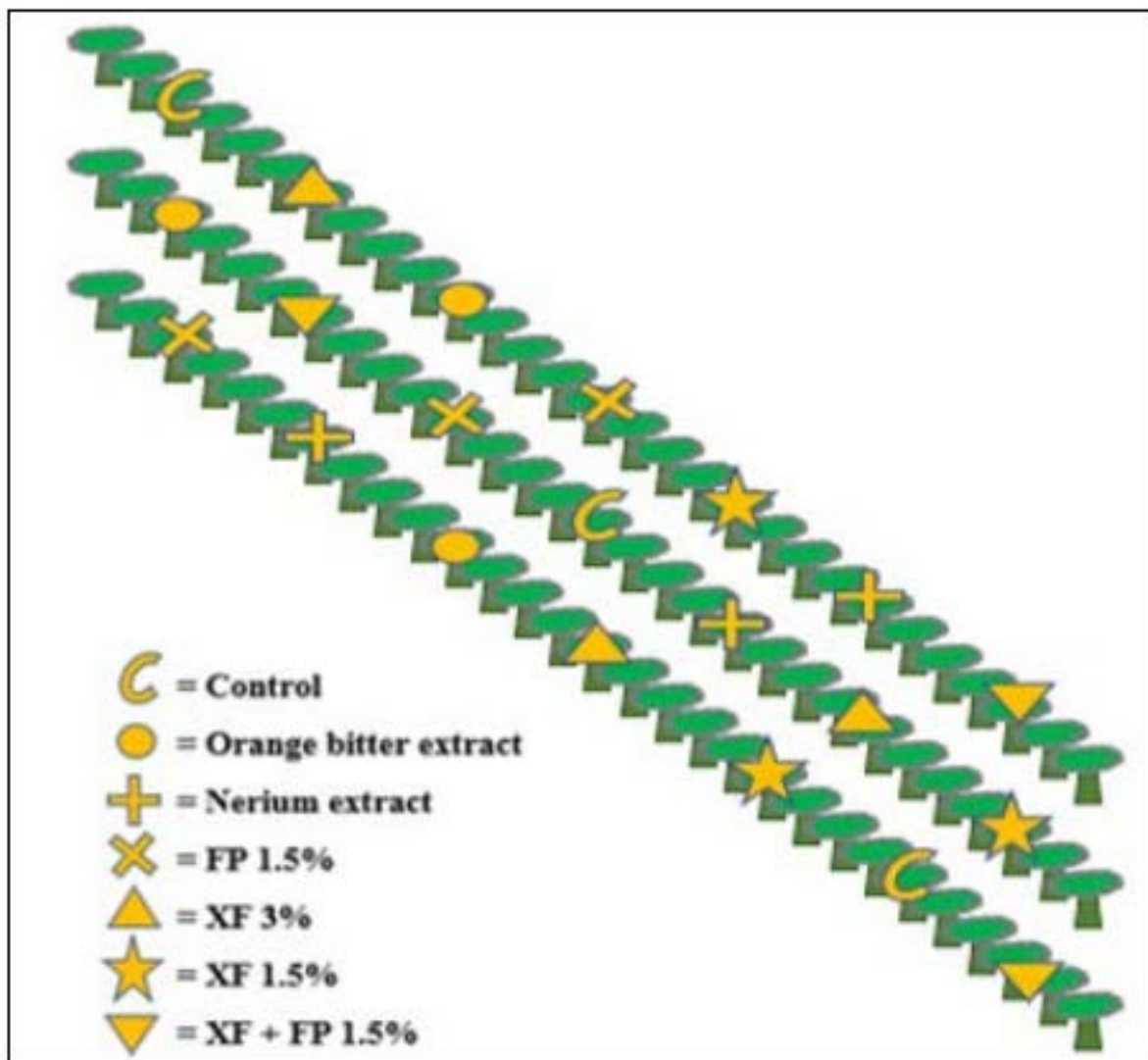


Figura 2. impostazione della parcella sperimentale

(C: Controllo, XF3%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare al 3%, XF1,5%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare all'1,5%, FP1,5%: Applicazione di "Farina di Basalto®" nel terreno, XF+FP1,5%: Applicazione combinata di "Farina di Basalto®").

2.5. Campionamento e monitoraggio

Il campionamento è iniziato una settimana prima del primo trattamento. Poi, si è svolto durante il giorno del trattamento, dopo 24 ore, 72 ore, una settimana e poi due settimane dopo il primo trattamento. Lo stesso intervallo di campionamento è stato adottato dopo il secondo trattamento. Da ogni albero sono stati prelevati quattro rametti di circa 30 cm di lunghezza da ciascun lato (nord, est, sud, ovest). I rametti sono stati inseriti in sacchetti di plastica neri contrassegnati e poi portati in laboratorio per il monitoraggio. Per quanto riguarda il monitoraggio della mosca, sono state installate trappole di tipo Mcphail in ogni albero di agrumi scelto a caso. Le trappole contengono un disco killer

con un insetticida, una capsula di feromone sessuale "Trimedlure" e un'esca a base di proteine.

2.6. Valutazione dell'efficacia

Dove Mr è il tasso di mortalità, Mt è il numero di individui morti nelle parcelle trattate, Mc è il numero di individui morti nelle parcelle non trattate (controllo). Per quanto riguarda il tasso di efficacia, è stato valutato secondo la seguente formula (Abbott 1925) [50]:

$$Er = [(T0 - Tt / T0) \times 100]$$

Dove Er è la percentuale di efficacia, T0 è il numero di individui vivi nelle parcelle non trattate, Tt è il numero di individui vivi nelle parcelle trattate.

2.7. Identificazione dei composti fenolici mediante analisi HPLC-PDA/ESI-MS

Per identificare i composti fenolici, 20 g di foglie essiccate sono state macerate in un volume di 100 mL di acqua distillata per un periodo di 48 ore a temperatura ambiente. Le soluzioni ottenute sono state filtrate, liofilizzate e poi trasferite in provette e conservate a 4 °C al buio. I composti fenolici sono stati identificati utilizzando la cromatografia liquida ad alte prestazioni accoppiata con una matrice di fotodiodi e la rivelazione della spettrometria di massa (HPLC-PDA-ESI/MS). L'analisi LC-ESI-MS è stata condotta in modalità di ionizzazione elettrospray negativa su un sistema HPLC della serie Agilent 1100 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA), dotato di un rivelatore a fotodiodi (PDA) e di uno spettrometro di massa a triplo quadrupolo tipo Micromass Autospec Ultima Pt (Kelso, UK). L'analisi è stata eseguita su un Uptisphere C18 in fase inversa (Interchim) (2 mm × 100 mm, dimensione delle particelle 5 µm) a 40 °C. La fase mobile per la separazione dei composti degli estratti era composta da acqua, acido formico allo 0,1% in acqua (A) e acido formico allo 0,1% in metanolo (B). È stato utilizzato il seguente gradiente lineare di solvente a più fasi: 0-5 min, 2% B; 5-60 min, 98% B, 60-65 min, 2% B.

