

Valutazione dell'effetto insetticida degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* e della 'Farina di Basalto®' come alternative biologiche per il controllo di *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico

Publicato su International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation - ISSN (online): 2582-7138 Volume: 03 Issue: 06 November-December 2022 - Page No: 508-512 - allmultidisciplinaryjournal.com

Plant Protection Science: Plant P. X | DOI: 10.17221/111/2022-PPS

Open Access CAAS Agricultural Journals

Plant Protection Science

Home About us CAAS Journals Submit manuscript Instructions Log in Registration

Latest Articles
Online First
In Press
Current Issue
Articles Archive
Index by Authors
Fulltext Search
About the Journal
For Authors
For Reviewers
Contact

Assessing the insecticidal effect of *Citrus aurantium* and *Nerium oleander* extracts and basalt "Farina di Basalto®" as biological alternatives to control *Aphis punicae* and *Planococcus citri* in an organic pomegranate orchard Original Paper

Mohamed Elimem^{1,2}, Rym Jaouadi¹, Thameur Bouslema², Maha Kalboussi¹, Chaima Lahfef^{1,3}, Slim Rouz¹, Hassan Kharroubi⁴, Abdennacer Boulila⁵, Sofien Kouki⁴, Giuliano Ragnoni⁶, Gianluca Pizzuti⁶, Fabio Primavera⁶, Alessandro Riccini⁶

¹ Laboratory of Agriculture Production Systems and Sustainable Development (LR03AGR02), Department of Agricultural Production, Higher School of Agriculture of Mograne, University of Carthage, Mograne-Zaghwan, Tunisia
² LR21AGR03-Production and Protection for a Sustainable Horticulture, University of Sousse, 10 Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture, Chott-11 Mariem, Tunisia
³ National Institute of Agronomy of Tunis, University of Carthage, Tunis, Tunisia
⁴ Higher School of Engineer of Medjez El Bej, University of Jendouba, Medjez ElBeb, Béja, Tunisia
⁵ Laboratory of Natural Substances, National Institute of Research and Physico-chemical Analyses, Biotechpole of Sidi Thabet, Ariana, Tunisia
⁶ Basalti Orvieto srl - Loc Cornale, Castek Viscardo, Italy

This study aims to evaluate the efficiency of basalt with two botanical aqueous extracts of *Citrus aurantium* and *Nerium oleander* (50g/L) against *Aphis punicae* and *Planococcus citri* in an organic pomegranate orchard. Basalt was applied as a foliar spray with two doses (1.5% and 3%), in the ground as a fertiliser (1.5%), and as a combined application (1.5%). Phenolic compounds of both plants were identified by HPLC-PDA/ESI-MS analysis. Seven and six flavonoids were detected in *C. aurantium* and *N. oleander* extracts, respectively. Hesperidin was more abundant in *C. aurantium* extracts; however, *N. oleander* extracts contained more quercetin rutinoides. *A. punicae* populations were significantly higher in control trees compared to the treated ones. *A. punicae* mortality rates reached high values above 90% for basalt and plants extracts and efficacy rates exceeded 80%. *P. citri* mortality rates reached 88% and 77%, and efficacy rates exceeded 75% and 66% for basalt and plant extracts, respectively. These findings may help to plan integrated pest management strategies in organic orchards to avoid toxic chemical pesticides.

Keywords: basalt; biological control; extracts; efficacy rate; HPLC; mortality rate

Accepted: September 19, 2023; Prepublished online: November 9, 2023

Share...  Download citation

 [Open full article](#)

References



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

International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation - ISSN (online): 2582-7138

Volume: 03 Issue: 06 November-December 2022 - Page No: 508-512 - allmultidisciplinaryjournal.com

Valutazione dell'effetto insetticida degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* e della 'Farina di Basalto®' come alternative biologiche per il controllo di *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico

Mohamed Elimem¹ *, Rym Jaouadi¹, Thameur Bouslema², Maha Kalboussi¹, Chaima Lahfef^{1, 3}, Slim Rouz¹, Hassan Kharroubi⁴, Abdennacer Boulila⁵, Sofien Kouki⁴, Giuliano Ragnoni⁶, Gianluca Pizzuti⁶, Fabio Primavera⁶, Alessandro Riccini⁶

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

² Production and Protection for a Sustainable Horticulture, University of Sousse, Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture, Chott Mariem, Tunisia

³ National Institute of Agronomy of Tunis, University of Carthage, Tunis, Tunisia

⁴ Higher School of Engineer of Medjez El Beb, Medjez ElBeb, Béja, University of Jendouba, Tunisia

⁵ Laboratory of Natural Substances, National Institute of Research and Physico-chemical Analyses, Biotechpole of Sidi Thabet, Ariana, Tunisia

⁶ Basalti Orvieto srl—Loc Cornale, Castel Viscardo, Italy

*Corresponding author: mohammed.elimem123@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.17221/111/2022-PPS>

Sommario

Valutazione dell'effetto insetticida degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* e della 'Farina di Basalto®' come alternative biologiche per il controllo di *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico 2

Sintesi **4**

Premessa 4

Parole chiave 4

1. Introduzione **5**

2. Materiali e metodi **6**

2.1. Sito sperimentale e periodo di studio 6

2.2. Trattamenti e progettazione sperimentale 7

2.3.1. La Farina di Basalto® 7

2.4. Progettazione sperimentale e applicazione dei trattamenti 7

2.5. Campionamento 8

2.6. Valutazione dell'efficacia 8

2.7. Identificazione dei composti fenolici mediante analisi HPLC-PDA/ESI-MS 9

2.7. Analisi statistica 9

3. Risultati	10
3.1. Analisi HPLC-PDA/ESI-MS	10
3.2. Impatto dei diversi trattamenti sulle popolazioni di <i>A. punicae</i>	13
3.3. Impatto dei diversi trattamenti sulle popolazioni di <i>P. citri</i>	15
4. Discussione	17
5. Conclusioni	19
6. Ringraziamenti:	19
7. Riferimenti	20

INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE

Figura 1. Localizzazione geografica del sito sperimentale	6
Tabella 1. caratterizzazione chimica della Farina di Basalto (Anonimo 2019)	7
Tabella 2. Trattamenti applicati con dosi e abbreviazioni	8
Tabella 3. Tempo di ritenzione (RT), dati spettrali UV e di massa e identificazione provvisoria dei composti fenolici negli estratti acquosi di <i>Citrus aurantium</i> e <i>Nerium oleander</i>	10
Figura 2. Profilo LC-PDA-TIC dei componenti fenolici degli estratti acquosi di <i>Citrus aurantium</i> (A) e <i>Nerium oleander</i> (B) (l'assegnazione dei picchi è riportata nella Tabella 3)	11
Figura 3. Struttura chimica dei derivati degli estratti di <i>Citrus aurantium</i> identificati mediante HPLC-PDA/ESI-MS	12
Figura 4. Strutture chimiche dei derivati presenti negli estratti di <i>Nerium</i> estratti di oleandro identificati mediante HPLC-PDA/ESI-MS	12
Figura 5. Monitoraggio di <i>Aphis punicae</i> viva in funzione dei trattamenti	13
Figure 6. Tassi di mortalità di <i>Aphis punicae</i> a seconda dei trattamenti	14
Figura 7. Tassi di efficacia dei diversi trattamenti applicati contro <i>Aphis punicae</i>	15
Figura 8. Monitoraggio del <i>Planococcus citri</i> vivo a seconda dei trattamenti	16
Figura 9. Tassi di mortalità di <i>Planococcus citri</i> a seconda dei trattamenti	17
Figura 10. Tassi di efficacia dei diversi trattamenti applicati contro <i>Planococcus citri</i>	17

Sintesi

Premessa: Questo studio valuta l'efficacia degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* (50 g/L) miscelati con la Farina di Basalto® XF come metodi di controllo biologico contro *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico. La Farina di Basalto® XF è stata utilizzata come trattamento fogliare con due diverse dosi (1,5 % e 3%). I composti fenolici delle piante sono stati identificati mediante analisi HPLC-PDA/ESI-MS. Sono stati rilevati sette e sei flavonoidi negli estratti di *C. aurantium* e *N. oleander*, rispettivamente. L'esperidina era più abbondante negli estratti di *C. aurantium*; tuttavia, gli estratti di *N. oleander* contenevano più quercetina rutinoside. Le popolazioni di *A. punicae* erano significativamente più elevate nelle piante controllo rispetto a quelle trattate. I tassi di mortalità di *A. punicae* hanno raggiunto valori elevati, superiori al 90% per il basalto e gli estratti di piante, mentre i tassi di efficacia hanno superato l'80%. I tassi di mortalità di *P. citri* hanno raggiunto l'88% e il 77% e i tassi di efficacia hanno superato il 75% e il 66% rispettivamente per il basalto e gli estratti vegetali. I risultati ottenuti suggeriscono che questi metodi possono essere utilizzati come alternative sostenibili ai pesticidi chimici nella gestione integrata dei parassiti, contribuendo alla produzione agricola biologica e alla conservazione dell'ambiente.

