

**Impatto insetticida di estratti acquosi di piante (carrubo, oleandro, pino di Aleppo e arancio amaro) e farina di basalto "farina di basalto® XF e XM" come soluzione biologica per il controllo dei parassiti dei cereali.**



[Pubblicato su](#) Fresenius environmental bulletin 32 (10/2023): 3087, Luglio 2023

prt-parlar.de

## Fresenius Environmental Bulletin and Advances in Food Sciences

We offer two Journals with different topics

HOME FEB AFS IMPRESSUM LOGIN



### Fresenius Environmental Bulletin and Advances in Food Sciences

#### **FEB - FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN**

Founded jointly by F. Korte and F. Coulston

Production by PSP - Vimy Str. 1e, 85354 Freising, Germany in  
cooperation with PRT-Parlar Research & Technology - Vimy Str 1e, 85354 Freising  
Copyright© by PSP and PRT, Vimy Str. 1e, 85354 Freising, Germany

All rights are reserved, especially the right to translate into foreign language or other processes - or convert to a machine language, especially for data processing equipment - without written permission of the publisher. The rights of reproduction by lecture, radio and television transmission, magnetic sound recording or similar means are also reserved.

Printed in Germany-ISSN 1018-4619

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

Fresenius environmental bulletin 32 (10/2023): 3087, Luglio 2023

## **Impatto insetticida di estratti acquosi di piante (carrubo, oleandro, pino di Aleppo e arancio amaro) e farina di basalto “Farina di Basalto® XF e XM” come soluzione biologica per il controllo dei parassiti dei cereali.**

Chaima Lahfef<sup>1,2</sup>, Mohamed Elimem<sup>1,\*</sup>, Rym Jaouadi<sup>1</sup>, Jalel Cyrine<sup>1</sup>, Kaouthar Lebdi-Grissa<sup>2</sup>, Slim Rouz<sup>1</sup>, Gianluca Pizzuti<sup>3</sup>, Fabio Primavera<sup>3</sup>, Federica Ruggeri<sup>3</sup>, Alessandro Riccini<sup>3</sup>, Giuliano Ragnoni<sup>3</sup>

<sup>1</sup> University of Carthage, High School of Agriculture of Mograne (ESAM), LR03AGR02, Mograne, Zaghouane, University of Tunis, Tunisia

<sup>2</sup> University of Carthage, National Agronomy Institute of Tunis (INAT), University of Tunis. 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis 1082, Tunisia

<sup>3</sup> Basalti Orvieto Srl –Loc Cornale, 05014-Castel Viscardo (TR), Italy

Articolo in versione originale al [Link Research Gate](#)

### Sommario

Impatto insetticida di estratti acquosi di piante (carrubo, oleandro, pino di Aleppo e arancio amaro) e farina di basalto “Farina di Basalto® XF e XM” come soluzione biologica per il controllo dei parassiti dei cereali..... 2

<b>Sintesi</b> .....	<b>4</b>
Premessa .....	4
Parole chiave .....	5
<b>1. Introduzione</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Materiali e metodi</b> .....	<b>6</b>
2.1. Materiale vegetale e minerale .....	6
2.3.1. La Farina di Basalto® .....	6
2.2. I trattamenti e il disegno sperimentale .....	7
2.3. Stadio di crescita delle piante durante i trattamenti.....	8
2.4. Valutazione dei parametri morfometrici .....	8
2.5. Tassi di efficacia e mortalità.....	9
2.7. Analisi statistica.....	9
<b>3. Risultati</b> .....	<b>9</b>
3.1. Studio dell'evoluzione e dell'effetto di diversi estratti acquosi sui parametri morfometrici dell'orzo.....	9
3.2. Effetto degli estratti acquosi sui parassiti dei cereali .....	11
<b>4. Discussione</b> .....	<b>18</b>
<b>5. Conclusioni</b> .....	<b>21</b>
<b>7. Riferimenti</b> .....	<b>21</b>

### INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE

Tabella 1. Caratteristiche fisico-chimiche della Farina di Basalto® tipo XF e XM [38]: ..... 7

Tabella 2. Proprietà chimiche della Farina di Basalto® sia del tipo XF che del tipo XM [38]:..... 7

Figura 1. Schema del disegno sperimentale dei trattamenti con estratti acquosi.....	8
Figura 2. Effetto di diversi estratti acquosi di piante sulla lunghezza delle radici (A), sul peso delle radici (B), sulla lunghezza del fusto (C) e sull'area fogliare (B).....	11
Figura 3. Evoluzione della popolazione di tripidi negli estratti acquosi e nelle parcelle di controllo durante l'indagine e dopo i trattamenti T1 e T2 dal 10 marzo al 31 maggio 2022 .....	12
Figura 4. Effetto degli estratti acquosi dei trattamenti T1 e T2 sulla popolazione di tripidi; A: media di mortalità (%); B: medie di efficacia (%).....	13
Figura 5. Evoluzione della popolazione di afidi degli estratti acquosi e delle parcelle di controllo durante l'indagine e dopo i trattamenti T1 e T2 dal 10 marzo al 31 maggio 2022 .....	14
Figure 6. Effetto degli estratti acquosi dei trattamenti T1 sulla popolazione di afidi; A: media di mortalità (%); B: media di efficacia (%).....	15
Figura 7. Evoluzione della popolazione di coleotteri fogliari dei cereali negli estratti acquosi e nelle parcelle di controllo durante il rilevamento e dopo i trattamenti T1 e T2 dal 10 marzo al 31 maggio 2022. ....	16
Figura 8. Effetto degli estratti acquosi dei trattamenti T1 e T2 sulla popolazione di coleotteri delle foglie di cereali; A: mortalità media (%); B: efficacia media (%).....	17
Figura 9. Effetto di diversi estratti acquosi di piante sulla superficie fogliare consumata dai coleotteri delle foglie di cereali. ....	18