2.7. Analisi statistica

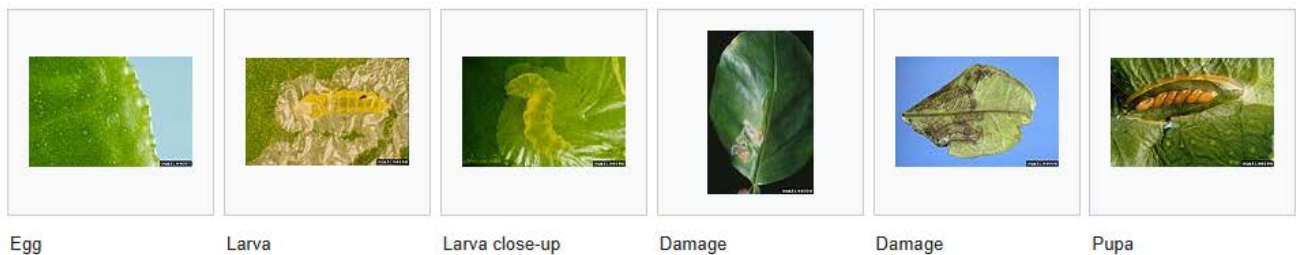
Le analisi statistiche sono state eseguite utilizzando il software statistico SPSS 23 (Statistical Package for the Social Sciences version 23). Questo programma è stato utilizzato per l'analisi della varianza (ANOVA) e per il test LSD per il confronto delle medie a $p \leq 0,05$

3. Risultati

3.1. Analisi HPLC-PDA/ESI-MS

L'analisi HPLC-PDA/ESI-MS ha permesso di identificare negli estratti di *C. aurantium* sette flavonoidi, tra cui cinque flavononi (Eriodictyol, Naringenin-rutinoside, Eriocitrin, Brutierdin ed Hesperidin, che era il composto dominante, un flavonolo (Quercetin) e un limonoide (Limonin)). Per quanto riguarda l'estratto di *N. oleander*, sono stati identificati sei composti: acido chinico, acido caffeoilchinico isomero I, acido caffeoilchinico isomero II, kaempferolo-rutinoside, acido dicaffeoilchinico e rutinoside di quercetina (rutina) che era il composto dominante.

3.2. Impatto dei trattamenti sulla CLM - Citrus Leaf Miner - Minatrice serpentina degli agrumi (*Phyllocnistis citrella*)



Immagini: fonte Wikipedia



Il monitoraggio delle larve vive di CLM nelle foglie (Figura 3) ha mostrato che un giorno dopo il primo trattamento (giorno T1+1) i valori medi in tutte le parcelle trattate hanno iniziato a diminuire ed erano significativamente diversi rispetto al controllo ($p \leq 0,05$). Questo calo è stato continuo anche dopo il secondo trattamento (T2) fino a raggiungere valori molto bassi che si avvicinavano allo zero alla fine del periodo di studio, mentre nelle parcelle di controllo i valori medi erano di circa 5 larve vive di CLM per campione. Va notato che non sono state rilevate differenze significative tra i diversi tipi di applicazione ("Farina di Basalto®" ed estratti vegetali), tranne che per quella combinata (XF+FP1,5%).

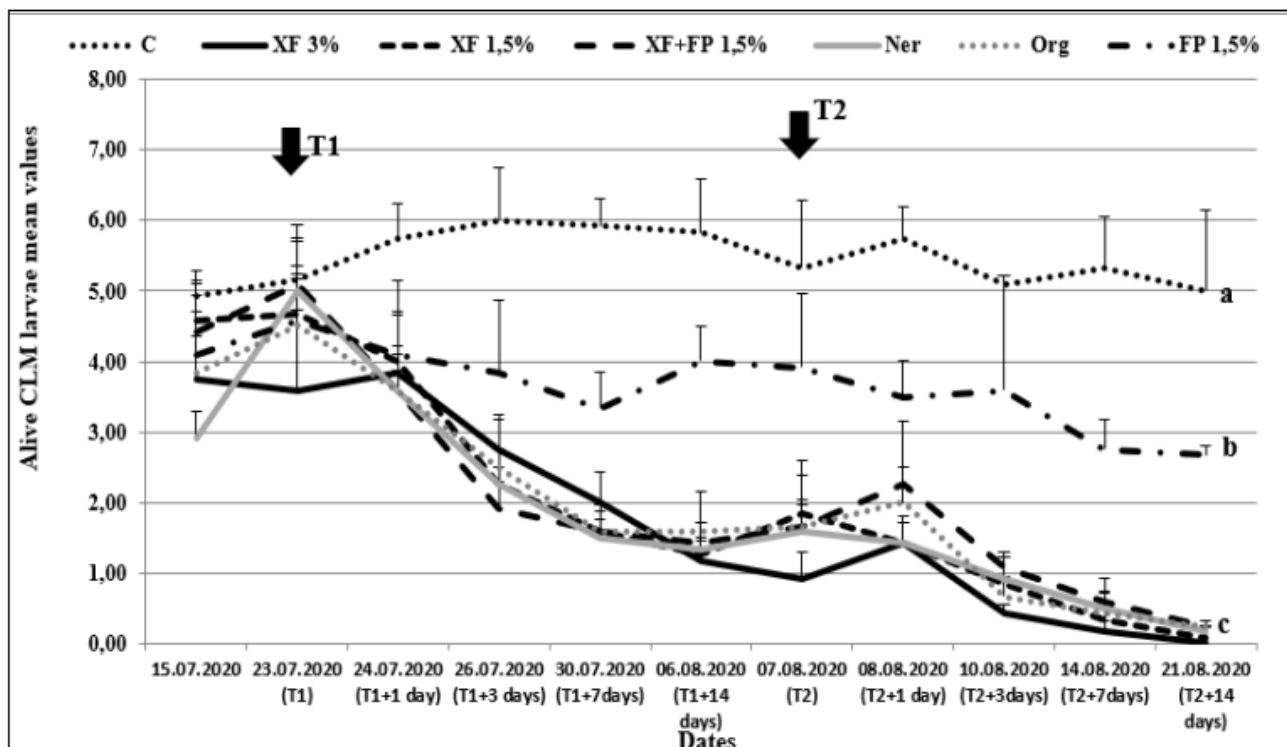


Figura 3. Monitoraggio dei valori medi delle larve vive di CLM nelle foglie in relazione ai diversi trattamenti nell'agrumeto

(Legenda: C: Controllo, XF3%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare al 3%, XF1,5%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare all'1,5%, FP1,5%: Applicazione di "Farina di Basalto®" nel terreno, XF+FP1,5%: Applicazione combinata di "Farina di Basalto®", Ner: Nerium, Org: Arancio amaro, T1: Primo trattamento, T2: Secondo trattamento) (le medie con le stesse lettere non sono significativamente diverse a $p \leq 0,05$).

Per quanto riguarda i tassi di mortalità (Figura 4), i risultati ottenuti hanno mostrato un rapido effetto sulle larve un giorno dopo il primo trattamento (T1+1 giorno), dove i massimi senza differenze significative ($p \leq 0,05$) sono stati osservati per XF3%, XF+FP1,5% e Arancia amara con rispettivamente 14,89, 14,26 e 14,23%. I tassi di mortalità sono poi aumentati fino a raggiungere valori medi di circa 47,16 e 49,42% rispettivamente per XF3% e Arancio amaro due settimane dopo il primo trattamento. Tuttavia, l'FP1,5%, in cui la "Farina di Basalto®" è stata applicata nel terreno come ammendante, non ha mostrato tassi di mortalità elevati ed è sempre stato significativamente diverso ($p \leq 0,05$) dagli altri. Va notato che dopo il secondo trattamento (T2), i tassi di mortalità hanno continuato ad aumentare fino a raggiungere valori medi tra il 90,46 e il 100% per XF3%, l'80,87 e il 92,38 per XF1,5%, il 72,80 e il 90,16% per l'oleandro e l'8,41 e l'86,86% per l'arancio amaro rispettivamente una settimana e due settimane dopo T2 e per lo più senza differenze significative tra i trattamenti ($p \leq 0,05$). In effetti, questi risultati indicano che è necessaria un'applicazione complementare per rafforzare l'efficacia della prima.