Parole chiave: basalto; controllo biologico; estratti; tasso di efficacia; HPLC; tasso di mortalità

Data di presentazione: 06-10-2022

Data di accettazione: 04-09-2022

DATA DI PUBBLICAZIONE 09-11-2023

1. Introduzione

L'afide *Aphis punicae* Passerini (1863) (*Hemiptera: Aphididae*) è tra i più rilevanti afidi che attaccano i melograni. Gli adulti e le ninfe di *A. punicae* attaccano foglie, infiorescenze e frutti (Ben Halima & Ben Hamouda 2005; Fakhour 2012). Ben Halima e Ben Hamouda (2004, 2005) hanno confermato l'alta capacità riproduttiva di questo parassita da aprile a giugno. Si tratta di afidi che riducono il vigore delle piante e inducono allo sviluppo di muffa fuliginosa sulle foglie (Rouhani *et al.* 2013). Per quanto riguarda le misure di controllo di questo parassita in Tunisia, i prodotti chimici sono il metodo più utilizzato per controllare gli afidi nei frutteti di melograno (Mdellel *et al.* 2015). Gli insetticidi sistemici hanno il vantaggio di uccidere. Tuttavia, l'uso di queste molecole porta alla loro persistenza nelle parti della pianta e, quindi, a un maggiore rischio di accumulo nella catena alimentare (Bhatia *et al.* 2011). Inoltre, è stata dimostrata la resistenza agli insetticidi in diverse specie di afidi (Barbagallo *et al.* 2007; Foster *et al.* 2007). Lo sviluppo della resistenza è causato dall'uso intensivo di insetticidi contro gli afidi (Nauen & Elbert 2003; Cao *et al.* 2003). Per questi motivi, sono necessari metodi di controllo alternativi. Molti ricercatori hanno studiato l'effetto degli estratti di piante sugli afidi (Endersby & Morgan 1991; Moawad & Al-Barty 2011). La cocciniglia *Planococcus citri* Risso (1813) (*Hemiptera; Pseudococcidae*) è uno dei principali parassiti degli agrumi e di molti altri fruttiferi e colture ornamentali nelle regioni subtropicali e tropicali del mondo (Blumberg *et al.* 1975). Bartual *et al.* (2012) hanno affermato che *P. citri* è un grave parassita del melograno in Spagna. *P. citri* può influenzare la qualità commerciale del melograno (Kahramanoglu & Usanmaz 2013). Solo le larve e le femmine adulte causano danni, i maschi, invece, sono incapaci di nutrirsi, adempiendo solo al ruolo di riproduzione. Le parti aeree delle piante sono le più colpite; tuttavia, anche le radici vengono attaccate su alcune tipologie di piante, come il caffè. *P. citri* attacca preferenzialmente il peduncolo del frutto e il suo punto di inserzione, causando gravi danni come disturbi nella crescita o aborto del frutto, visibili sugli agrumi (alberi di arance) e sulle cucurbitacee come meloni e cetrioli. Inoltre, le cocciniglie possono svilupparsi su frutti raccolti (Babin 2018). *P. citri* causa l'ingiallimento delle foglie e ritardo nella crescita, con conseguenti deformazioni e perdita della capacità fotosintetica e produttiva delle piante (Gill *et al.* 2016). Sull'albero del cacao, *P. citri* attacca steli di fiori, gemme e baccelli giovani (Entwistle 1972).

La cocciniglia produce melata su cui cresce la muffa fuliginosa, principalmente i funghi del genere *Cladosporium*. La muffa fuliginosa riduce l'attività fotosintetica della pianta quando copre le foglie, influenzando la crescita e la produttività. Inoltre, la muffa fuliginosa rende frutti, ortaggi e piante ornamentali inadatti alla vendita (Babin 2018).

In Tunisia, il controllo biologico di *P. citri* si basa principalmente su antagonisti naturali come il predatore *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) (Rahmouni & Chermiti 2012, 2013) e parassitoidi come *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae) (Abbes *et al.* 2018). L'uso di pesticidi negli agrumeti provoca la tossicità nei parassitoidi (Abbes *et al.* 2018). Inoltre, influenzano il predatore coccinellide *C. montrouzieri* (Rahmouni & Chermiti 2012). Panis (1977) ha aggiunto che le popolazioni di *P. citri* in Marocco sono diventate resistenti a diversi prodotti chimici come parathion, dimethoate e diethion. Franco *et al.* (2004) hanno affermato che gli insetticidi chimici sono il metodo principale utilizzato per controllare la cocciniglia degli agrumi a causa dello scarso adattamento degli antagonisti naturali alle condizioni climatiche del Mediterraneo. Inoltre, hanno suggerito che la cattura di massa e l'interruzione dell'accoppiamento dovrebbero essere considerate alternative nelle strategie di gestione integrata dei parassiti (IPM). Questo studio valuta e confronta tre alternative biologiche: estratti acquosi di due piante, arancio amaro e oleandro comune, e un prodotto minerale, la farina di basalto denominata "Farina di Basalto®", contro *A. punicae* e *P. citri* nei frutteti di melograno.

2. Materiali e metodi

2.1. Sito sperimentale e periodo di studio

Lo studio è stato condotto in un frutteto di melograno certificato biologico situato nella regione di Slouguia (Governatorato di Beja) in Tunisia (36°36'12.7"N 9°29'51.3"E) (Figura 1). L'area del frutteto è di circa 4,1 ettari. Nessun trattamento con pesticidi chimici o fertilizzanti è stato applicato nel sito sperimentale. L'ultimo fertilizzante etichettato biologico utilizzato nel frutteto è stato l'estratto di alghe sei mesi prima della prova. Lo studio si è svolto dal 15 luglio al 21 agosto 2020. La distanza tra gli alberi del frutteto è di circa 4 metri.

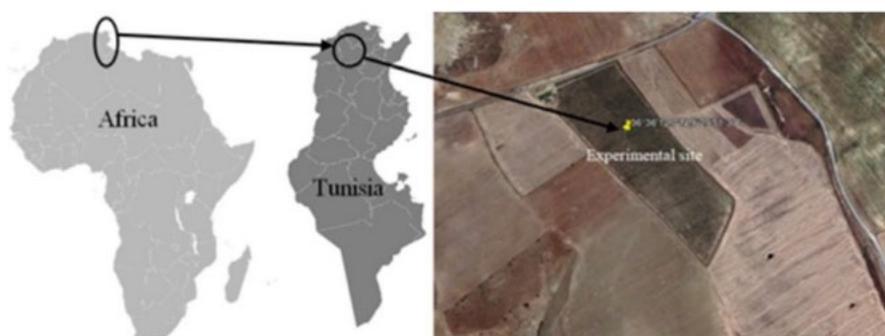


Figura 1. Localizzazione geografica del sito sperimentale

2.2. Trattamenti e progettazione sperimentale

I frutti di arancio amaro *Citrus aurantium* L. (1753) (Sapindales; Rutaceae) sono stati raccolti dalla Scuola Superiore di Agricoltura di Mograne (ESAM) (Zaghouan, Tunisia). Sono stati portati al Laboratorio di Entomologia dell'ESAM e pelati. Le foglie di *Nerium oleander* L. (1753) (Gentianales; Apocynaceae) sono state raccolte dalla Scuola Superiore di Ingegneria di Medjez El Bebb (ESIM) (Béjà, Tunisia). Le bucce dei frutti di *C. aurantium* e le foglie di *N. oleander* sono state essiccate a temperatura ambiente e poi macinate fino ad ottenere una polvere fine. Entrambi gli estratti sono stati testati a 50 g per litro d'acqua. La polvere di ciascun estratto è stata miscelata con acqua e lasciata macerare per 48 ore. Successivamente, la miscela è stata filtrata con una mussola per rimuovere le particelle grandi.

2.3.1. La Farina di Basalto®

La "Farina di Basalto®", è stata acquistata da Basalti Orvieto in Italia. Si tratta di una farina di basalto micronizzata con particelle inferiori a 30 µm ottenuta tramite la macinazione meccanica del basalto, una roccia vulcanica effusiva. La Farina di Basalto non è nociva e non danneggia l'ambiente. Contiene elementi naturali come Silicio, Alluminio, Potassio e Calcio (Elimem *et al.* 2020; Rouz *et al.* 2020; Elimem *et al.* 2021) (Tabella 1). La Farina di Basalto è applicata sia come trattamento fogliare miscelata con acqua (FS), sia come ammendante per il terreno (FG). Sono state testate due dosi del 1,5% e del 3% per entrambe le modalità di applicazione.

Tabella 1. caratterizzazione chimica della Farina di Basalto (Anonimo 2019)

Component	Percentage
SiO ₂	49.0%
Al ₂ O ₃	20.5%
K ₂ O	8.0%
Fe ₂ O ₃	7.5%
CaO	7.2%
MgO	2.8%
Na ₂ O	2.5%

2.4. Progettazione sperimentale e applicazione dei trattamenti

È stato adottato un Disegno Sperimentale a Blocchi Completamente Randomizzati (CRBD). Sono stati applicati sette trattamenti: 50 g/L di estratto di arancio amaro (BE), 50 g/L di estratto di *Nerium* (NE), un trattamento fogliare con basalto all'1,5% (FS 1.5%) e ammendante per il suolo (BC 1.5%), un trattamento fogliare con basalto al 3% (FS 3%) e ammendante per il suolo (BC 3%), applicazione combinata di un

trattamento fogliare con basalto all'1,5% e ammendante per il suolo, e un controllo non trattato (C) (Tabella 2).

Tabella 2. Trattamenti applicati con dosi e abbreviazioni

Treatment	Abbreviation	Dose
Control	–	–
Bitter orange extract	BE	50 g/L
Nerium extract	NE	50 g/L
Basalt as a foliar spray at 1.5%	BFS 1.5%	1.5%
Basalt as a foliar spray at 3%	BFS 3%	3.0%
Basalt as a fertiliser at 1.5%	BFR 1.5%	1.5%
Combined basalt application as a foliar spray and as a fertiliser	BC 1.5%	1.5%

I trattamenti sono stati effettuati due volte il 23 luglio 2020 (T1) e il 7 agosto 2020 (T2) utilizzando un atomizzatore agricolo. Ogni trattamento è stato replicato tre volte. Per ciascun trattamento, sono stati scelti casualmente tre alberi, contrassegnati e utilizzati per monitorare diversi parametri. Ogni albero è considerato una parcella con un'area di circa 10 m². L'altezza dell'albero di melograno nelle diverse parcelle era di 2 - 2,5 m.