## Sintesi

**Premessa:** La gestione integrata dei parassiti delle colture cerealicole impiega tutti i metodi necessari per ridurre le popolazioni di parassiti. Questi metodi, come gli estratti acquosi delle piante, sono efficienti, economici e rispettosi dell'ambiente. Questi prodotti sono utilizzati per controllare i parassiti e valutare il loro effetto sulle piante di cereali. L'esperimento è stato condotto in un campo di orzo. I bioinsetticidi testati sono gli estratti acquosi di quattro piante vegetali (Carrubo, Oleandro, Pino d'Aleppo e Arancio amaro) e la farina di basalto “Farina di Basalto® Tipo XF e Tipo XM” come materiale minerale. Le dosi testate sono rispettivamente del 5% e del 15% per gli estratti acquosi delle piante e per il basalto. Sono stati testati contro afidi, tripidi e coleotteri delle foglie dei cereali. Il disegno sperimentale era a blocchi completamente randomizzati (CRB). Ogni trattamento ha avuto 3 repliche e la loro distribuzione è stata casuale. I parametri morfometrici (peso e lunghezza delle radici, lunghezza del fusto e area fogliare), l'efficienza e i tassi di mortalità sono stati calcolati per valutare l'effetto dei diversi prodotti sulle piante di cereali e sui parassiti. Gli estratti acquosi testati non erano tossici per le piante. Così, i parametri morfometrici hanno mostrato che lo sviluppo della pianta era normale durante la gestione come nel controllo. Tutti gli estratti acquosi sono stati efficienti nella gestione dei parassiti riducendo le loro popolazioni. Per i trattamenti a base di basalto, il fogliare (XF - “Farina di Basalto® Tipo XF”) è risultato letale per tripidi e coleotteri delle foglie dei cereali per circa il 70%, e combinato (XM - “Farina di Basalto® Tipo XM” e XF “Farina di Basalto® Tipo XF”) per tripidi e afidi per il 75.20% e il 34.66% rispettivamente. L'estratto botanico di carrubo (Cs) è risultato tossico contro tripidi e afidi per il 73.39% e il 44.21% rispettivamente e l'oleandro (NeO) è risultato efficace contro tripidi e coleotteri delle foglie di cereali per il 76.94% e il 36.67% rispettivamente. Per i coleotteri delle foglie di cereali, gli estratti acquosi hanno contribuito a mitigare i danni alle loro foglie. L'utilizzo degli estratti e della Farina di Basalto non è solo un metodo efficace per la gestione dei parassiti, ma anche un'alternativa amichevole, specialmente perché

ha una minore tossicità contro le piante di cereali.

**Parole chiave:** piante aromatiche, parassiti dei cereali, farina di basalto, estratti acquosi.

Data di presentazione: 03-06-2023

Data di accettazione: 29-07-2023

DATA DI PUBBLICAZIONE GG-MM-AA

## **1. Introduzione**

L'uso di insetticidi chimici è un metodo comune per controllare i parassiti nelle aree di produzione agricola in tutto il mondo al fine di ridurre le perdite di resa e preservare la qualità del prodotto. Secondo diverse ricerche, i prodotti chimici si sono spesso dimostrati impraticabili, inefficaci e fortemente influenzati dalle condizioni meteorologiche. Inoltre, hanno un impatto negativo sulla salute umana e sull'ambiente [1–4]. In agricoltura, questi pesticidi sono tossici per gli antagonisti naturali utili contro i parassiti [124]. Di conseguenza, il controllo biologico con le sue diverse alternative è un metodo efficace per controllare parassiti e patogeni. Tra queste alternative, molti metodi empirici e convenzionalmente usati per controllare i parassiti come i biopesticidi, che sono estratti di piante come oli essenziali o estratti acquosi [5–9]. Questi tessuti vegetali contengono componenti bioattivi letali (metaboliti secondari) per insetti, acari e altri organismi. Questi componenti sono benefici come processo difensivo naturale per le piante e vengono progressivamente adottati nella gestione dei parassiti [5,7,8,10–13]. I ricercatori hanno approvato che i bioinsetticidi sono meno dannosi per l'ambiente o per la salute umana in quanto sono più selettivi e si degradano più rapidamente rispetto agli insetticidi chimici [14–18].

Diversi estratti di piante sono stati testati per controllare vari parassiti degli insetti [18–21]. Come fonti botaniche, diverse parti delle specie di *Citrus* sono state utilizzate in diverse ricerche contro i parassiti Diptera, Lepidoptera e Coleoptera [22–28]. Oltre ai bioinsetticidi botanici, sono stati utilizzati nella gestione dei parassiti polveri e rocce minerali organiche. Polveri inerti come la polvere stradale e l'argilla in polvere sono ben note agli umani. Gli animali, come mammiferi e uccelli, usano bagni di polvere come protezione contro gli ectoparassiti [29]. Inoltre, il caolino è approvato come alternativa di successo per la gestione dei parassiti in un ambiente sicuro. Glenn e Puterka [30] definiscono il caolino come un minerale di alluminio-silicato bianco, non poroso, chimicamente inerte, non espandibile, a bassa abrasività e a grana fine che si disperde facilmente nell'acqua. Allo stesso modo, la Farina di basalto è una roccia

silicatica che ha come uno dei composti chimici più comuni il biossido di silicio [31,32]. La Farina di basalto usata come ammendante contribuisce a ripristinare l'equilibrio minerale nel suolo e a rinnovare i suoli poveri o degradati [33,34]. Melo *et al.* [35] suggeriscono di utilizzare la Farina di basalto come alternativa per ridurre i costi di produzione e migliorare la produttività delle colture. Inoltre, Osterroht [36] e Silva *et al.* [37] affermano che la Farina di basalto rimane più a lungo nella soluzione del suolo con un rilascio graduale di nutrienti in linea con lo sviluppo della pianta [36,37].

Lo studio attuale mira a valutare l'effetto di diversi biopesticidi botanici e minerali sullo sviluppo dei parametri delle piante e poi la loro efficacia nella gestione dei parassiti dei cereali. I parassiti che sono stati oggetto di prove sono tripidi, afidi e coleotteri delle foglie dei cereali con *Haplothrips tritici*, *Rhopalosiphum padi* e *Oulema hoffmannseggii* rispettivamente come specie dominanti.