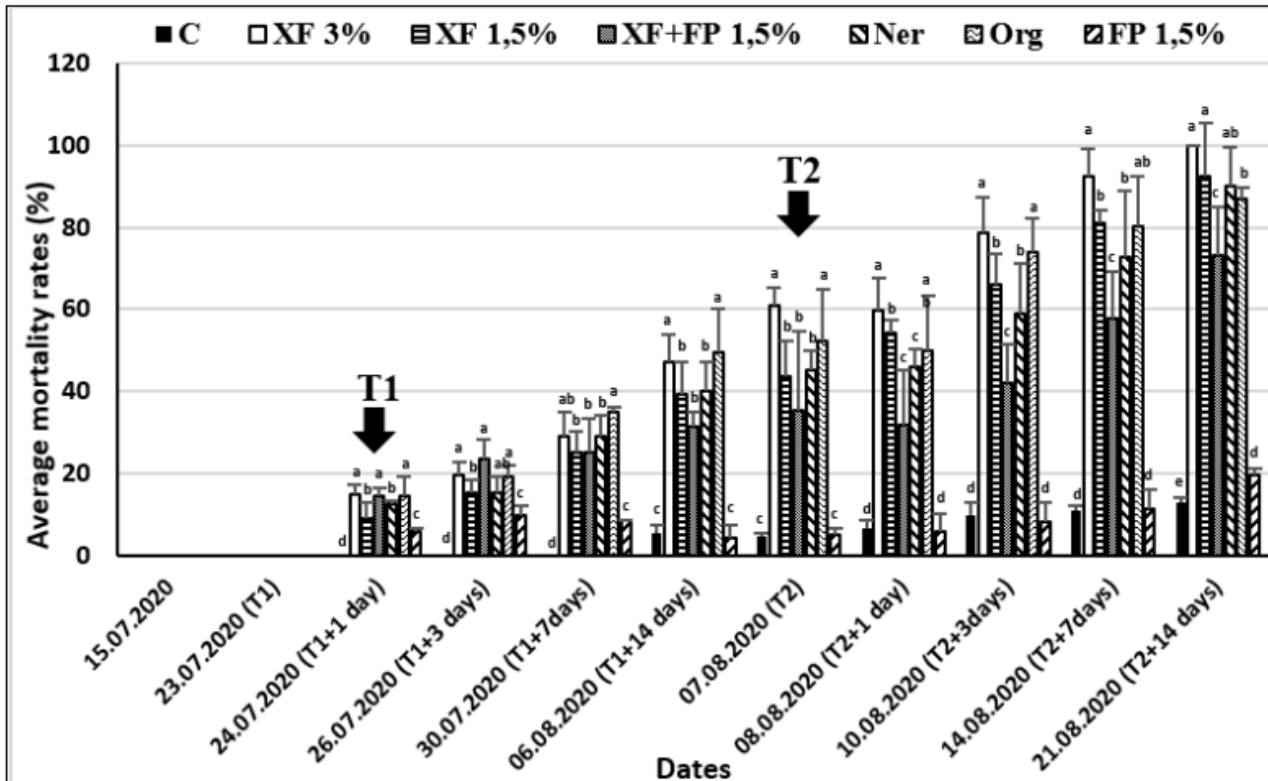


Figura 4. Valori medi dei tassi di mortalità nel monitoraggio delle larve di CLM nelle foglie per i diversi trattamenti nell'agrumeto

(Legenda: C: Controllo, XF3%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare al 3%, XF1,5%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare all'1,5%, FP1,5%: Applicazione al suolo di "Farina di Basalto®", XF+FP1,5%: Applicazione combinata di "Farina di Basalto®", Ner: Nerium, Org: Arancio amaro, T1: Primo trattamento, T2: Secondo trattamento) (Le medie con le stesse lettere non sono significativamente diverse a $p \leq 0,05$).

I tassi di efficacia di tutti i prodotti utilizzati, con dosi e applicazioni diverse, non sono risultati significativamente significativi ($p \leq 0,05$), tranne che per FP1,5%, dove era solo del 9%. Il tasso di efficacia più elevato è stato osservato per XF3%, seguito da arancio amaro, XF1,5%, Nerium e XF+FP 1,5% con rispettivamente il 60, 56, 51, 50 e 39% (Figura 5). Di fatto, questi risultati dimostrano che i diversi tipi di applicazione sono statisticamente uguali e simili.

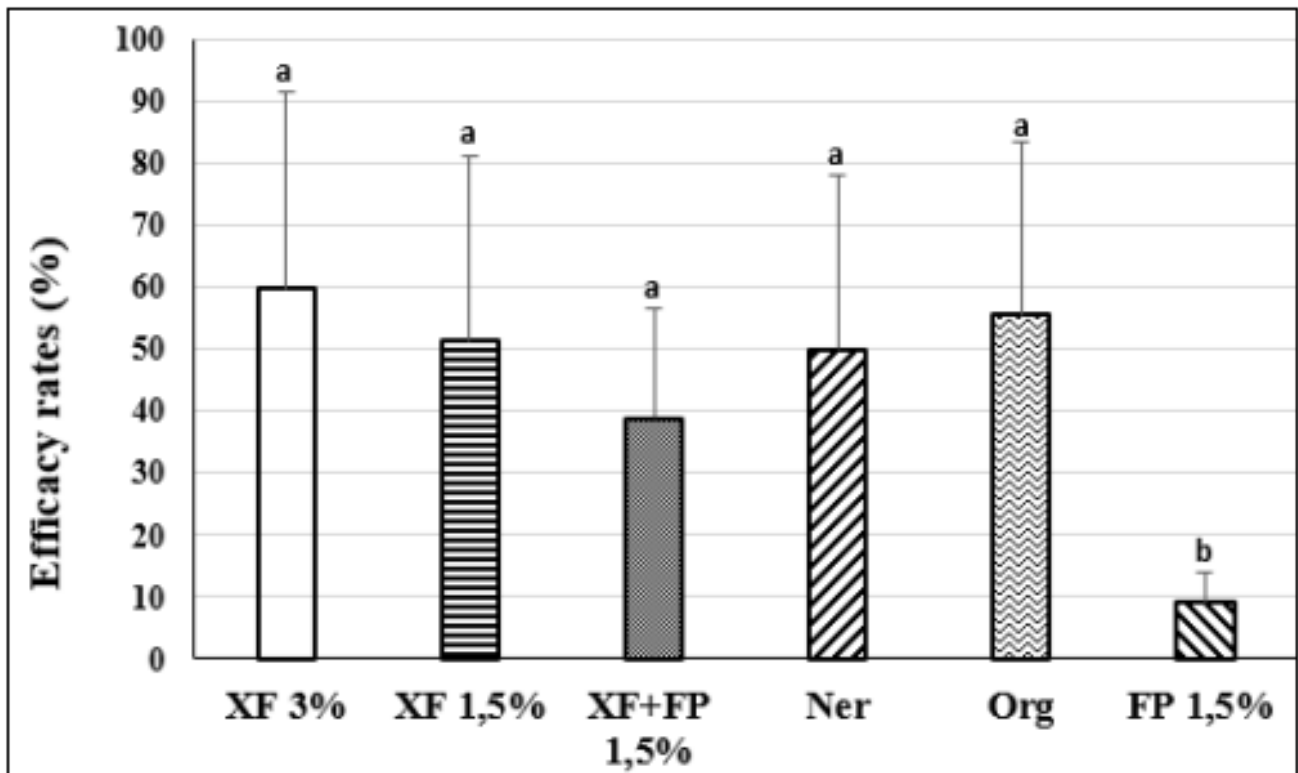


Figura 5. Tassi di efficacia dei diversi trattamenti utilizzati contro le larve di CLM nell'agrumeto

(Legenda: C: Controllo, XF3%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare al 3%, XF1,5%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare all'1,5%, FP1,5%: Applicazione di "Farina di Basalto®" nel terreno, XF+FP1,5%: Applicazione combinata di "Farina di Basalto®", Ner: Nerium, Org: Arancio amaro) (Le medie con le stesse lettere non sono significativamente diverse a $p \leq 0,05$).