2.5. Campionamento

Quattro ramoscelli lunghi 30 cm sono stati campionati da ciascun lato degli alberi scelti casualmente. I ramoscelli sono stati posti in sacchetti di plastica contrassegnati con il nome del trattamento e portati in laboratorio. Il campionamento è avvenuto una settimana prima dell'applicazione dei diversi trattamenti (15 luglio 2020) e poi ogni due, tre, sette e quattordici giorni dopo ogni trattamento.

2.6. Valutazione dell'efficacia

I tassi di mortalità di entrambe le specie di parassiti sono stati corretti utilizzando la formula di Abbott (Abbott 1925):

$$M_r = \left(\frac{\frac{M_t}{M_c}}{100 - M_c} \right) \times 100$$

dove:

- Mr – tasso di mortalità,

- Mt – numero di individui morti nelle parcelle trattate,
- Mc – numero di individui morti nelle parcelle non trattate (controllo).

L'efficacia del trattamento è stata calcolata utilizzando la formula di Abbott (Abbot 1925):

$$E_r = \left(\frac{T_0 - T_t}{T_0} \right) \times 100$$

dove:

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

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

Gli estratti sono stati preparati seguendo la procedura generale descritta da *Rhimi et al.* (2019). In dettaglio, a temperatura ambiente, 20 g di foglie secche di *Nerium* e 20 g di bucce secche di arancio amaro sono stati macerati in 100 mL di acqua per 48 ore. I campioni sono stati filtrati e poi sono stati liofilizzati, trasferiti in provette e conservati al buio a quattro gradi Celsius fino a ulteriori analisi. I composti fenolici sono stati identificati utilizzando la cromatografia liquida ad alta prestazione accoppiata con un rivelatore a serie di fotodiodi e spettrometria di massa (HPLC–PDA–ESI/MS) (*Boulila et al.* 2015). L'analisi LC–ESI–MS è stata condotta in modalità di ionizzazione a elettrospray negativo su un sistema HPLC Agilent 1100 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) equipaggiato con un rivelatore a serie di fotodiodi (PDA) e uno spettrometro di massa a triplo quadrupolo tipo Micromass Autospec Ultima Pt (Kelso, UK). L'analisi è stata eseguita su una colonna a fase inversa Uptisphere C18 (Interchim) (2 mm × 100 mm, 5 µm dimensione particella) a 40 °C.

La fase mobile per la separazione dei composti degli estratti era composta da acqua, 0,1% di acido formico in acqua (A) e 0,1% di acido formico in metanolo (B). È stato impiegato il seguente gradiente di solvente lineare a più del solvente: 0-5 min, 2% B; 5-60 min, 98% B; 60-65 min, 2% B.

2.7. Analisi statistica

L'analisi della varianza (ANOVA) e il test della differenza minima significativa (LSD) per il confronto delle medie a $P \leq 0,05$ sono stati eseguiti sui dati generati dai parametri misurati utilizzando il software statistico

Statistical Package for the Social Sciences (versione 23) (SPSS 23).

3. Risultati

3.1. Analisi HPLC-PDA/ESI-MS

L'analisi HPLC-PDA/ESI-MS ha permesso di identificare sette derivati flavonoidi nell'estratto di *C. aurantium* (Tabella 3, Figura 2), inclusi cinque flavanoni (eriodictyol, esperidina, naringenina-rutinoside, eriocitrina, brutieridina), un flavonolo (quercetina) e un limonoide (limonina) (Figura 3). L'esperidina (picco 10, UV_{max} = 284 e 329 nm, [M-H]⁻ a m/z 609) era il principale composto identificato nell'estratto di *Citrus*. Inoltre, l'estratto acquoso era anche ricco di naringenina rutinoside (picco 9, [M-H]⁻ a m/z 579 con un picco di base a m/z 271 corrispondente alla perdita di un'unità di esoso) ed eriocitrina [picco 8, [M-H]⁻ a m/z 595 → [M-162-146-H]⁻ a m/z 287 corrispondente all'aglicone eriodictiolo per le perdite neutre di un esoso (162) e rhamnose (146), componente].

Tabella 3. Tempo di ritenzione (RT), dati spettrali UV e di massa e identificazione provvisoria dei composti fenolici negli estratti acquosi di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander*.

Peak No.	RT (min)	UV λ _{max} (nm)	[M-H] ⁻ (m/z)	Other ions (m/z)	Probable compound	<i>Citrus aurantium</i>	<i>Nerium oleander</i>
1	9.14	251	191	111, 173	quinic acid	-	+
2	16.74	268	287	575 [2M-H] ⁻ , 323, 191, 125	eriodictyol	+	-
3	28.34	318	353	191, 179	caffeoylquinic acid isomer I acid	-	+
4	31.60	320	469	367, 191, 161, 425	limonin	+	-
5	33.01	249, 326	353	191, 179, 161	caffeoylquinic acid isomer II acid	-	+
6	35.76	271, 332	593	311, 649, 497	unknown	+	-
7	36.64	259, 318	371	249, 555	unknown	-	+
8	38.47	284, 339	595	161, 191, 287	eriocitrin	+	-
9	40.89	226, 283	579	271	naringenin-rutinoside	+	-
10	41.85	284, 329	609	301	hesperidin	+	-
11	42.66	255, 353	609	301	quercetin rutinoside (rutin)	-	+
12	44.10	257, 327	441	407, 279, 485, 607	unknown	+	-
13	44.90	265, 335	593	285	kaempferol-rutinoside	-	+
14	45.12	284, 330	753	301, 609, 651	brutieridin	+	-
15	46.19	271, 332	593	-	unknown	+	-
16	49.14	257, 323	301	-	quercetin	+	-
17	49.40	257, 323	565	275, 279, 535, 601	unknown	+	-
18	49.74	270, 330	531	513, 305	unknown	-	+
19	52.75	270, 330	579	327, 309	unknown	-	+
20	54.32	274	515	191, 179	dicafeoylquinic acid	-	+

Legend: (+) present, (-) absent

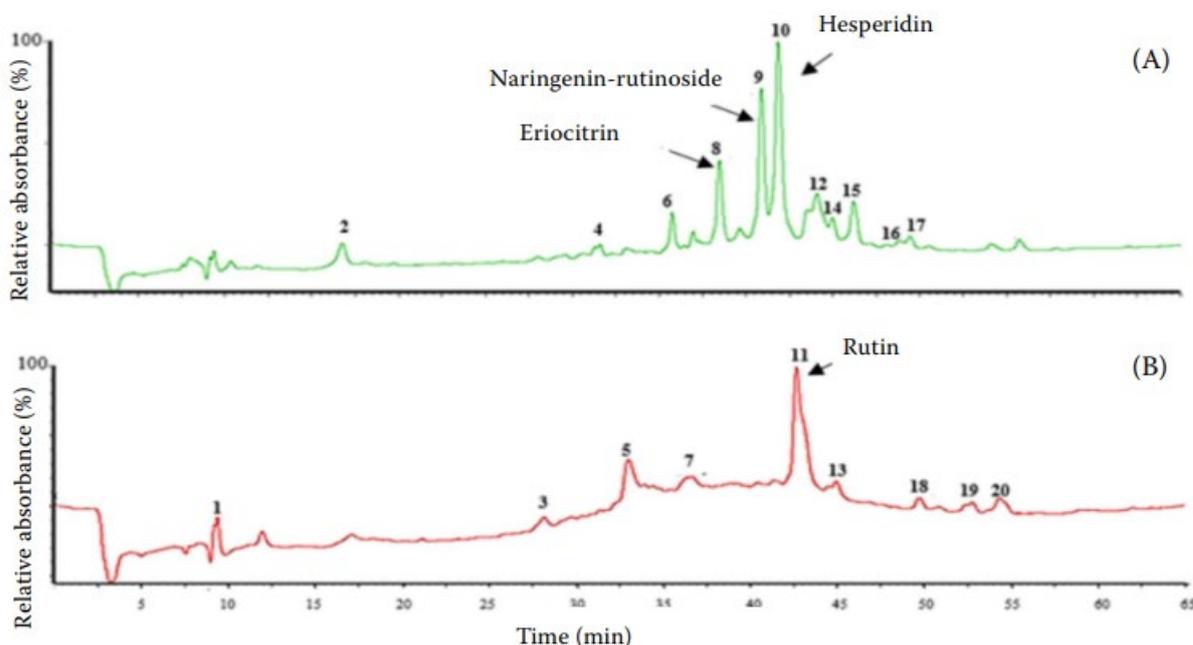


Figura 2. Profilo LC-PDA-TIC dei componenti fenolici degli estratti acquosi di *Citrus aurantium* (A) e *Nerium oleander* (B) (l'assegnazione dei picchi è riportata nella Tabella 3)

Nell'estratto di *N. oleander* sono stati identificati sei composti [rutinoside di quercetina (rutina), acido chinico, acido caffeilchinico Isomero I, acido caffeilchinico Isomero II, rutinoside di kaempferolo e acido dicaffeilchinico] (Figura 4). La rutina (rutinoside di quercetina) era il composto dominante (picco 11, $UV_{max} = 255$ e 353 nm, $[M-H]^-$ a m/z $609 \rightarrow 301$). Il picco 1 ha mostrato un ione pseudo-molecolare $[M-H]^-$ a m/z 191 attribuito all'acido chinico. Due esteri dell'acido chinico rappresentati dall'acido caffeilchinico Isomero I e II sono stati rilevati nei picchi 3 e 5, rispettivamente. Il picco 13 ha mostrato un ione pseudo-molecolare $[M-H]^-$ a m/z 593 e un frammento di ione $[M-162-146-H]^-$ a m/z 285, identificato come rutinoside di kaempferolo. Il picco 20 ($[M-H]^-$ a m/z $515 \rightarrow 191, 179$) è stato identificato come acido dicaffeilchinico. Il picco 14 ha mostrato un ione pseudo-molecolare $[M-H]^-$ a m/z 753 e tre frammenti a 301, 609 e 651, assegnati alla brutieridina. I limonoidi sono stati rilevati anche nel campione di *Citrus*. Il picco 4 ha mostrato un ione pseudo-molecolare $[M-H]^-$ a m/z 469 ed è stato attribuito alla limonina. Il picco 2 ha presentato un ione pseudo-molecolare $[M-H]^-$ a m/z 287, ed è stato attribuito provvisoriamente all'eriodictyol. Il composto 16 ha mostrato un ione pseudo-molecolare $[M-H]^-$ a m/z 301, corrispondente alla quercetina.