## **2. Materiali e metodi**

### **2.1. Materiale vegetale e minerale**

Sono state scelte quattro piante da utilizzare nell'esperimento come bioinsetticidi: carrubo *Ceratonia siliqua* L. (1753), pino d'Aleppo *Pinus halepensis* Mill (1768), oleandro *Nerium oleander* L. (1753) e arancio amaro *Citrus aurantium* L (1753). Le foglie di carrubo, pino d'Aleppo e oleandro sono state raccolte a Djebel Zaghouan (36° 21' 07" N, 10° 06' 43" E). I frutti di arancio amaro sono stati raccolti dai campi della Scuola Superiore di Agricoltura di Mograne (ESA Mograne). Le scorze di arancio amaro e le foglie delle altre piante sono state essiccate all'aperto per diversi giorni e poi macinate in polvere (con particelle di 0,5 mm). In questo lavoro è stata utilizzata la Farina di Basalto® Tipo XF e Tipo XM, prodotta da Basalti Orvieto srl. La prima è composta da particelle micronizzate con meno di 20 µm, mentre la seconda è composta da particelle micronizzate con granulometria 50% < 0,5 mm (50% fino a 2 mm). Questi due tipi di "Farina di Basalto®" sono ottenuti attraverso un processo industriale. La materia prima utilizzata per la produzione della "Farina di Basalto®" proviene dal giacimento di Castel Viscardo (TR) - Italia. Si tratta di una roccia vulcanica basica, che non contiene silice cristallina libera, né minerali amiantiferi o altre sostanze dannose per l'ambiente o la salute degli animali.

#### **2.3.1. La Farina di Basalto®**

La "Farina di Basalto®" micronizzata è ottenuta dalla macinazione meccanica del minerale puro, utilizzando strumenti in ceramica, senza aggiunta di altri minerali o sostanze, né utilizzo di materiali

contenenti acque di lavaggio con flocculanti, o prodotti indesiderati e dannosi in agricoltura. Nota per i suoi effetti ammendanti applicati in agricoltura, la "Farina di Basalto®" contiene elementi naturali come Silicio, Alluminio, Potassio e Calcio. La silice (biossido di silicio) è il componente principale che caratterizza la Farina di Basalto® Tipo XF e Tipo XM con percentuali che vanno dal 45% al 49% [38]. Le caratteristiche fisico-chimiche e i diversi componenti della Farina di Basalto® Tipo XF e Tipo XM sono presentati, rispettivamente, nella Tabella 1 e nella Tabella 2.

**Tabella 1. Caratteristiche fisico-chimiche della Farina di Basalto® tipo XF e XM [38]:**

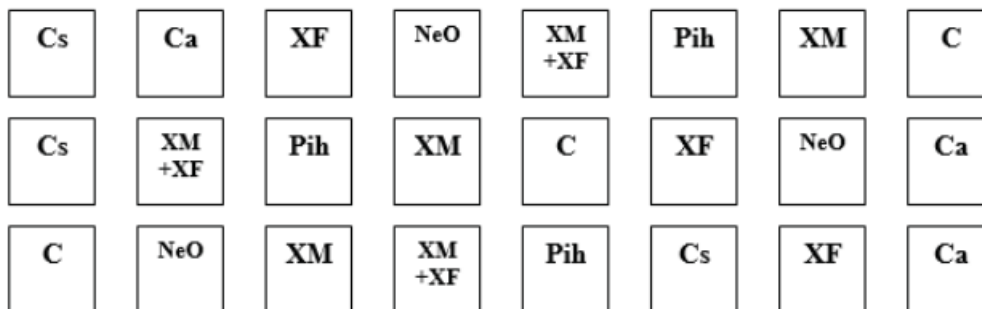
Characteristic	Description
Solid physical state	Powdery
Water solubility	Not soluble in water
Color	Slightly gray
Odor	Not noticeable
pH	9±0.5
Electrical conductivity (2:1 extract) (dS /m)	1.14
Cation exchange capacity (meq/100g)	9
Assimilable iron (As. Fe) (mg/kg)	377
Density (kg/dm <sup>3</sup> )	2.70

**Tabella 2. Proprietà chimiche della Farina di Basalto® sia del tipo XF che del tipo XM [38]:**

Component	(%)
SiO <sub>2</sub>	45 - 49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.5-25.6
K <sub>2</sub> O	8-10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.2-8.5
CaO	7.5-8.5
MgO	1.9-2.6
Na <sub>2</sub> O	2.2-4.9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.6-0.7

## **2.2. I trattamenti e il disegno sperimentale**

L'esperimento è stato condotto in un campo di orzo appartenente alla Scuola Superiore di Agricoltura di Mograne. Il disegno sperimentale è stato suddiviso in blocchi completamente randomizzati (CRB). Ogni blocco misura 20 m (lunghezza) per 5 m (larghezza). I diversi trattamenti sono i seguenti: controllo (C), carrubo (Cs), oleandro (NeO), pino d'Aleppo (Pih), arancio amaro (Ca), basalto applicato sul suolo come ammendante (XM), basalto applicato sulle foglie (XF) e basalto applicato combinatamente su suolo e foglie (XM+XF). Ogni trattamento ha 3 repliche e la loro distribuzione è stata casuale (Figura 1).



**Figura 1. Schema del disegno sperimentale dei trattamenti con estratti acquosi**

C = Controllo; Cs = Ceratonia siliqua; Ca = Citrus aurantium; NeO = Nerium oleander; Pih = Pinus halepensis; XM = Basalto trattamento al suolo; XF = Basalto fogliare; XM+XF = Basalto combinato.

Un periodo di monitoraggio prima dell'applicazione dei trattamenti, che si è esteso dal 10 marzo 2023 al 19 aprile 2023, volto a valutare l'attacco dei parassiti sull'orzo. Questo periodo è stato necessario per decidere quando avviare l'esperimento di gestione dei parassiti. La primavera è la stagione in cui si registrano il maggior numero di attacchi di diversi parassiti sull'orzo. Il primo trattamento (T1) è stato applicato il 19 marzo 2023. Il secondo trattamento (T2) è stato applicato il 10 maggio 2023. Il monitoraggio delle popolazioni di parassiti e dei parametri morfometrici delle piante dopo ciascun trattamento è stato condotto dopo 24 ore (1 giorno), 4 giorni, 7 giorni e 21 giorni. La valutazione è stata effettuata campionando 10 piante di orzo da ciascun blocco con una rete a maglie larghe.