3.3. Impatto dei trattamenti sugli adulti di mosca mediterranea



Il monitoraggio degli adulti di mosca mediterranea negli agrumeti ha evidenziato un'infestazione molto importante, grazie all'elevato numero di adulti riscontrati nelle trappole installate, compreso tra un minimo di 7,33 e un massimo di 29,66 adulti per trappola una settimana prima del primo trattamento e tra 8 e 44,66 adulti per trappola durante il giorno del trattamento (Figura 6). Un giorno dopo il primo trattamento, i valori medi degli adulti catturati sono diminuiti in tutte le parcelle trattate senza differenze significative ($p \leq 0,05$). Queste medie non hanno mostrato variazioni importanti durante il resto del periodo di studio e si sono mantenute tra i 5 e i 9 adulti per trappola. Una settimana e poi due settimane dopo il secondo trattamento, i valori medi degli adulti sono risultati

molto bassi in tutte le parcelle trattate. Per quanto riguarda il FP1,5%, la popolazione di adulti è diminuita leggermente per poi riprendere ad aumentare avvicinandosi ai valori medi osservati nelle parcelle di controllo, soprattutto dopo un giorno dal secondo trattamento, dove non è stata osservata alcuna differenza significativa tra FP1,5% e controllo.

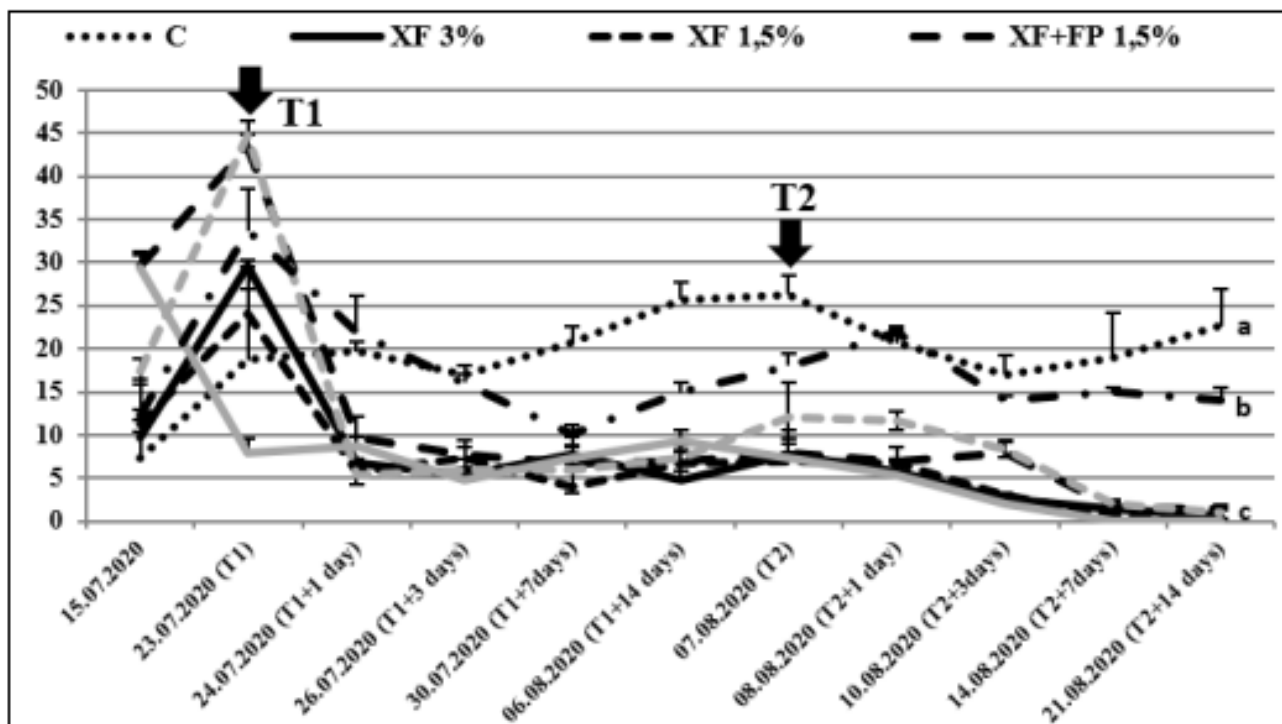


Figura 6. Valori medi degli adulti di mosca mediterranea intrappolati in relazione ai diversi trattamenti nell'agrumeto

(Legenda: C: Controllo, XF3%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare al 3%, XF1,5%: "Farina di Basalto®" applicazione fogliare all'1,5%, FP1,5%: Applicazione di "Farina di Basalto®" nel terreno, XF+FP1,5%: Applicazione combinata di "Farina di Basalto®", Ner: oleandro, Org: arancio amaro, T1: Primo trattamento, T2: Secondo trattamento) (I valori con le stesse lettere non sono significativamente significativi a $p \leq 0,05$).

4. Discussione

I risultati ottenuti in questo studio hanno dimostrato che la lotta biologica contro la mosca mediterranea e il CLM negli agrumeti, utilizzando la "Farina di Basalto®" e gli estratti vegetali, è efficace come metodo alternativo in un approccio IPM. Infatti, i metodi utilizzati sono stati efficaci per ridurre i livelli di popolazione dei parassiti a valori bassi sotto la soglia di nocività, come l'uso di spray insetticidi o di tecniche di cattura massiva per il controllo della mosca mediterranea [9, 13, 51] o di pesticidi e oli minerali per il CLM [33]. Tuttavia, l'uso di pesticidi o della tecnica di cattura massiva

sembra essere costoso a causa degli elevati costi delle trappole e dei loro attrattori [52]. D'altra parte, l'uso di alternative contro *C. capitata* e *P. citrella* è necessario a causa dei diversi problemi principali, come i problemi di resistenza della mosca mediterranea [53, 56] e della CLM. Inoltre, Hafsi *et al.* [9] hanno confermato l'inefficacia degli insetticidi nel limitare la resistenza della mosca. In Tunisia, *C. capitata* viene controllata con la tecnica della cattura massale con diversi tipi di trappole ed esche come metodo alternativo di controllo [57, 58]. Sui frutteti di agrumi Hafsi *et al.* [23] hanno dimostrato l'efficacia di una densità di 80 trappole/ha nel ridurre il livello di popolazione e i frutti danneggiati. Nel caso dell'albicocco, Elimem *et al.* [13] hanno dimostrato che una densità di 40 trappole/ha è efficace nel ridurre la popolazione in campo. Questo dato è probabilmente influenzato principalmente dal grado di isolamento, dalle dimensioni del frutteto protetto ed essenzialmente dalla densità della popolazione del parassita [59]. Per quanto riguarda *P. citrella*, sono stati sperimentati diversi metodi alternativi, come la tecnica culturale che consiste nel potenziare le fioriture primaverili, sfavorevoli al parassita, per ridurre o limitare i focolai di CLM durante le fioriture estive e autunnali [60]. I pesticidi chimici e gli oli minerali sono i metodi più utilizzati per controllare il CLM [10, 33]. I risultati ottenuti hanno dimostrato l'efficacia della Farina di Basalto® e dell'estratto vegetale nel ridurre le popolazioni di entrambi i parassiti. Il prodotto minerale (Farina di Basalto® XF) ha mostrato il più alto tasso di mortalità per il CLM, pari al 3%. Gli stessi risultati sono stati dimostrati in altri studi, in cui la Farina di Basalto® ha ridotto le popolazioni di molti altri parassiti, come il tripide dei fiori occidentale *Frankliniella occidentalis* Pergande (1895) (Thysanoptera, Thripidae) e l'acaro largo *Polyphagotarsonemus latus* Banks (1904) (Acari, Tarsonemidae) in colture protette in serra [43], il coleottero rosso della farina *Tribolium castaneum* Herbst (1797) (Coleoptera, Tenebrionidae), la piralide *Rhyzopertha dominica* Fabricius (1792) (Coleoptera, Bostrichidae) e la falena mediterranea della farina *Ephestia kuehniella* Zeller (1879) (Lepidoptera, Pyralidae) sul grano stoccato [44]. Per quanto riguarda la mosca mediterranea, l'uso del basalto ha ridotto il numero di adulti nelle trappole installate a valori bassi rispetto al controllo [61], confermando così i risultati ottenuti in questo studio. In effetti, le polveri inerti sono state utilizzate per secoli come alternativa nel controllo degli insetti nocivi. Queste polveri contengono un'ampia gamma di minerali, come la silice [62, 63]. Questi prodotti sono stati utilizzati per controllare diversi parassiti, in particolare gli insetti nei prodotti alimentari immagazzinati [64, 65]. Infatti, agiscono come assorbenti dello strato ceroso dell'esoscheletro degli insetti e degli artropodi in generale, causando la morte dell'animale per disseccamento [62]. Nello stesso contesto, la silice o biossido di silicio (SiO₂), che è il componente più