Valutazione dell'effetto insetticida degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* e della 'Farina di Basalto®' come alternative biologiche per il controllo di *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico

Publicato su International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation - ISSN (online): 2582-7138 Volume: 03 Issue: 06 November-December 2022 - Page No: 508-512 - allmultidisciplinaryjournal.com

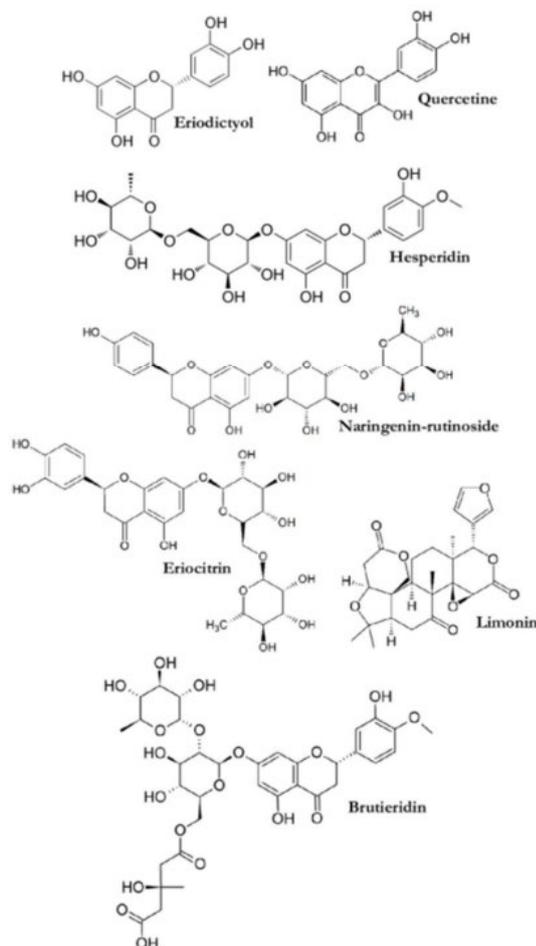


Figura 3. Struttura chimica dei derivati degli estratti di *Citrus aurantium* identificati mediante HPLC-PDA/ESI-MS

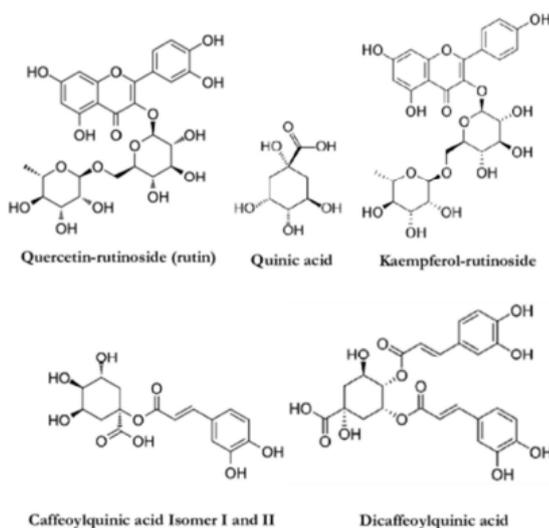


Figura 4. Strutture chimiche dei derivati presenti negli estratti di *Nerium* estratti di oleandro identificati mediante HPLC-PDA/ESI-MS

3.2. Impatto dei diversi trattamenti sulle popolazioni di *A. punicae*

Il monitoraggio degli individui di *A. punicae* (Figura 5) negli alberi non trattati (C) ha rivelato che il numero medio di afidi non ha avuto variazioni importanti, dove la popolazione è leggermente diminuita da un massimo di 251,58 individui il 23 luglio a un minimo di 144,08 individui il 6 agosto. In tutti gli alberi trattati, il numero medio di afidi è diminuito notevolmente solo un giorno dopo la prima applicazione dei diversi trattamenti (T1). I valori erano circa 1,42; 2; 9,17; 9,33 e 16 individui, rispettivamente, in BC 1,5%, BFS 3%, NE, BE e BFS 1,5%, mentre nel controllo erano circa 213,58 afidi. Ciò dimostra che tutti i trattamenti hanno avuto un impatto sulle popolazioni di afidi un giorno dopo A1. Durante il terzo e il settimo giorno dopo T1, le popolazioni di *A. punicae* non hanno mostrato alcuna variazione e il numero di individui è rimasto a valori bassi. Quattordici giorni dopo, le popolazioni di afidi sono aumentate fino a raggiungere valori elevati il 7 agosto.

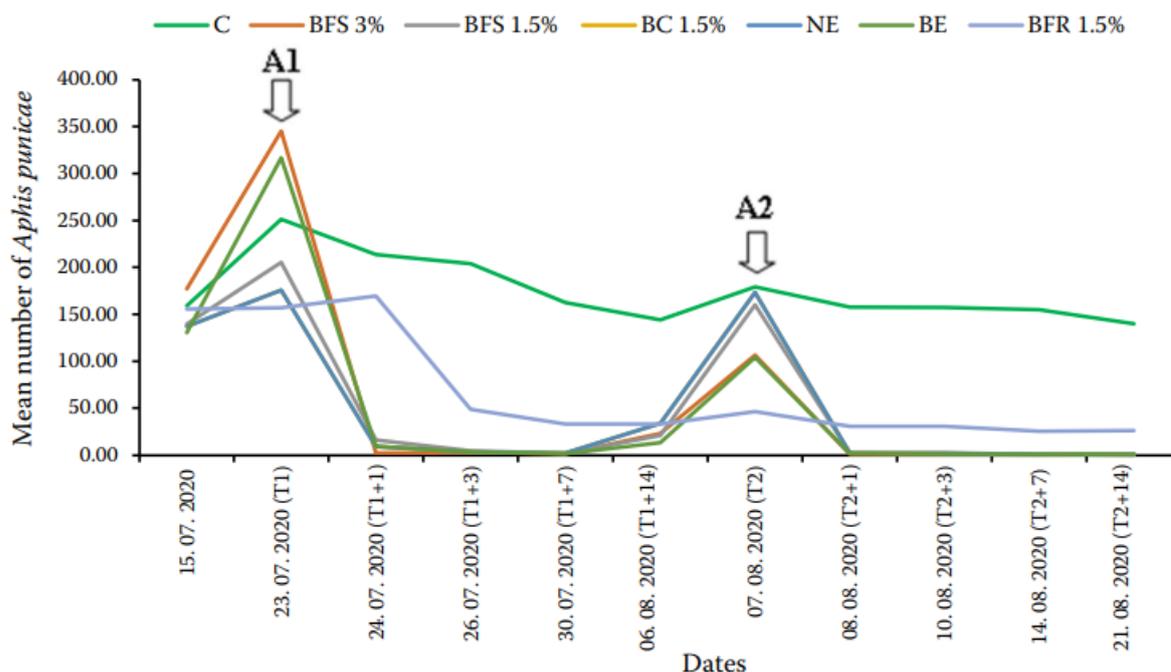


Figura 5. Monitoraggio di *Aphis punicae* viva in funzione dei trattamenti

A1 - 1a applicazione; A2 - 2a applicazione; C - controllo; BFS 3% - basalto come trattamento fogliare al 3%; BFS 1,5% - basalto come trattamento fogliare all'1,5%; BE - estratto di arancio amaro con 50g/L; NE - estratto di Nerium con 50g/L; BFR - basalto come ammendante all'1,5%; BC 1,5% - applicazione combinata di basalto come trattamento fogliare e come ammendante nel terreno all'1,5%.

Gli stessi risultati sono stati osservati un giorno dopo la seconda applicazione (T2) dei diversi trattamenti. Il numero di individui di *A. punicae* è diminuito notevolmente fino alla fine della prova, con alcuni singoli individui sparsi che variavano tra un massimo di 1,33 e un minimo di 0,42 individui per BFS 1,5% e BE,

rispettivamente (Figura 5). I tassi di mortalità causati dai diversi trattamenti hanno mostrato che un giorno dopo T1, la percentuale più alta di afidi morti è stata osservata per BC 1,5% con il 94,19%, seguita da BFS 3% con il 93,93%. Non è stata osservata alcuna differenza significativa per i tassi di mortalità causati dagli estratti vegetali, con valori medi del 77,38% e del 77,74% per gli estratti di *Nerium* e arancio amaro, rispettivamente (Figura 6).