### 2.3. Stadio di crescita delle piante durante i trattamenti

L'esperimento è stato condotto dalla fase di accostamento (GS21) alla fase di piena maturazione dell'orzo (GS89). Il periodo di monitoraggio si estendeva dalla fase di accostamento alla fase di avvio. Il primo e il secondo trattamento (T1 e T2) sono stati applicati durante le fasi di avvio, fioritura e maturazione.

### 2.4. Valutazione dei parametri morfometrici

I parametri morfometrici misurati per identificare l'effetto dei trattamenti sulle piante durante l'esperimento sono stati il peso delle radici (RW) e la lunghezza (RL), la lunghezza del fusto (SL) e l'area fogliare (LA). Per la lunghezza del fusto e delle radici (cm), sono stati misurati in millimetri (mm) con un metro. Le radici sono state pesate in grammi (g) con una bilancia di precisione (0,001g). L'area fogliare è stata stimata in millimetri quadrati (mm<sup>2</sup>) con un area-curvimetro coordinato dal computer.



## 2.5. Tassi di efficacia e mortalità

L'efficacia degli estratti acquosi è stata valutata utilizzando la formula di Abbott [39]:

$$\text{Efficacia (\%)} = (T0 - Tt / T0) \times 100$$

Con T0 (controllo) = numero di insetti vivi su piante non trattate; Tt = numero di insetti vivi su piante trattate.

La mortalità è stata calcolata e corretta secondo la formula di Sun-Shepard [40]:

$$\text{Mortalità \%} = ((MT \% \pm CC \%)/(100 \pm CC \%)) \times 100$$

Con MT %: Mortalità % nella parcella trattata; CC %: Variazione % nella popolazione della parcella di controllo.

## 2.7. Analisi statistica

I dati dell'analisi sono stati elaborati con il software statistico SPSS versione 24. Per confrontare le medie con il test di Duncan e il t-test indipendente ( $\alpha < 0.05$ ).

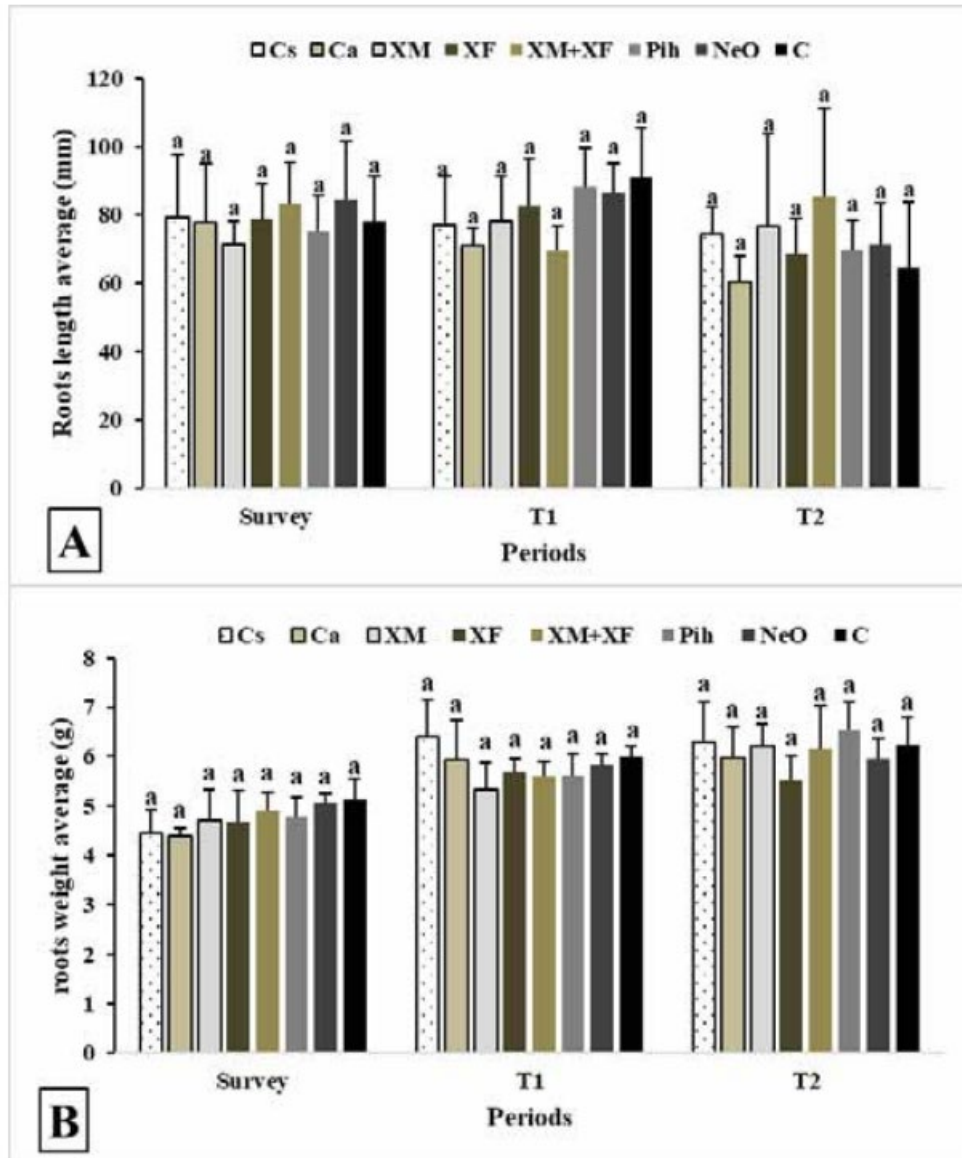
## **3. Risultati**

### **3.1. Studio dell'evoluzione e dell'effetto di diversi estratti acquosi sui parametri morfometrici dell'orzo**

I risultati di RL, RW, SL e LA (Figura 2) mostrano che non vi è una differenza significativa ( $p > 0,05$ ) tra il controllo C e il basalto e gli estratti acquosi botanici durante le rilevazioni T1 e T2. I parametri di sviluppo degli estratti acquosi non indicano segni di tossicità o bruciature. Pertanto, questi estratti acquosi non migliorano né inibiscono la crescita delle piante di orzo. Infatti, gli estratti acquosi non hanno inibito il ritmo normale dello sviluppo delle piante.