importante della "Farina di Basalto®" con il 49%, come indicato nella tabella 1, ha un ruolo importante nella riduzione delle popolazioni di insetti [66] in quanto questo composto è responsabile dell'essiccazione degli insetti [64] che porta alla loro mortalità. Questi risultati sono stati indicati con altre rocce sedimentarie naturali silicee come la terra di diatomee (80-90% di silice) che ha un potenziale ovicida sulla falena del carrubo *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (1839) (Lepidoptera; Pyralidae) con un tasso di emergenza non superiore al 20% [67]. D'altra parte, il caolino, ricco di silicato di alluminio (Al₂SiO₅), si è dimostrato efficace nel controllo di *P. citrella*, riducendo la popolazione del parassita negli agrumeti [33]. Questi diversi tipi di polveri inerti sono utilizzati per controllare i cereali immagazzinati protetti [68], con un effetto insetticida e repellente sui parassiti durante lo stoccaggio, nelle serre e nei campi [43, 44, 62, 67]. Nello stesso contesto, la "Farina di Basalto®" si è dimostrata un repellente per specie di tripidi come *F. occidentalis* in serra [43] e per *C. capitata* in un melograno [61], dove le parcelle trattate non attiravano più i parassiti. Inoltre, gli estratti botanici (*Nerium* e arancio amaro) hanno mostrato importanti effetti su entrambe le specie di parassiti negli agrumeti. Diversi studi hanno dimostrato gli effetti insetticidi e repellenti di *Citrus aurantium* contro diversi parassiti come *C. capitata* e *Bactrocera oleae* Rossi (1790) (Diptera, Tephritidae) [69], *Spodoptera frugiperda* Smith (1797) (Lepidoptera: Noctuidae) [70] insetti dei prodotti immagazzinati con attività anti-acetilcolinesterasica [71] e cocciniglie [72]. La buccia dell'arancio amaro contiene metaboliti secondari con attività insetticida [69]. Inoltre, gli oli essenziali di *C. aurantium* hanno mostrato attività insetticida contro *C. capitata* [73] e contro lepidotteri [74]. Come per il *Nerium*, è stato dimostrato che ha un effetto insetticida e persino battericida [75], e provoca la mortalità di molti insetti nocivi come il tonchio del fagiolo *Acanthoscelides obtectus* Say (1831) (Coleoptera, Bruchidae) [76], *Paederus fuscipes* Curtis 1826 (Coleoptera, Staphylinidae) [77] e la falena processionaria *Thaumetopoea wilkinsoni* Tam (1924) (Lepidoptera, Notodontidae) [78]. I glicosidi tossici maggiormente rilevati nell'oleandro comune sono l'oleandrina, l'oleandrogenina, la digitoxigenina, la nerina, la folinerina e la rosagenina [79, 80]. Nel corso di questo studio sono stati dimostrati altri due fondamenti. In effetti, le applicazioni secondarie di "Farina di Basalto®" e di entrambi gli estratti vegetali sono necessarie per aumentare i tassi di mortalità della CLM e per mantenere le popolazioni di adulti intrappolati della mosca mediterranea a valori molto bassi. Infatti, Elimem e Chermiti [81] hanno confermato la necessità di trattamenti complementari per potenziare il primo trattamento e aumentare i tassi di mortalità dei biopesticidi. D'altra parte, la "Farina di Basalto®" utilizzata come applicazione fogliare (XF3% e XF1,5%) ha un impatto significativo su

entrambe le specie di parassiti rispetto all'uso come fertilizzante nel terreno (FP1,5%). Le irrorazioni aeree di "Farina di Basalto®" influenzano direttamente la dinamica delle popolazioni di parassiti e ne riducono significativamente il numero [82].

5. Conclusioni

Per sostituire gli insetticidi chimici, la lotta biologica è un modo alternativo per controllare gravi infestazioni di parassiti negli agrumeti, tra cui il Citrus Leaf Miner (CLM) *Phyllocnistis citrella* e la mosca mediterranea della frutta (Medfly) *Ceratitis Capitata*. L'uso di "Farina di Basalto®" e di estratti di piante, arancio amaro (*Citrus aurantium*) e oleandro (*Nerium oleander*), a dosi diverse, ha dimostrato che la popolazione di adulti di mosca mediterranea è diminuita in tutte le parcelle trattate, dimostrando così l'impatto insetticida e repellente dei prodotti utilizzati.

Per quanto riguarda la minatrice fogliare degli agrumi, le popolazioni di larve vive sono diminuite notevolmente rispetto al controllo e i tassi di mortalità sono aumentati fin dal primo giorno dopo il primo trattamento e sono continuati dopo la seconda applicazione fino a raggiungere valori prossimi al 100%.

Questi scoperte possono essere considerate un promettente agente biologico nella gestione integrata della lotta ai parassiti.

6. Ringraziamenti:

Gli autori desiderano ringraziare gli agrumicoltori dello Sviluppo Agricolo di Ghanima Andalous (SDAE El Ghanima Andalous) per aver fornito il sito sperimentale nella regione di Testour, Beja in Tunisia.

7. Riferimenti

- [1]. Morse JG, Luck RF, Gumpf DJ. Citrus Pest Problems and Their Control in the Near East Region: Workshop Report; Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO): Rome (Italy), 1996, 398pp.
- [2]. FAO Citrus Fruit Statistics. Food and agriculture organization of the United Nations: Rome, 2016, 48pp.
- [3]. GIF Le secteur des agrumes en Tunisie 2019.