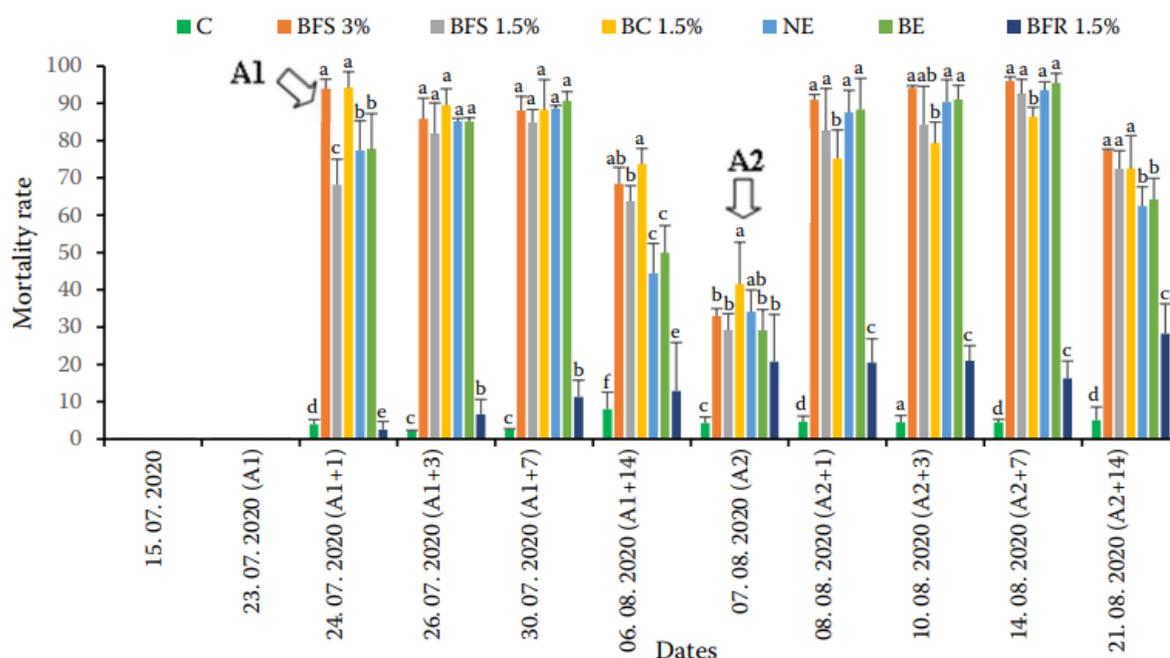


Figure 6. Tassi di mortalità di *Aphis punicae* a seconda dei trattamenti

A1 - 1a applicazione; A2 - 2a applicazione; C - controllo; BFS 3% - basalto come trattamento fogliare al 3%; BFS 1,5% - basalto come trattamento fogliare all'1,5%; BE - estratto di arancio amaro con 50g/L; NE - estratto di *Nerium* con 50g/L; BFR - basalto come ammendante all'1,5%; BC 1,5% - applicazione combinata di basalto come trattamento fogliare e come ammendante nel terreno all'1,5%. Le medie seguite dalla stessa lettera non sono significativamente differenti a $P \leq 0,05$.

Non sono state osservate differenze significative tra i diversi trattamenti durante la settimana successiva a T1. 14 giorni dopo T1, i tassi di mortalità hanno iniziato a diminuire, in particolare per gli estratti vegetali con valori medi del 44,42% e del 49,94% per *Nerium* e arancio amaro, rispettivamente. Ad eccezione di BFR 1,5%, i trattamenti associati al basalto sono rimasti efficienti, con valori medi superiori al 60%. L'8 agosto, i tassi di mortalità sono diminuiti al 29,18 e 41,55% per BE e BC 1,5%, rispettivamente. Ciò è correlato all'aumento delle popolazioni di afidi osservato nella stessa data. Dopo T2, sono stati osservati quasi gli stessi risultati, con differenze non significative tra i trattamenti.

Per quanto riguarda BFR1.5%, questo non ha causato una mortalità significativa degli afidi. I tassi di mortalità per questo trattamento variavano tra un minimo del 2,53%, osservato un giorno dopo T1, e un

massimo del 26,15% registrato 14 giorni dopo T2. La valutazione del tasso di efficacia non ha mostrato differenze significative tra i trattamenti applicati, ad eccezione del basalto usato come ammendante. Per tutti i trattamenti fogliari, i tassi di efficacia erano superiori all'80% (Figura 7).

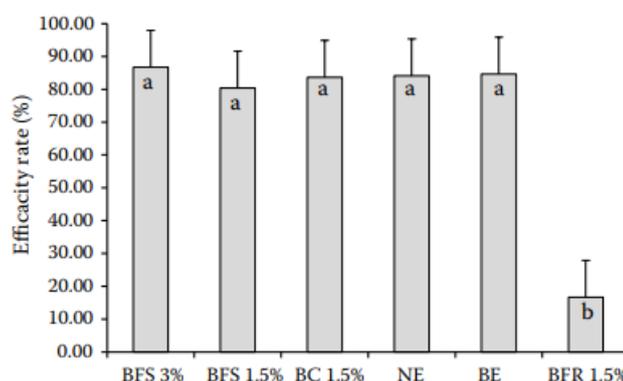


Figura 7. Tassi di efficacia dei diversi trattamenti applicati contro *Aphis punicae*

3.3. Impatto dei diversi trattamenti sulle popolazioni di *P. citri*

Riguardo a *P. citri* (Figura 9) nelle parcelle di controllo (C), le popolazioni sono aumentate continuamente fino a 43 individui il 26 luglio 2020. Alcune variazioni sono state osservate durante il resto del periodo di studio. Per tutte le parcelle trattate, il numero medio di individui della cocciniglia è diminuito un giorno dopo il primo trattamento (T1) da 12,63 a 2,67, 19 a 7,92, 19,33 a 3,67, 18 a 3,25 e 19 a 5,83 per BFS 3%, BFS 1,5%, BC 1,5%, NE, BE e BFR 1,5%, rispettivamente. Va notato che, a differenza dei risultati ottenuti riguardo agli afidi, le popolazioni di *P. citri* non sono aumentate quattordici giorni dopo il primo trattamento e sono rimaste basse e costanti anche dopo T2 fino alla fine del periodo di studio (Figura 8).

Il monitoraggio dei tassi di mortalità di *P. citri* ha mostrato una differenza significativa tra le parcelle trattate e il controllo. Un giorno dopo la prima applicazione dei trattamenti, entrambe le dosi di basalto hanno mostrato i tassi di mortalità più alti, con il 58,95% per BFS 3% e il 57,00% per BFS 1,5%. Riguardo agli estratti vegetali, i tassi di mortalità registrati un giorno dopo il primo trattamento erano circa del 41,65% per l'estratto di arancio amaro e del 50,9% per l'estratto di *Nerium*, senza differenze statistiche significative.

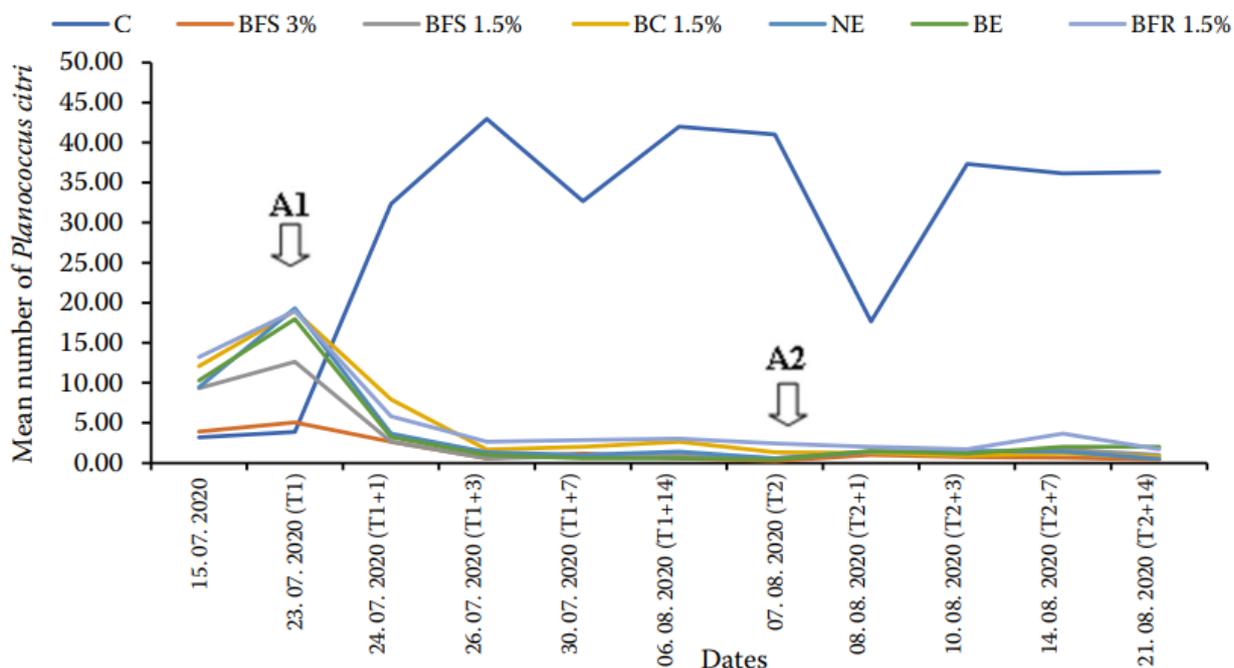


Figura 8. Monitoraggio del Planococcus citri vivo a seconda dei trattamenti

A1 - 1a applicazione; A2 - 2a applicazione; C - controllo; BFS 3% - basalto come trattamento fogliare al 3%; BFS 1,5% - basalto come trattamento all'1,5%; BE - estratto di arancio amaro con 50g/L; NE - estratto di Nerium con 50g/L; BFR - basalto come ammendante all'1,5%; BC 1,5% - applicazione combinata di basalto come trattamento fogliare e come ammendante nel terreno all'1,5%.