Impatto insetticida di estratti acquosi di piante (carrubo, oleandro, pino di Aleppo e arancio amaro) e farina di basalto "farina di basalto® XF e XM" come soluzione biologica per il controllo dei parassiti dei cereali.

Pubblicato su Fresenius environmental bulletin 32 (10/2023): 3087, Luglio 2023



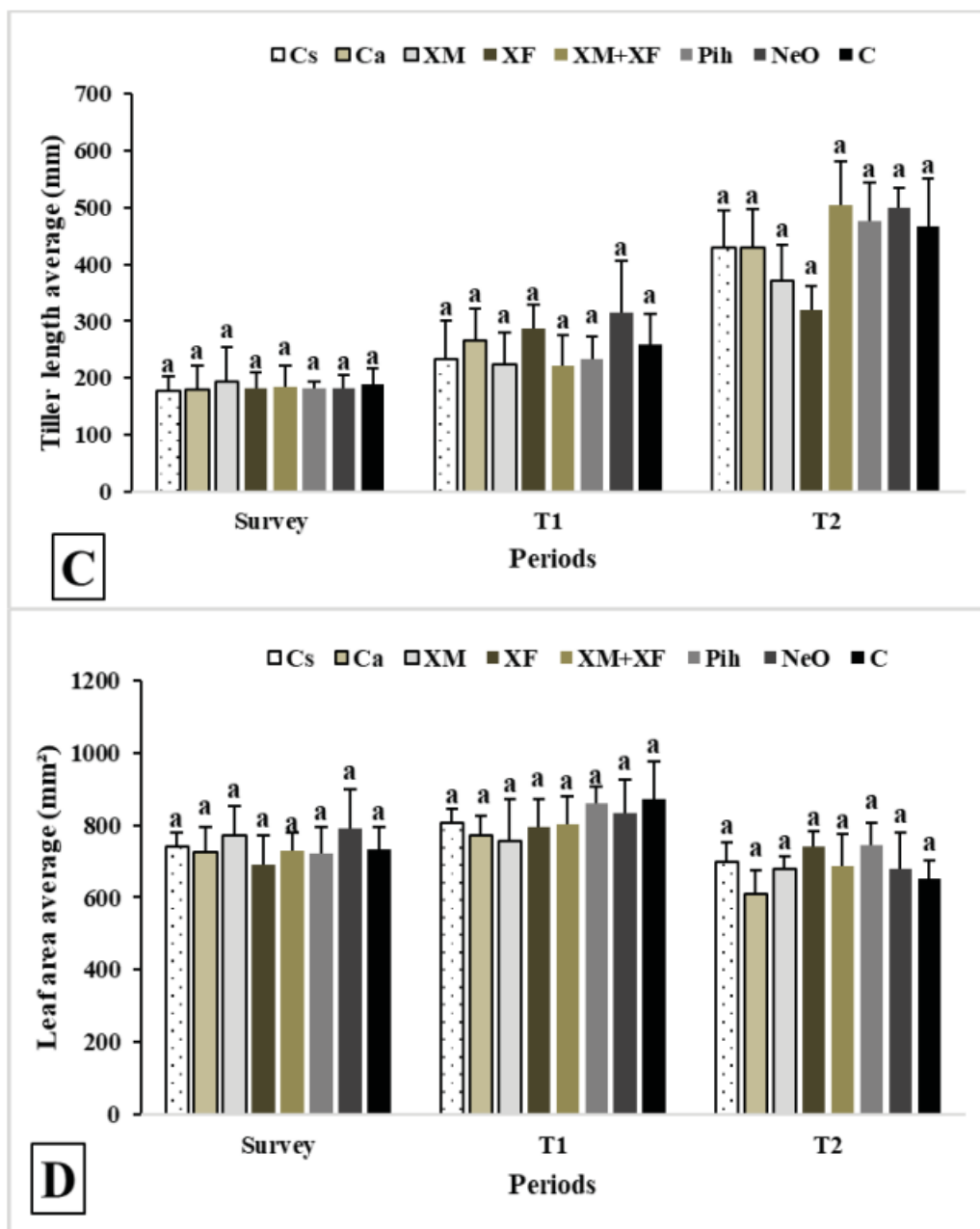


Figura 2. Effetto di diversi estratti acquosi di piante sulla lunghezza delle radici (A), sul peso delle radici (B), sulla lunghezza del fusto (C) e sull'area fogliare (B).

### 3.2. Effetto degli estratti acquosi sui parassiti dei cereali

Il periodo di osservazione è stato importante per rivelare il momento accurato per l'applicazione dei trattamenti. Non appena le popolazioni di parassiti hanno iniziato ad aumentare, gli estratti acquosi sono stati applicati sulle piante. Si tratta di una gestione preventiva. Prima del T1, le popolazioni di tripidi (Figura 3) avevano iniziato ad aumentare, specialmente nelle parcelle trattate.