- [4]. Jerraya A. Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du nord: leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts et leur contrôle; Climat pub: Tunisia, 2003, 415pp.
- [5]. Demirel N. Population Density and Damage Ratios of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis Capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on Pomegranate Orchards in Turkey. Entomol. Appl. Sci. Lett. 2016;3:1-7.
- [6]. Liquido NJ, Cunningham RT, Melvin Couey H. Infestation Rates of Papaya by Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Relation to the Degree of Fruit Ripeness. J Econ. Entomol. 1989;82:213-218. DOI: 10.1093/jee/82.1.213.
- [7]. Liquido NJ, Cunningham RT, Nakagawa S. Host Plants of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 Survey). J Econ. Entomol. 1990;83:1863-1878, DOI: 10.1093/jee/83.5.1863.
- [8]. Boulahia Kheder S, Jerraya A, Fezzani M, Jrad F. Premiers Résultats En Tunisie Sur La Capture de Masse, Moyen Alternatif de Lutte Contre La Mouche Méditerranéenne Des Fruits *Ceratitis Capitata* (Diptera, Tephritidae). In Proceedings of the Annales de l'INRAT. 2010;82:168-180.
- [9]. Hafsi A, Abbes K, Harbi A, Duyck PF, Chermiti B. Attract-and-Kill Systems Efficiency against *Ceratitis Capitata* (Diptera: Tephritidae) and Effects on NonTarget Insects in Peach Orchards. J Appl. Entomol. 2016;140:28-36. DOI: 10.1111/jen.12259.
- [10]. Braham M, Pasqualini E, Ncira N. Efficacy of Kaolin, Spinosad and Malathion against *Ceratitis Capitata* in Citrus Orchards. Bull. Insectology. 2007;60:39-47.
- [11]. Hafsi A, Abbes K, Harbi A, Rahmouni R, Chermiti B. Comparative Efficacy of Malathion and Spinosad Bait Sprays against *Ceratitis Capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae) in Tunisian Citrus Orchards. J. Entomol. Zool. Stud. 2015;3:246-249.
- [12]. Hafsi A, Rahmouni R, Ben Othman S, Abbes K, Elimem M, Chermiti B. Mass Trapping and Bait Station Techniques as Alternative Methods for IPM of *Ceratitis Capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae) in Citrus Orchards. Orient. Insects. 2019;54:285-298, DOI: 10.1080/00305316.2019.1623133.
- [13]. Elimem M, Harbi A, Limem-Sellemi E, Rouz S, Chahed K, Bouchkara MA, et al. Improving *Ceratitis Capitata* Control through the Mass Trapping Technique in an IPM Programme on Apricots in Tunisia. Plant Prot. Sci. 2021;57:318-325. DOI: 10.17221/13/2021- PPS.
- [14]. Martinez-Ferrer MT, Campos JM, Fibla JM. Field Efficacy of *Ceratitis Capitata* (Diptera: Tephritidae) Mass Trapping Technique on Clementine Groves in Spai. J Appl. Entomol. Z. Angew. Entomol. 2012;136:181-190. DOI: 10.1111/j.1439- 0418.2011.01628.x.
- [15]. Rachid E, Ahmed M. Current Status and Future Prospects of *Ceratitis Capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) Control in Morocco. J Entomol. 2018;15:47-55. DOI: 10.3923/je.2018.
- [16]. CABI *Ceratitis Capitata* (Mediterranean Fruit Fly) Available online: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/12367>. 12 January 2022.
- [17]. Stark JD, Vargas R. An Evaluation of Alternative Insecticides to Diazinon for Control of Tephritid Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Soil. J Econ. Entomol. 2009;102:139-143. DOI: 10.1603/029.102.0120.

- [18]. Boulahia Kheder S, Trabelsi I, Aouadi N. From Chemicals to IPM Against the Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis Capitata* (Diptera, Tephritidae). In Integrated Pest Management and Pest Control-Current and Future Tactics, 2012, 301-320 ISBN 978-953-51-0050-8.
- [19]. Magaña C, Hernández-Crespo P, Ortego F, Castañera P. Resistance to Malathion in Field Populations of *Ceratitis Capitata*. J Econ. Entomol. 2007;100:1836- 1843, DOI:10.1093/jee/100.6.1836.
- [20]. Michaud JP. Toxicity of Fruit Fly Baits to Beneficial Insects in Citrus. J Insect Sci. 2003;3:1-9, DOI:10.1093/jis/3.1.8.
- [21]. Michaud JP, Grant AK. IPM-Compatibility of Foliar Insecticides for Citrus: Indices Derived from Toxicity to Beneficial Insects from Four Orders. J Insect Sci. 2003;3:18, DOI:10.1093/jis/3.1.18.
- [22]. Mediouni BJJ, Bachrouch O, Allimi E, Dhouibi M. Field Evaluation of Mediterranean Fruit Fly Mass Trapping with Tripack as Alternative to Malathion Bait-Spraying in Citrus Orchards. Span. J Agric. Res. 2010;8:400-408. DOI:10.5424/SJAR/2010082-1187.
- [23]. Hafsi A, Harbi A, Rahmouni R, Chermiti B. Evaluation of the Efficiency of Mass Trapping of *Ceratitis Capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Tunisian Citrus Orchards Using Two Types of Traps: Ceratrap® and Tripack®. ISHS Acta Horti, 2015, 1049- 1056, DOI:10.17660/ActaHortic.2015.1065.131.
- [24]. Wagner D, DeFoliart L, Doak P, Schneiderheinze J. Impact of Epidermal Leaf Mining by the Aspen Leaf Miner (*Phyllocnistis Populiella*) on the Growth, Physiology, and Leaf Longevity of Quaking Aspen. Oecologia. 2008;157:259-267, DOI:10.1007/s00442- 008-1067-1.
- [25]. Chermiti B, Gahbiche H, Braham M, Znaidi M, Dali M, Mariem E. supérieure d'horticulture et d'élevage de chott Parasitisme naturel de la mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) en Tunisie. Fruits. 1999;54:11-22.
- [26]. Heppner JB. Citrus Leafminer, *Phyllocnistis Citrella*, in Florida (Lepidoptera: Gracillariidae : *Phyllocnistina*). Trop. Lepidoptera. 1993;4:49-64.
- [27]. Hoy MA, Nguyen R. Classical Biological Control of the Citrus Leafminer *Phyllocnistis Citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae): Theory, Practice, Art and Science. Trop. Lepidoptera. 1997;8:1-19.
- [28]. Uygun N, Senal D, Karaca I, Elekcioglu NZ. Effect of Citrus Leafminer, *Phyllocnistis Citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) on Citrus Fruit Yield, 2000, 12-15. In Proceedings of the 4th Turkish National Congress of Entomology, 2000 Sept, 12-15. Aydın, Turkey.
- [29]. Attrassi K, Badoc A. Infestation de *Phyllocnistis citrella* d'agrumes du Gharb, 2013, 10.
- [30]. Abdella TE, Mohammed ESI. Guidelines for Testing Insecticides against the Citrus Leafminer. Crop Protection Centre. ARC, Wad Madani, 2004.
- [31]. Braham M. Analyse Structurelle et Fonctionnelle de La Biocoenose de La Mineuse Des Agrumes, *Phyllocnistis Citrella* (Lep, Gracillariidae) En Tunisie. Application à La Lutte Biologique Contre Le Ravageur. These de doctorat, Aix-Marseille, 2001, 3.
- [32]. Garcia-Marí F, Granda C, Zaragoza S, Agustí M. Impact of *Phyllocnistis Citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) on Leaf Area Development and Yield of Mature Citrus Trees in the Mediterranean Area. J Econ. Entomol. 2002;95:966-974, DOI:10.1093/jee/95.5.966.