Due settimane dopo la prima applicazione dei trattamenti, i tassi di mortalità sono aumentati notevolmente, raggiungendo valori medi elevati di circa l'83,7% per BFS 3% e l'82,98% per BE. Risultati simili sono stati quasi osservati anche dopo la seconda applicazione. I valori più bassi di mortalità sono stati osservati nelle parcelle trattate con una dose di 1,5% di Farina di Basalto come ammendante nel terreno, con il valore medio più alto di circa il 32,19% quattordici giorni dopo la seconda applicazione.

Per quanto riguarda il trattamento combinato (BC 1.5%), sono stati osservati tassi di mortalità moderati dopo T1. Tuttavia, dopo T2, i valori medi del tasso di mortalità sono aumentati e non hanno mostrato differenze statistiche significative rispetto alle altre parcelle (Figura 9). Rispetto agli afidi, i tassi di mortalità delle cocciniglie erano inferiori e sono aumentati solo dopo T2.

La valutazione dei tassi di efficacia ha mostrato che tutti i trattamenti hanno prodotto valori statisticamente significativi (sopra il 50%) rispetto al controllo (C) (20%). Tuttavia, BFS 3%, BE e NE sono stati più efficienti, con il 75%, 67% e 65%, rispettivamente. BFS 1.5% e BC 1.5% hanno avuto tassi di efficacia statisticamente diversi rispetto ai trattamenti precedentemente menzionati, con il 60% e il 52%, rispettivamente (Figura 10).

Valutazione dell'effetto insetticida degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* e della 'Farina di Basalto®' come alternative biologiche per il controllo di *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico

Publicato su International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation - ISSN (online): 2582-7138 Volume: 03 Issue: 06 November-December 2022 - Page No: 508-512 - allmultidisciplinaryjournal.com

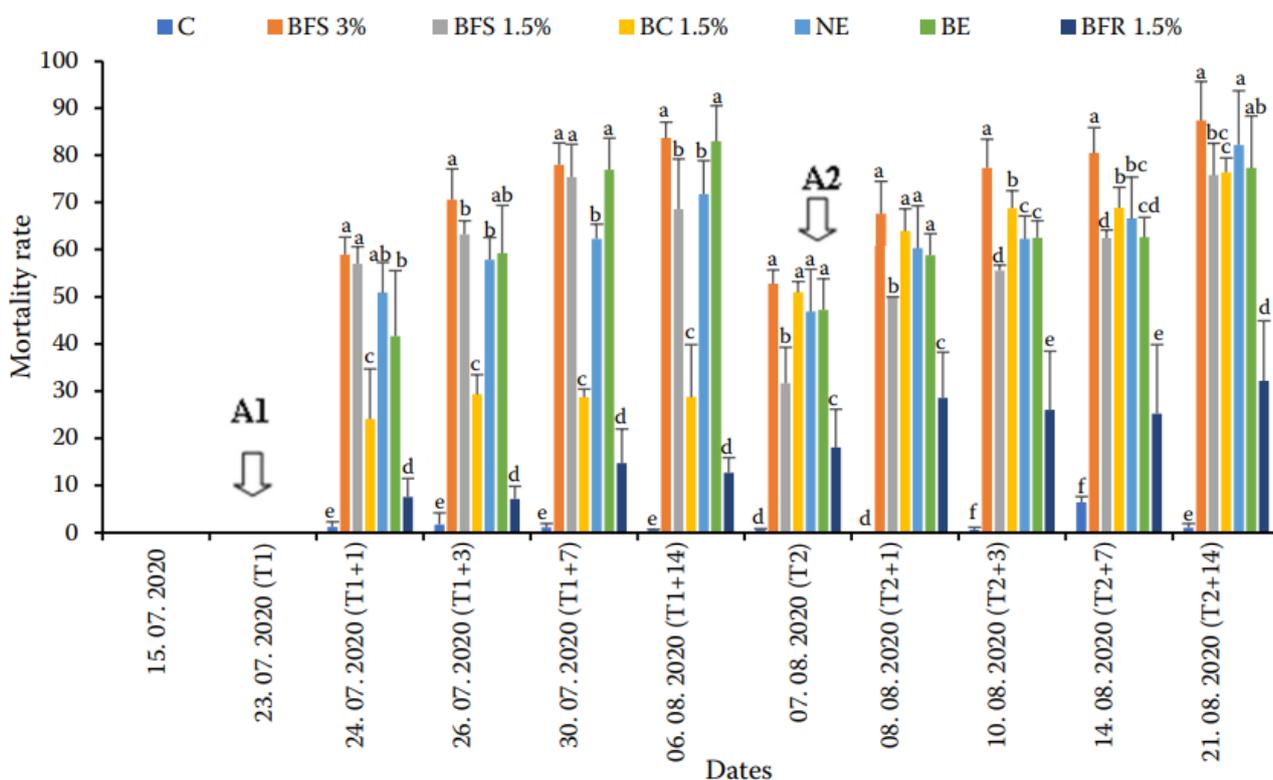


Figura 9. Tassi di mortalità di *Planococcus citri* a seconda dei trattamenti

A1 - 1a applicazione; A2 - 2a applicazione; C - controllo; BFS 3% - basalto come trattamento fogliare al 3%; BFS 1,5% - basalto come trattamento fogliare all'1,5%; BE - estratto di arancio amaro con 50g/L; NE - estratto di *Nerium* con 50g/L; BFR - basalto come ammendante all'1,5%; BC 1,5% - applicazione combinata di basalto come spray fogliare e come fertilizzante nel terreno all'1,5%. Le medie seguite dalla stessa lettera non sono significativamente differenti a $P \leq 0,05$.

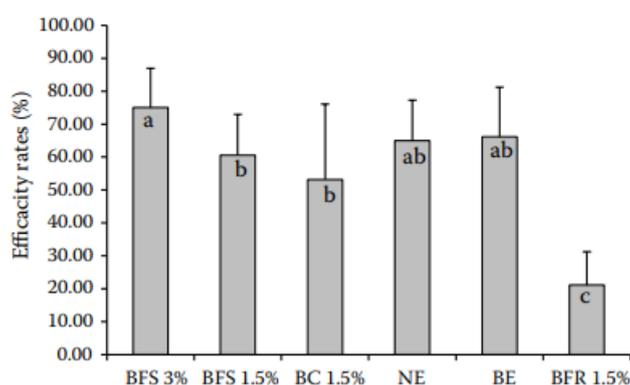


Figura 10. Tassi di efficacia dei diversi trattamenti applicati contro *Planococcus citri*

4. Discussione

Questo studio ha dimostrato l'efficacia della Farina di Basalto e degli estratti acquosi botanici di *C. aurantium* e *N. oleander* contro *A. punicae* e *P. citri* sui frutti di melograno.

I risultati ottenuti confermano i risultati dei recenti lavori che hanno rivelato il ruolo della Farina di Basalto

nel migliorare la tolleranza delle colture ai parassiti (Rouz *et al.* 2020; Elimem *et al.* 2021). Infatti, la Farina di basalto è stata utilizzata per controllare insetti e malattie nelle colture e nei prodotti conservati (Fawzy *et al.* 2012; Isnugroho *et al.*, 2018; Elimem *et al.* 2020; Elimem *et al.* 2021). Mewis e Ulrichs (2001) hanno dimostrato che il biossido di silicio è il principio attivo che conferisce alla Farina di basalto la sua attività pesticida. Farine o polveri inerti come il basalto causano la disidratazione dei parassiti e degli agenti patogeni. Il basalto causa la morte degli insetti assorbendo lo strato ceroso che circonda l'esoscheletro, provocando la morte per disidratazione (Ebeling 1971; Elimem *et al.* 2021). Inoltre, hanno un'attività repellente contro gli insetti (Ebeling 1971). Ad esempio, Guèvel *et al.* (2007) hanno affermato che la Farina di basalto ha ridotto la gravità della patologia dell'oidio grazie alla sua ricchezza in silicio. Groth *et al.* (2017) hanno dimostrato l'efficacia della Farina di basalto nel ridurre la dinamica della popolazione di parassiti sulla lattuga. Cremones *et al.* (2020) hanno dimostrato l'efficacia della Farina di basalto nel controllo di *Tribolium castaneum* nella colza conservata. Questo rende la Farina di basalto un prodotto interessante da considerare nei programmi di Gestione Integrata dei Parassiti contro parassiti e malattie delle colture e dei prodotti conservati.

Diverse piante contengono prodotti insetticidi naturali che possono uccidere i parassiti a dosi molto moderate. Ad esempio, i fenoli sono metaboliti secondari che svolgono un ruolo importante nella protezione delle piante contro gli insetti (War *et al.* 2012). Essi sono alternative ai prodotti chimici sintetici perché sono altamente efficaci, sicuri ed ecologici (Siskos *et al.* 2009). L'analisi HPLC-PDA/ESI-MS ha permesso l'identificazione di sette derivati flavonoidi negli estratti di *C. aurantium*, dove l'esperidina era la maggiore. I nostri risultati hanno confermato l'abbondanza di flavonoidi nelle piante di *Citrus* (Shi *et al.* 2007; Scordino *et al.* 2011; El-Sayed *et al.* 2017; Baron *et al.* 2021; Wen *et al.* 2021).