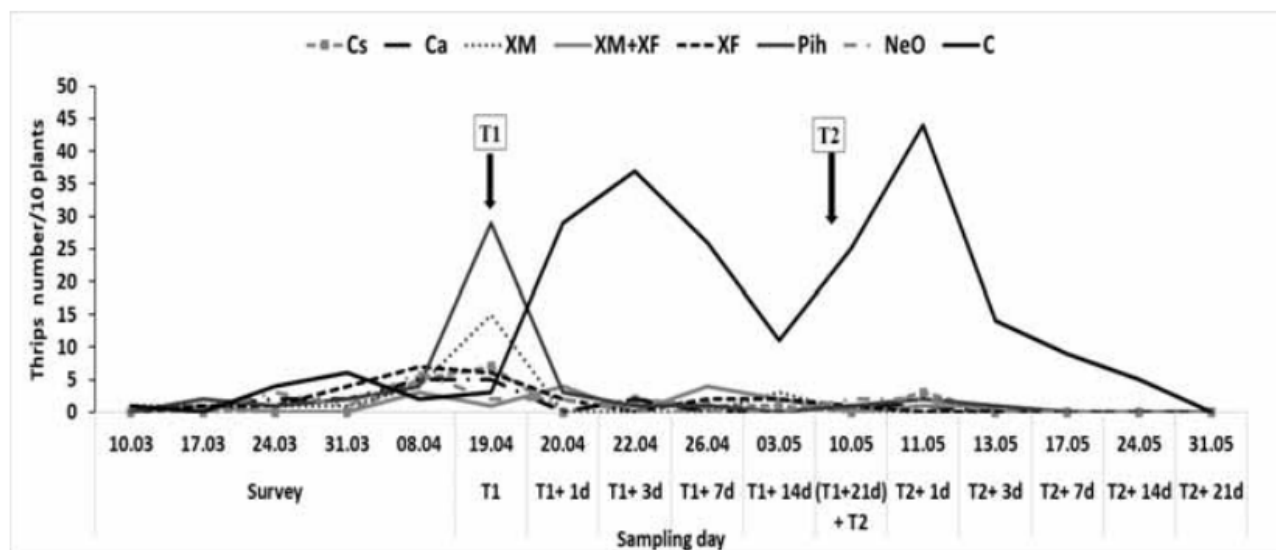


Figura 3. Evoluzione della popolazione di tripidi negli estratti acquosi e nelle parcelle di controllo durante l'indagine e dopo i trattamenti T1 e T2 dal 10 marzo al 31 maggio 2022

La popolazione di controllo è aumentata durante il periodo di osservazione. Dopo l'applicazione del trattamento, le popolazioni di tripidi delle parcelle trattate sono aumentate dopo T1 con una leggera diminuzione prima e dopo T2. I risultati di mortalità (Figura 4-A) hanno mostrato che tutti gli estratti acquosi avevano un effetto simile durante T1 ( $ddl=6$   $F=0,86$   $p=0,53$ ) e T2 ( $ddl=6$   $F=0,61$   $p=0,72$ ). Gli effetti letali degli estratti acquosi erano maggiori in T1 rispetto a T2. Gli estratti acquosi sono stati efficienti nel ridurre radicalmente la popolazione di tripidi durante T1, mentre T2 serviva a potenziare l'effetto del primo trattamento. Dopo T1, i tassi di mortalità più alti sono stati registrati in Pih, seguiti da XF, XM+XF e Cs, raggiungendo rispettivamente il 76,94%, 75,38%, 75,20% e 73,39%. Per T2, XM+XF ha registrato il tasso di mortalità più alto con il 40%.

I risultati dell'efficacia (Figura 4-B) confermano che i diversi estratti acquosi inibiscono la moltiplicazione delle popolazioni di tripidi. Non vi è una differenza significativa tra i tassi di efficacia degli estratti testati durante T1 ( $ddl=6$   $F=0,76$   $p=0,61$ ) e T2 ( $ddl=6$   $F=0,002$   $p=1$ ). I tassi di efficacia degli estratti acquosi erano intorno al 95% e al 79% rispettivamente durante T1 e T2. L'effetto degli estratti acquosi può essere il risultato di un'attività repellente. Riguardo alle popolazioni di afidi (Figura 5), queste erano molto fluttuanti nel tempo. Il recupero della popolazione è stato rapido e importante dopo T1. Il numero di afidi nelle parcelle di controllo e negli estratti acquosi è diminuito dopo il secondo trattamento T2.

Impatto insetticida di estratti acquosi di piante (carrubo, oleandro, pino di Aleppo e arancio amaro) e farina di basalto "farina di basalto® XF e XM" come soluzione biologica per il controllo dei parassiti dei cereali.

Pubblicato su [Fresenius environmental bulletin](#) 32 (10/2023): 3087, Luglio 2023

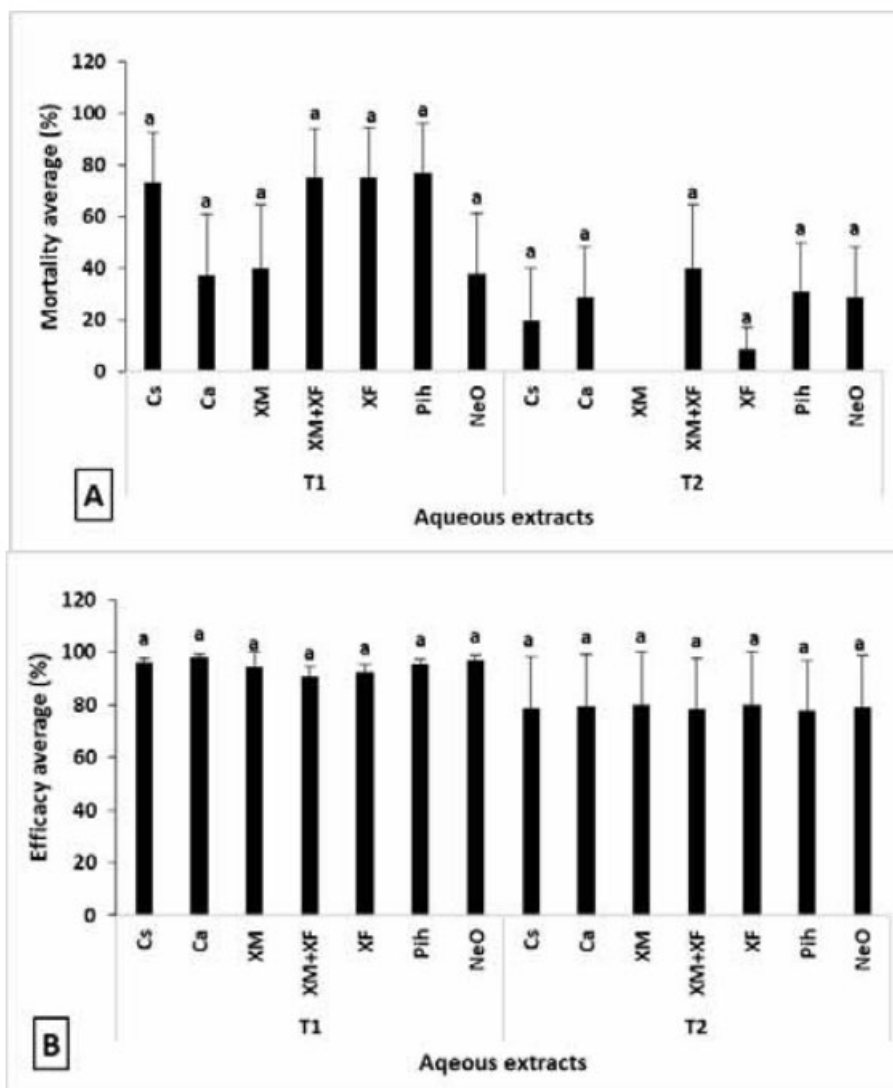


Figura 4. Effetto degli estratti acquosi dei trattamenti T1 e T2 sulla popolazione di tripidi; A: media di mortalità (%); B: medie di efficacia (%)