- [33]. Mansour D, Braham M. The Citrus Leafminer, *Phyllocnistis Citrella*, in Tunisia: Twenty Five Years of Invasion and Pest Management. *Citrus Leafminer Phyllocnistis Citrella Tunis. Twenty Five Years Invasion. Pest Manag.* 2020;15:526-535.
- [34]. Knapp JL, Albrigo LG, Browning HW, Bullock RC, Heppner JB, Hall DG, et al. Citrus Leafminer, *Phyllocnistis Citrella* Stainton: Current Status in Florida. Florida Coop. Ext. Service. IFAS, University of Florida: Gainesville, USA, 1995, 1-35.
- [35]. Argov Y, Rossler Y. Introduction, Release and Recovery of Several Exotic Natural Enemies for Biological Control of the Citrus Leaf Miner, *Phyllocnistis Citrella*, in Israel. *Phytoparasitica.* 1996;24:33-38, DOI:10.1007/BF02981451.
- [36]. Urbaneja A, Llácer E, Tomás Ó, Garrido A, Jacas JA. Indigenous Natural Enemies Associated with *Phyllocnistis Citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Spain. *Biol. Control.* 2000;18:199-207, DOI:10.1006/bcon.2000.0830.
- [37]. Khalid MS, Malik AU, Saleem BA, Khan AS, Javed N. Horticultural Mineral Oil Application and Tree Canopy Management Improve Cosmetic Fruit Quality of Kinnow Mandarin. *Afr. J Agric. Research.* 2012;7:3464-3472, DOI:10.5897/AJAR11.1583.
- [38]. Broderick NA, Goodman RM, Raffa KF, Handelsman J. Synergy Between Zwittermicin A and *Bacillus Thuringiensis* Subsp. *Kurstaki* Against Gypsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Environ. Entomol.* 2000;29:101-107, DOI:10.1603/0046-225X-29.1.101.
- [39]. Arshad M, Ullah MI, Afzal M, Iftikhar Y, Khalid S, Hussain Z, et al. Evaluation of Synthetic Insecticides and Essential Oils for the Management of *Phyllocnistis Citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Pak. J Zool,* 2019, 51. DOI:10.17582/journal.pjz/2019.51.3.1053.1058.
- [40]. Beattie GC, Somsook V, Watson DM, Clift AD, Jiang L. Field Evaluation of *Steinernema Carpopocapsae* (Weiser) (Rhabditida: Steinernematidae) and Selected Pesticides and Enhancers for Control of *Phyllocnistis Citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Aust. J. Entomol.* 1995;34:335-342. DOI:10.1111/j.1440-6055.1995.tb01351.x.
- [41]. Liu Z, Beattie G, Hodgkinson M, Rose H, Jiang L. Influence of Petroleum-Derived Spray Oil Aromaticity, Equivalent n-Paraffin Carbon Number and Emulsifier Concentration on Oviposition by Citrus Leafminer, *Phyllocnistis Citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Aust. J Entomol.* 2001;40:193-197, DOI:10.1046/j.1440-6055.2001.00212.x.
- [42]. Anonymous 1, Farina Di. Basalto-Basalt Powder Strengthening Enhancer of Plant Defenses. *Prod. Descr,* 2019, 2.
- [43]. Elimem M, Rouz S, Kharroubi H, Mekni A, Kouki S, Toukabri A, et al. Effect of Basalt Powder « Farina Di Basalto® » on the Development of Pests and Diseases on Pepper Crop under Greenhouse and during Storage. *IOSR J Agric. Vet. Sci.* 2020;13:38-47. DOI:10.9790/2380-1308023847.
- [44]. Elimem M, Kalboussi M, Lahfef C, Rouz S, Kouki S, Ragnoni G, et al. Evaluation of Insecticidal Efficiency of Basalt Powder Farina Di Basalto® to Control *Tribolium Castaneum* (Coleoptera; Tenebrionidae), *Rhyzopertha Dominica* (Coleoptera; Bostrichidae) and *Ephestia Kuehniella* (Lepidoptera; Pyralidae) on Stored Wheat. *IOSR J Agric. Vet. Sci. IOSR-JAVS.* 2021;14:1-6. DOI:10.9790/2380-1405010106.

- [45]. Rouz S, Elimem M, Kharroubi H, Mekni A, Toukabri A, Ragnoni G, et al. Effects of Basalt Powder Farina Di Basalto® on Pepper Crop Growth Parameters under Greenhouse. IOSR J Agric. Vet. Sci. IOSR-JAVS. 2020;13:29-39.
- [46]. Isnugroho K, Hendronursito Y, Birawidha DC. Characterization and Utilization Potential of Basalt Rock from East-Lampung District. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2017;285:1-5. DOI:10.1088/1757- 899X/285/1/012014.
- [47]. Anonymous. 2 Technical Data Sheet Farina Di Basalto® Micronized of Natural Stone, 2019.
- [48]. Mayaa FAK, Alasadiy YDK. Effect of Cold Aqueous Plant Extract (*Citrus Aurantium* and *Solanum Melongena*) against the *Giardia Lamblia* Parasite and *Entamoeba Histolytica* in Vitro and Measuring the LD50 for Extracts in Al-Muthanna Province. Res. J Pharm. Biol. Chem. Sci. 2015;6:1241-1252.
- [49]. Aouinty B, Oufara S, Mellouki F, Mahari S. Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnol Agron Soc Env. 2006;10:67-71.
- [50]. Abbott WS. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. J Econ. Entomol. 1925;18:265-267. DOI:10.1093/jee/18.2.265a.
- [51]. Leza MM, Juan A, Capllonch M, Alemany A. Female-biased Mass Trapping vs. Bait Application Techniques against the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis Capitata* (Dipt., Tephritidae). J Appl. Entomol. 2008;132:753-761. DOI:10.1111/j.1439- 0418.2008.01370.x.
- [52]. Navarro-Llopis V, Primo J, Vacas S. Efficacy of Attract-and-Kill Devices for the Control of *Ceratitis Capitata*. Pest Manag. Sci. 2013;69:478-482, DOI:10.1002/ps.3393.
- [53]. Mafi S, Ohbayashi N. Toxicity of Insecticides to the Citrus Leafminer, *Phyllocnistis Citrella*, and Its Parasitoids, *Chrysocharis Pentheus* and *Sympiesis Striatipes* (Hymenoptera: Eulophidae). Appl. Entomol. Zool. 2006;41:33-39. DOI:10.1303/AEZ.2006.33.
- [54]. Couso-Ferrer F, Arouri R, Beroiz B, Perera N, Cervera A, et al. Cross-Resistance to Insecticides in a Malathion-Resistant Strain of *Ceratitis Capitata* (Diptera: Tephritidae). J Econ. Entomol. 2011;104:1349-1356, DOI:10.1603/ec11082.
- [55]. Vontas J, Hernández-Crespo P, Margaritopoulos JT, Ortego F, Feng HT, Mathiopoulos KD, et al. Insecticide Resistance in Tephritid Flies. Pestic. Biochem. Physiol. 2011;100:199-205, DOI:10.1016/j.pestbp.2011.04.004.
- [56]. Arouri R, Le Goff G, Hemden H, Navarro-Llopis V, M'saad M, Castañera P, et al. Resistance to Lambda-Cyhalothrin in Spanish Field Populations of *Ceratitis Capitata* and Metabolic Resistance Mediated by P450 in a Resistant Strain. Pest Manag. Sci. 2015;71:1281- 1291. DOI:10.1002/ps.3924.
- [57]. Boulahia-Kheder S, Chaaabane-Boujnah H, Bouratbine M, Rezgui S. IPM Based on Mass Trapping Systems: A Control Solution for *Ceratitis Capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in Organic Citrus Orchard of Tunisia. Res. J Agric. Environ. Manag. 2015;4:459-469.