Nel complesso, i risultati hanno indicato che l'estratto acquoso di *C. aurantium* era tossico per *A. punicae* e *P. citri*. In linea con ciò, War *et al.* (2012) hanno riportato che i flavonoidi proteggono le piante dai parassiti influenzando il comportamento, la crescita e lo sviluppo degli insetti. I risultati del nostro studio sono in accordo con quelli di Zarrad *et al.* (2017), che affermano che le specie di *Citrus* sono una fonte di insetticidi botanici. La ricchezza degli estratti in esperidina può essere all'origine di questa attività. Infatti, questo flavanone, prevalentemente trovato nei *Citrus* (Noshy & Azouz 2021), ha un'elevata attività insetticida (Wang *et al.* 2016). Riguardo agli estratti di *N. oleander*, sono stati identificati sei composti, con la quercetina rutoside (rutina) come il più importante.

Questi composti sono stati rilevati anche da Ayouaz *et al.* (Ayouaz *et al.* 2021) negli estratti di *N. oleander*

algerini, caratterizzati dall'abbondanza di acido clorogenico, rutina e esteri dell'acido chinico. Questa specie vegetale è conosciuta in tutto il mondo come velenosa e può essere utilizzata per il controllo dei parassiti (Bari *et al.* 2020). La rutina è ben nota come un flavonoide vegetale che media la relazione insetto-pianta. Provoca effetti multipli sul comportamento degli insetti a seconda dell'insetto e della specie vegetale coinvolta (Stec *et al.* 2021).

D'altra parte, altri studi hanno dimostrato che gli estratti e gli oli essenziali di *C. aurantium* hanno mostrato un impatto insetticida e un effetto repellente su diversi parassiti economici come *C. capitata* e *Bactrocera oleae* Rossi (1790) (Diptera, Tephritidae) (Siskos *et al.* 2009), *Spodoptera frugiperda* Smith (1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (Villafane *et al.* 2011), la mosca bianca *Bemisia tabaci* Gennadius (1889) (Hemiptera; Aleyrodidae) (Zarrad *et al.* 2015) e insetti come le cocciniglie (Majeed *et al.* 2018). Inoltre, è da notare che il flavedo dell'arancio amaro contiene metaboliti secondari con attività insetticida (Siskos *et al.* 2009).

Riguardo a *Nerium*, molti studi hanno dimostrato i suoi effetti insetticidi e battericidi (Ali *et al.* 2008). Secondo diversi studi, *N. oleander* è stato dimostrato causare la mortalità di diverse specie di insetti, come *Acanthoscelides obtectus* Say (1831) (Coleoptera, Bruchidae) (Laib 2014), *Paederus fuscipes* Curtis 1826 (Coleoptera, Staphylinidae) (Gupta *et al.* 2017), e la processionaria *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams (1924) (Lepidoptera, Notodontidae) (Semiz 2017).

5. Conclusioni

L'obiettivo di questo studio è dimostrare l'efficacia di due modalità di applicazione della Farina di basalto (fogliare e nel terreno, con due dosaggi) e di due estratti acquosi botanici di *C. aurantium* e *N. oleander* contro *A. punicae* e *P. citri* sui frutti di melograno. I risultati ottenuti hanno dimostrato l'efficacia del prodotto minerale e degli estratti acquosi botanici nel controllo del parassita. Hanno evidenziato che i metodi di applicazione della Farina di basalto influenzano significativamente il suo ruolo nella protezione delle colture. Inoltre, i composti identificati negli estratti di entrambe le piante potrebbero essere purificati e impiegati per proteggere le colture da altri parassiti.

6. Ringraziamenti:

Gli autori desiderano ringraziare i membri del Laboratorio di Sistemi di Produzione Agricola e Sviluppo Sostenibile (LR03AGR02) della Scuola Superiore di Agricoltura di Mograne in Tunisia, al Laboratorio di Macchine Agricole della Scuola Superiore di Ingegneria di Medjez El Bebi in Tunisia e al Laboratorio di Sostanze Naturali dell'Istituto Nazionale di Ricerca e Analisi Fisico-chimiche nel Biotechnopole di Sidi

Thabet in Tunisia. Gli autori ringraziano il coltivatore biologico di melograni, il signor Mourad Hafdhi, per averci permesso di svolgere la prova nel suo frutteto.

7. Riferimenti

- [1]. Abbes K., Rahmouni R., Chermiti B. (2018): Toxicity of insecticides used in Tunisian citrus orchards on the introduced mealybug parasitoid *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera, Encyrtidae). International Organisation for Biological and Integrated Control, West Palaearctic Regional Section, 132: 126–131.
- [2]. Abbott W.S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265–267.
- [3]. Ali S.S., Ali S., Munir S., Riaz T. (2008): Insecticidal and bactericidal effects of ethanolic leaf extract of common oleander, *Nerium oleander*. *Punjab University Journal of Zoology*, 23: 81–90.
- [4]. Anonymous (2019): Farina Di Basalto – Basalt Powder – Strengthening Enhancer of Plant Defenses. Product Description. 2p.
- [5]. Ayouaz S., Oliveira-Alve S.C., Serra A.T., Lefsih K., Madani S.M., Bento da Silva A., Madani K., Bronze M.R. (2021): LC–DAD–ESI–MS/MS analysis and cytotoxic and antiproliferative effects of chlorogenic acid derivative rich extract from *Nerium oleander* L. pink flowers. *Food and Function*, 12: 3624–3634.
- [6]. Babin R. (2018): *Pest Management in Organic Cacao*. Wallingford, CAB International.
- [7]. Barbagallo S., Cocuzza G., Cravedi P., Komazaki S. (2007): IPM case studies, tropical and subtropical fruit trees. In: van Emden H.F., Harrington. R. (eds): *Aphids as Crop Pests*. London, CAB International: 663–676.
- [8]. Bari I.N., Herawati N.A., Putri S.N.S. (2020): Effects of Oleander Leaves (*Nerium oleander*) against metabolism, activity pattern, and the leaves potency as rice-field rat repellent (*Rattus argentiventer*). *Biology and Life Sciences Forum, Multidisciplinary Digital Publishing Institute*: 37. doi: 10.3390/IECPS2020-08868
- [9]. Baron G., Altomare A., Mol M., Garcia J.L., Correa C., Raucci A., et al. (2021): Analytical profile and antioxidant and anti-inflammatory activities of the enriched polyphenol fractions isolated from bergamot fruit and leave. *Antioxidants*, 10: 141. doi: 10.3390/antiox10020141
- [10]. Bartual J., Lozoya A., García J., Valdés G. (2012): Efficacy and residues of selected insecticides for control of cotton aphid (*Aphis gossypii*) and mealybug (*Planococcus citri*) in pomegranates. In: Melgarejo P., Valero D. (eds): *Proceedings of the second International Symposium on the Pomegranate June 19–21, 2011, Zaragoza, Spain*: 107–111.
- [11]. Ben Halima Kamel M., Ben Hamouda M.H. (2004): Aphids of fruits trees in Tunisia. In: Simon J.C., Dedryver C.A., Rispe C., Hullé M. (eds): *Aphids in a new millennium. Proceeding of the Vith*

International Symposium on Aphids: 119–123.

- [12]. Ben Halima K.M., Ben Hamouda M.H. (2005): A propos des arbres fruitiers de Tunisie. Notes Fauniques de Gembloux, 58: 11–16. (in French)
- [13]. Bhatia V., Uniyal P.L., Bhattacharya R. (2011): Aphid resistance in Brassica crops, challenges, biotechnological progress and emerging possibilities. *Biotechnology Advances*, 29: 879–888.
- [14]. Blumberg D., Swirski E., Greenberg S. (1975): Evidence for bivoltine populations of the Mediterranean black scale *Saissetia oleae* (Olivier) on citrus in Israel. *Israel Journal of Entomology*, 10: 19–24.
- [15]. Boulila A., Sanaa A., Salem I.B., Rokbeni N., M'rabet Y., Hosni K., Fernandez X. (2015): Antioxidant properties and phenolic variation in wild populations of *Marrubium vulgare* L. (Lamiaceae). *Industrial Crops and Products*, 7: 616–622.
- [16]. Cao C.W., Zhang J., Gao X.W., Liang P., Guo H.L. (2003): Overexpression of carboxylesterase gene associated with organophosphorous insecticide resistance in cotton aphids, *Aphis gossypii* (Glover). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 90: 175–180.
- [17]. Cremonese P.S., Lucas A.D.A., de Aquino G.S., Machado R.R., Hayashida R., Sousa V., Neves P.M. (2020): Establishment and control of *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae) with inert dusts in stored canola. *Entomological Communications*, 2: ec02001. doi: 10.37486/2675-1305.ec02001
- [18]. Ebeling W. (1971): Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology*, 16: 123–158.
- [19]. Elimem M., Rouz S., Kharroubi H., Mekni A., Kouki S., Toukabri A., et al. (2020): Effect of basalt powder "Farina di Basalto®" on the development of pests and diseases on pepper crop under greenhouse and during storage. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 13: 38–47.
- [20]. Elimem M., Kalboussi M., Lahfef C., Rouz S., Kharroubi H., Kouki S., et al. (2021): Evaluation of insecticidal efficiency of basalt powder "Farina di Basalto®" to control *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera, Bostrichidae) and *Ephesia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae) on stored wheat. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 14: 1–6.
- [21]. El-Sayed M.A., Al-Gendy A.A., Hamdan D.I., El-Shazly A.M. (2017): Phytoconstituents, LC-ESI-MS profile, antioxidant and antimicrobial activities of *Citrus X limon* L. Burm. F. cultivar variegated pink lemon. *International journal of pharmaceutical sciences research*, 9: 375–391.
- [22]. Endersby N.M., Morgan W.C. (1991): Alternatives to synthetic chemical insecticides for use in crucifer crops. *Biological Agriculture and Horticulture*, 8: 33–52.
- [23]. Entwistle P.F. (1972): *Pests of coffee*. London, Longman Group Limited.
- [24]. Fakhour S. (2012) : Contrôle intégré d'*Aphis punicae* Passerini en grenadier dans la région du Tadla (Maroc). In : Melgarejo P., Valero D. (eds): *Proceedings of the second International Symposium on*

the Pomegranate, Zaragoza, Spain: 151–154. (in French)