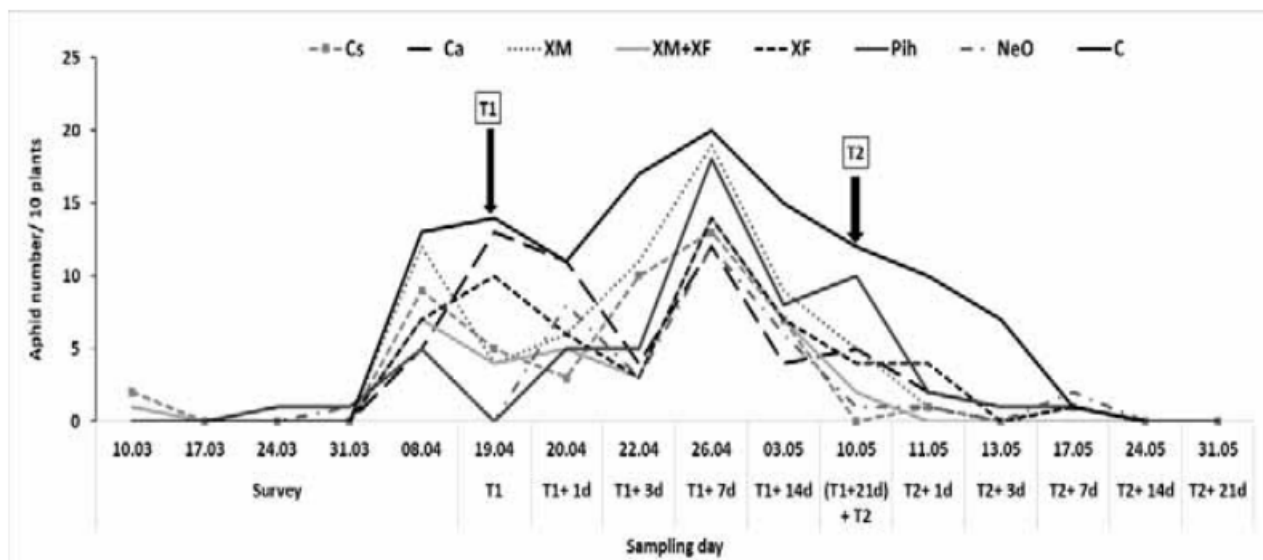


Figura 5. Evoluzione della popolazione di afidi degli estratti acquosi e delle parcelle di controllo durante l'indagine e dopo i trattamenti T1 e T2 dal 10 marzo al 31 maggio 2022

I risultati mostrano che i tassi di mortalità degli estratti acquosi (Figura 6-A) non erano significativamente diversi durante T1 ( $ddl=6$   $F=0,86$   $p=0,74$ ) e T2 ( $ddl=6$   $F=0,13$   $p=0,99$ ). Gli effetti letali dei diversi estratti utilizzati erano maggiori durante T1 rispetto a T2. Questo risultato può essere spiegato dalla coincidenza dell'applicazione di T2 con una diminuzione naturale della popolazione di afidi osservata nelle parcelle di controllo. Gli estratti acquosi erano comunque efficienti nel ridurre le popolazioni di afidi. I tassi di mortalità più alti durante T1 sono stati registrati negli estratti vegetali NeO e Cs, seguiti dai trattamenti con Farina di Basalto XF e XM+XF con il 46,60%, 44,21%, 39,83% e 34,66% rispettivamente. XM e Pih hanno registrato i tassi più alti durante T2 con il 35,20% e il 27,62% rispettivamente.