- [58]. Tlemsani M, Boulahia-Kheder S. Comparison of Four Trapping Systems for the Control of the Medfly *Ceratitis Capitata*. Tunis. J Plant Prot. 2015;10:131- 140.
- [59]. El-Sayed AM, Suckling DM, Wearing CH, Byers JA. Potential of Mass Trapping for Long-Term Pest Management and Eradication of Invasive Species. J. Econ. Entomol. 2006;99:1550-1564. DOI:10.1603/0022-0493-99.5.1550.
- [60]. Kheder SB, Jerraya A, Jrad F, Fezzani M. Etude de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) dans la région du Cap Bon (Tunisie). Fruits. 2002;57:29-42. DOI:10.1051/fruits:2002004.
- [61]. Elimem M, Daoudi H, Rouz S, Kharroubi H, Kouki S, Ragnoni G, et al. L'effet de La Poudre de Basalte « Farina Di Basalto » Sur La Vulnérabilité de La Grenade Biologique à l'infestation Par *Ceratitis Capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera ; Tephritidae). Presented at the 7 ème Colloque international de l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mogran Gestion Intégrée des Ressources Naturelles et Agriculture Durable (GIRNAD), Hammamet, Tunisie, 2021.
- [62]. Ebeling W. Sorptive Dusts for Pest Control. Annu. Rev. Entomol. 1971;16:123-158. DOI:10.1146/annurev.en.16.010171.001011.
- [63]. Subramanyam B, Roesli R. Inert Dusts. In Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM; Subramanyam B, Hagstrum DW, Eds.; Springer US: Boston, MA, 2000, 321-380. ISBN: 978-1-4613-6956-1.
- [64]. Mewis I, Ulrichs C. Effects of Diatomaceous Earth on Water Content of *Sitophilus Granarius* L Col, Curculionidae and Its Possible Use in Stored Product Protection Auswirkungen von Diatomeenerde Auf Den Wasserhaushalt Des Kornkaefers *Sitophilus Granarius* L Col, Curculionidae Und Moeglicher Einsatz Innerhalb Des Vorratsschutzes. J Appl. Entomol. 2001;125:351-360. DOI:10.1046/j.1439- 0418.2001.00504.x.
- [65]. Faulde MK, Tisch M, Scharninghausen JJ. Efficacy of Modified Diatomaceous Earth on Different Cockroach Species (Orthoptera, Blattellidae) and Silverfish (Thysanura, Lepismatidae). J Pest Sci. 2006;3:155-161. DOI:10.1007/s10340-006-0127-8.
- [66]. Athanassiou CG, Palyvos NE. Laboratory Evaluation of Two Diatomaceous Earth Formulations against *Blattisocius Keegani* Fox (Mesostigmata, Ascidae) and *Cheyletus Malaccensis* Oudemans (Prostigmata, Cheyletidae). Biol. Control. 2006;38:350-355, DOI:10.1016/j.biocontrol.2006.04.007.
- [67]. Yousfi S, Mediouni Ben Jemâa J. Efficacy of Diatomaceous Earth Based Formulation on Date Moth *Ectomyelois Ceratoniae*. Tunis. J Plant Prot. 2015;10:151-156.
- [68]. Al-Iraqi RA, Al-Naqib SQ. Inert Dusts to Control Adults of Some Stored Product Insects in Stored Wheat. Rafidain J Sci. 2006;17:26-33, DOI:10.33899/rjs.2006.43912.
- [69]. Siskos EP, Konstantopoulou MA, Mazomenos BE, Jervis M. Insecticidal Activity of Citrus *Aurantium* Fruit, Leaf, and Shoot Extracts Against Adult Olive Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). J Econ. Entomol. 2007;100:1215-1220. DOI:10.1093/jee/100.4.1215.
- [70]. Villafañe E, Tolosa D, Bardón A, Neske A. Toxic Effects of Citrus *Aurantium* and C. Limon Essential Oils on *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Nat. Prod. Commun. 2011;6:1389-1392.
- [71]. Zarrad K, Ben Hamouda A, Chaieb I, Laarif A, Mediouni-Ben Jemâa J. Chemical Composition,

- Fumigant and Anti-Acetylcholinesterase Activity of the Tunisian Citrus Aurantium L. Essential Oils. Ind. Crops Prod. 2015;76:121-127. DOI:10.1016/j.indcrop.2015.06.039.
- [72]. Majeed MZ, Nawaz MI, Khan RR, Farooq U, Ma CS. Insecticidal Effects of Acetone, Ethanol and Aqueous Extracts of *Azadirachta Indica* (A. Juss), *Citrus Aurantium* (L.), *Citrus Sinensis* (L.) and *Eucalyptus Camaldulensis* (Dehnh.) against Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). Trop. Subtrop. Agroecosystems. 2018;21:421-430.
- [73]. Siskos EP, Konstantopoulou MA, Mazomenos BE. Insecticidal Activity of Citrus Aurantium Peel Extract against *Bactrocera Oleae* and *Ceratitis Capitata* Adults (Diptera: Tephritidae). J Appl. Entomol. 2009;133:108- 116. DOI:10.1111/j.1439-0418.2008.01312.x.
- [74]. Laarif A, Zarrad K, Tayeb W, Ayed A, Souguirs S, Chaieb I. Chemical Composition and Insecticidal Activity of Essential Oils from Citrus Aurantium (Rutaceae) Fruits Peels against Two Greenhouse Insects; *Spodoptera Littoralis* (Noctuidae) and *Tuta Absoluta* (Gelechiidae). Adv. Agric. Sci. Eng. Res. 2013;3:825-830.
- [75]. Ali SS, Ali S, Munir S, Riaz T. Insecticidal and Bactericidal Effects of Ethanolic Leaf Extract of Common Oleander, *Nerium Oleander*. Punjab Univ. J Zool, 23(1-2), 081-090.
- [76]. Laib DE. Etude de l'activité insecticide du champignon endophyte *Cladosporium* sp. isolé du Laurier rose *Nerium oleander* L. (Apocynaceae, Gentianales) sur la bruche des haricots *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera, Bruchidae). Nat. Technol. B-Sciences Agronomiques et Biologiques. 2014;10:39-44.
- [77]. Gupta S, Singh H, Gupta M. Influence of Ethanol Leaf Extract of *Nerium Oleander* on the Life-Table Characteristics and Developmental Stages of *Paederus Fuscipes*. Int. J Theor. Appl. Sci. 2017;9:58-62.
- [78]. Semiz G. Larvicidal Activity of *Nerium Oleander* L. Leaf Extract against Pine Processionary Moth (*Thaumetopoea Wilkinsoni* Tams.). J Entomol. Zool. Stud. 2017;5(6):79-81.
- [79]. Al B, Yarbil P, Dogan M, Kabul S, Yildirim CA. Case of Non-Fatal Oleander Poisoning. BMJ Case Rep, 2010, bcr02.2009.1573, DOI:10.1136/bcr.02.2009.1573.
- [80]. Pao-Franco A, Hammond TN, Weatherton LK, DeClementi C, Forney SD. Successful Use of Digoxin-Specific Immune Fab in the Treatment of Severe *Nerium Oleander* Toxicosis in a Dog. J Vet. Emerg. Crit. Care San Antonio Tex. 2017;27:596-604, DOI:10.1111/vec.12634.
- [81]. Elimem M, Chermiti B. *Frankliniella Occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera; Thripidae) Sensitivity to Two Concentrations of a Herbal Insecticide Baicao 2 in a Tunisian Rose Crop Greenhouse. Floriculture Ornam. Biotechnol. 2011;5:68-70.
- [82]. Groth MZ, Bellé C, Bernardi D, Filho R. da C.B. Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos. Rev. Ciênc. Agroveterinárias. 2017;16:433-440, DOI:10.5965/223811711642017433.

Mohamed Elimem, *et. al.* "Gestione di *Ceratitis capitata* e *Phyllocnistis citrella* con la "Farina di Basalto®" rispetto a due estratti botanici (*Citrus aurantium* e *Nerium oleander*) in agrumeto
Publicato su International Journal of Zoological and Entomological Letters 2022; 2(1): 71-80 - P-ISSN: 2788-8428 - E-ISSN: 2788-8436 – www.zoologicaljournal.com