- [25]. Fawzy Z.F., El-Bassiony A.M., Li Y.S., Zhu Q.Y., Ghoname A.A. (2012): Effect of mineral, organic and bio-N fertilisers on growth, yield and fruit quality of sweet pepper. *Research journal of applied sciences*, 8: 3921–3933.
- [26]. Foster S.P., Devine G., Devonshire A.L. (2007): Insecticide resistance. In: van Emden H.F., Harrington R. (eds): *Aphids as Crop Pests*, CAB International, United Kingdom: 261–285.
- [27]. Franco J.C., Suma P., da Silva E.B., Blumberg D., Mendel Z.E. (2004): Management strategies of mealybug pests of Citrus in Mediterranean countries. *Phytoparasitica*, 32: 507–522.
- [28]. Gill H.K., Goyal G., Gillett-Kaufman J.L. (2016): Featured creatures, Citrus mealybug. UF/IFAS. http://entnemdept.ufl.edu/creatures/CITRUS/Planococcus_citri.htm (accessed on February 20, 2022).
- [29]. Groth M.Z., Bellé C., Bernardi D., Borges Filho R.D.C. (2017): Powder-basalt in the development of lettuce plants and population dynamics of insects. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16: 433–440.
- [30]. Guével M.H., Menzies J.G., Bélanger R.R. (2007): Effect of root and foliar applications of soluble silicon on powdery mildew control and growth of wheat plants. *European Journal of Plant Pathology*, 119: 429–436.
- [31]. Gupta S., Singh H., Gupta M. (2017): Influence of ethanol leaf extract of *Nerium oleander* on the life-table characteristics and developmental stages of *Paederus fuscipes*. *International Journal of Theoretical Applied Science*, 9: 58–62.
- [32]. Isnugroho K., Hendronursito Y., Birawidha D.C. (2018): Characterisation and utilisation potential of basalt rock from East-Lampung district. *Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, October 23–24, 2017, Jakarta, Indonesia: 012014.
- [33]. Kahramanoglu I., Usanmaz S. (2013): Management strategies of fruit damaging pests of pomegranates, *Planococcus citri*, *Ceratitis capitata* and *Deudorix (Virachola) livia*. *African Journal of Agricultural Research*, 8: 6563–6568.
- [34]. Laib D.E. (2014) : 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). *Nature and Technology. B-Sciences Agronomiques et Biologiques*: 39–44. (in French)
- [35]. Majeed M.Z., Nawaz M.I., Khan R.R., Farooq U., Ma C.S. (2018): 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). *Tropical and subtropical agroecosystems*, 21: 421–430.
- [36]. Mdellel L., Besma A., Kamel M.B.H. (2015): Impact of different cultivars of pomegranate (*Punica*

granatum L.) on the biological parameters of *Aphis punicae* Pass (Hemiptera, Aphididae) in Tunisia. *Journal of New Sciences*, 2015: 23.

- [37]. Mewis I., Ulrichs C. (2001): Effects of diatomaceous earth on water content of *Sitophilus granarius* (L.) (Col., Curculionidae) and its possible use in stored product protection. *Journal of Applied Entomology*, 125:351–360.
- [38]. Moawad S.S., Al-Barty A.M.F. (2011): Evaluation of some medicinal and ornamental plant extracts toward pomegranate aphid, *Aphis punicae* (Passerini) under laboratory conditions. *African journal of agricultural research*, 6: 2425– 2429.
- [39]. Nauen R., Elbert A. (2003): European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera, Aphididae) with special reference to imidacloprid. *Bulletin of Entomological Research*, 93: 47–54.
- [40]. Noshay P.A., Azouz R.A. (2021): Neuroprotective effect of hesperidin against emamectin benzoate-induced neurobehavioral toxicity in rats. *Neurotoxicology and Teratology*, 86 : 106981. doi: 10.1016/j.ntt.2021.106981
- [41]. Panis A. (1977): Mealybugs (Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae) and the integrated pest management of citrus crops in the Mediterranean Basin. *Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas*, 3: 139–145.
- [42]. Rahmouni R., Chermiti B. (2012): Impact of pesticides used in Citrus orchards on the beneficial insect *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera, Coccinellidae). *Proceedings of the 12th International Citrus Congress, Valencia, Spain, November 18–23, 2012*. doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1065.149
- [43]. Rahmouni R., Chermiti B. (2013): Efficiency of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera, Coccinellidae) to control *Planococcus citri* Risso (Hemiptera, Pseudococcidae) in Citrus orchards in Tunisia. *International Organisation for Biological and Integrated Control, West Palaearctic Regional Section*, 95: 141–145.
- [44]. Rhimi W., Camarda A., Saidi M., Boulila A., Otranto D., Cafarchia C. (2019): Chemical characterisation and acaricidal activity of *Drimia maritima* (L) bulbs and *Dittrichia viscosa* leaves against *Dermanyssus gallinae*. *Veterinary parasitology*, 268: 61–66.
- [45]. Rouhani M., Samih M.A., Izadi H., Mohammadi E. (2013): Toxicity of new insecticides against pomegranate aphid, *Aphis punicae*. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4: 496–501.
- [46]. Rouz S., Elimem M., Kharroubi H., Mekni A., Kouki S., Toukabri T., et al. (2020): Effects of basalt powder "Farina di Basalto®" on pepper crop growth parameters under greenhouse. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 13: 29–39.
- [47]. Scordino M., Sabatino L., Belligno A., Gagliano G. (2011): Characterisation of polyphenolic

Valutazione dell'effetto insetticida degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* e della 'Farina di Basalto®' come alternative biologiche per il controllo di *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico

Pubblicato su International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation - ISSN (online): 2582-7138 Volume: 03 Issue: 06 November-December 2022 - Page No: 508-512 - allmultidisciplinaryjournal.com

compounds in unripe chinotto (*Citrus myrtifolia*) fruit by HPLC/PDA/ ESI/MS-MS. Natural product communications, 6. doi: 10.1177/1934578X1100601218

- [48]. Semiz G. (2017): Larvicidal Activity of *Nerium Oleander* L. leaf extract against pine processionary moth (*Thaumetopoea Wilkinsoni* Tams.). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5: 79–81.
- [49]. Shi P., Qing He Q., Song Y., Qu H., Cheng Y. (2007): Characterisation and identification of isomeric flavonoid Odiglycosides from genus *Citrus* in negative electrospray ionisation by ion trap mass spectrometry and time-of-flight mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 598: 110–118.
- [50]. Siskos E.P., Konstantopoulou M.A., Mazomenos B.E. (2009): Insecticidal activity of *Citrus aurantium* peel extract against *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata* adults (Diptera, Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, 133: 108–116.
- [51]. Stec K., Kordan B., Gabrys B. (2021): Quercetin and rutin as modifiers of aphid probing behaviour. *Molecules*, 26: 3622. doi: 10.3390/molecules26123622
- [52]. Villafañe E., Tolosa D., Bardón A., Neske A. (2011): Toxic effects of *Citrus aurantium* and *C. limon* essential oils on *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Natura Product Communications*, 6: 1389–1392.
- [53]. Wang S., Tu H., Wan J., Chen W., Liu X., Luo J., Juan X., Zhang H. (2016): Spatio-temporal distribution and natural variation of metabolites in citrus fruits. *Food Chemistry*, 199: 8–17.
- [54]. War A.R., Paulraj M.G., Ahmad T., Buhroo A.A., Hussain B., Ignacimuthu S., Sharma H.C. (2012): Mechanisms of plant defence against insect herbivores. *Plant Signaling and Behavior*, 7: 1306–1320.
- [55]. Wen L., He M., Yin C., Jiang Y., Luo D., Yang B. (2021): Phenolics in *Citrus aurantium* fruit identified by UHPLC-MS/ MS and their bioactivities. *Food Science and Technology*, 147: 111671. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111671
- [56]. Zarrad K., Ben Hamouda A., Chaieb I., Laarif A., Mediouni-Ben Jemâa J. (2015): Chemical composition, fumigant and anti-acetylcholinesterase activity of the Tunisian *Citrus aurantium* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*, 76: 121–127.
- [57]. Zarrad K., Chaieb I., Ben Hamouda A., Bouslama T., Laarif A. (2017): Chemical composition and insecticidal effects of *Citrus aurantium* of essential oil and its powdery formulation against *Tuta absoluta*. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 12 (Special Issue): 83–94.

Mohamed Elimem, et. al. " Valutazione dell'effetto insetticida degli estratti di *Citrus aurantium* e *Nerium oleander* e della 'Farina di Basalto®' come alternative biologiche per il controllo di *Aphis punicae* e *Planococcus citri* in un frutteto di melograno biologico"

Pubblicato su International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation - ISSN (online): 2582-7138 Volume: 03 Issue: 06 November-December 2022 - Page No: 508-512 - allmultidisciplinaryjournal.com