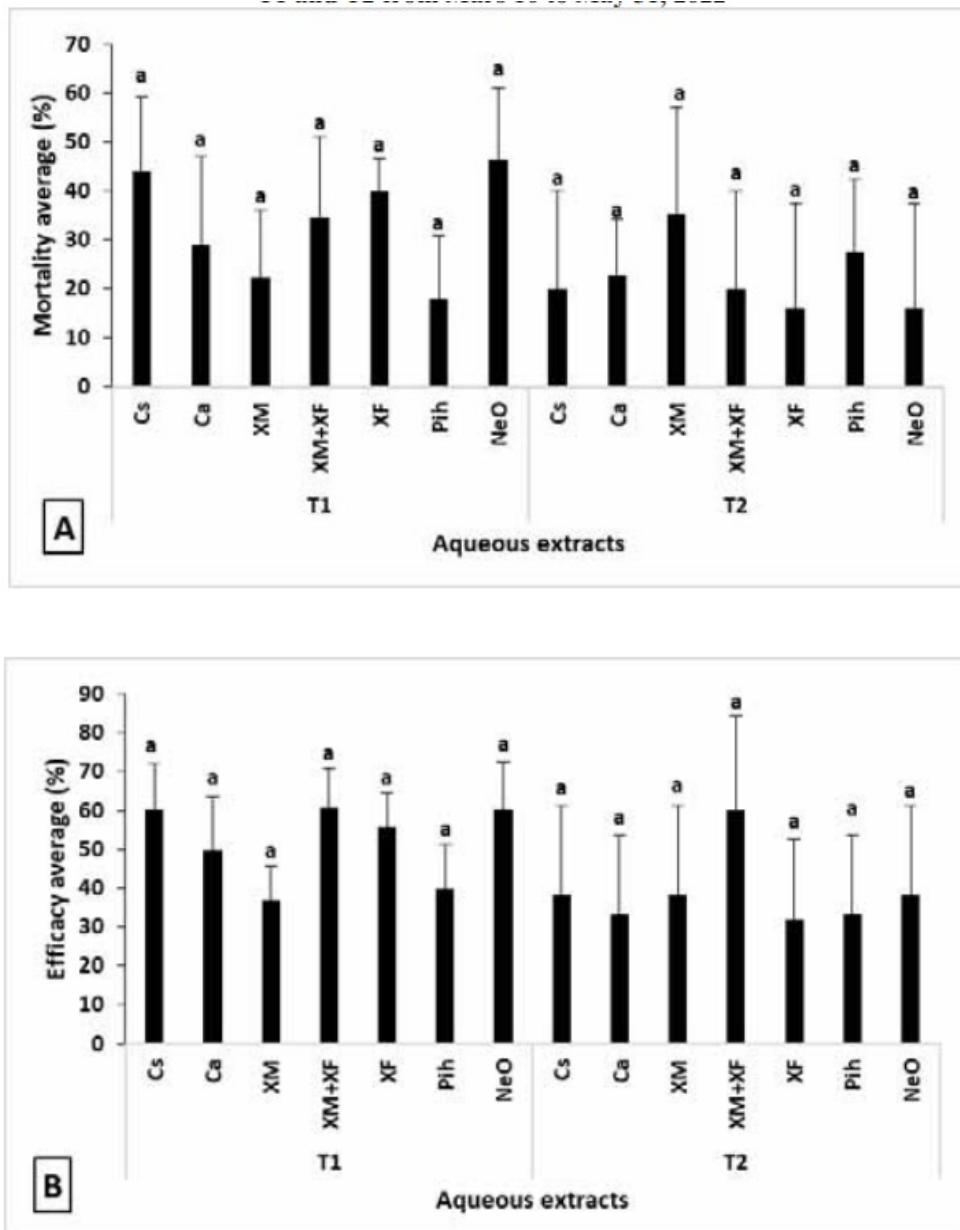
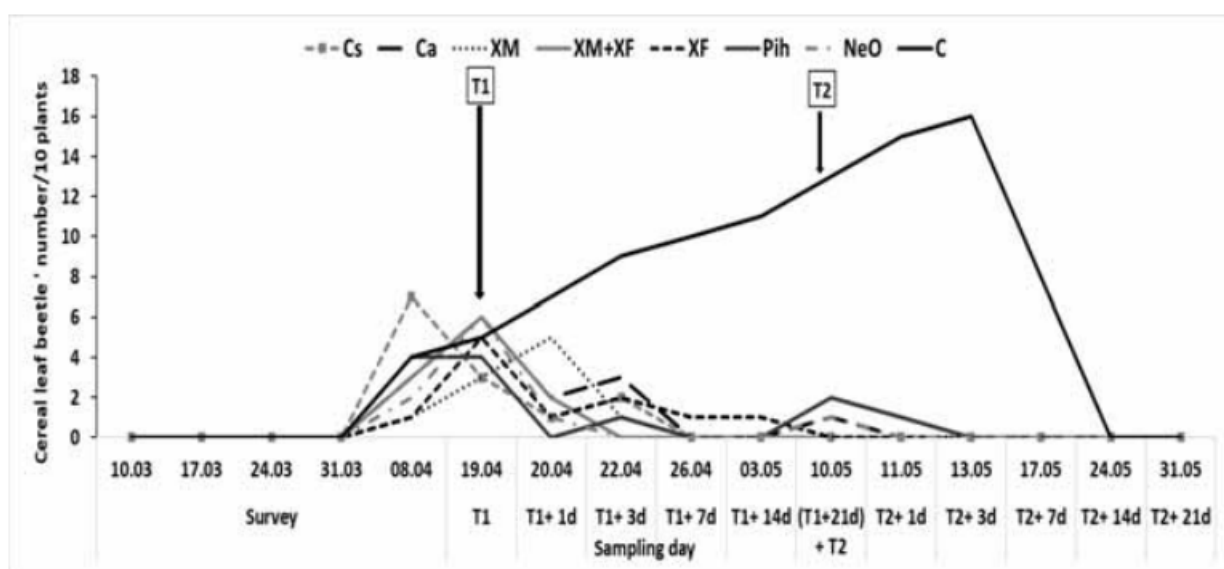


Figure 6. Effetto degli estratti acquosi dei trattamenti T1 sulla popolazione di afidi; A: media di mortalità (%); B: media di efficacia (%).

Analogamente, non vi è una differenza significativa tra i tassi di efficacia dei diversi estratti (Figura 6-B) durante T1 (ddl=6 F=0,82 p=0,56) e T2 (ddl=6 F=0,19 p=0,98). Gli estratti acquosi sono stati in grado di ridurre il numero di afidi vivi e la loro moltiplicazione. Dopo T1, gli estratti XM+XF e Cs erano i più rilevanti contro gli afidi con il 60,71% e il 60,45% rispettivamente; seguiti dal 60,26% per NeO e dal 55,56% per XF. Dopo T2, XM+XF ha registrato la massima efficacia con il 60%. I tassi di mortalità ed efficacia degli estratti acquosi contro gli afidi erano inferiori rispetto a quelli registrati per i tripidi. Questi risultati possono essere dovuti all'elevata capacità di moltiplicazione per partenogenesi, che può essere il fattore di rapido

recupero della popolazione. Contemporaneamente, gli afidi sono insetti dal corpo morbido e quindi suscettibili agli insetticidi. Questo criterio spiega la rapida riduzione della loro popolazione in seguito a certi trattamenti.

Per i coleotteri delle foglie dei cereali (Figura 7), la popolazione di controllo (C) è aumentata progressivamente fino alla fine del periodo di prova. La popolazione delle parcelle trattate è aumentata prima della prima applicazione del trattamento T1 e leggermente prima della seconda T2 nelle parcelle Ca, Pih e Neo. In generale, i coleotteri delle foglie dei cereali nelle parcelle trattate sono notevolmente diminuiti dopo il trattamento T1.

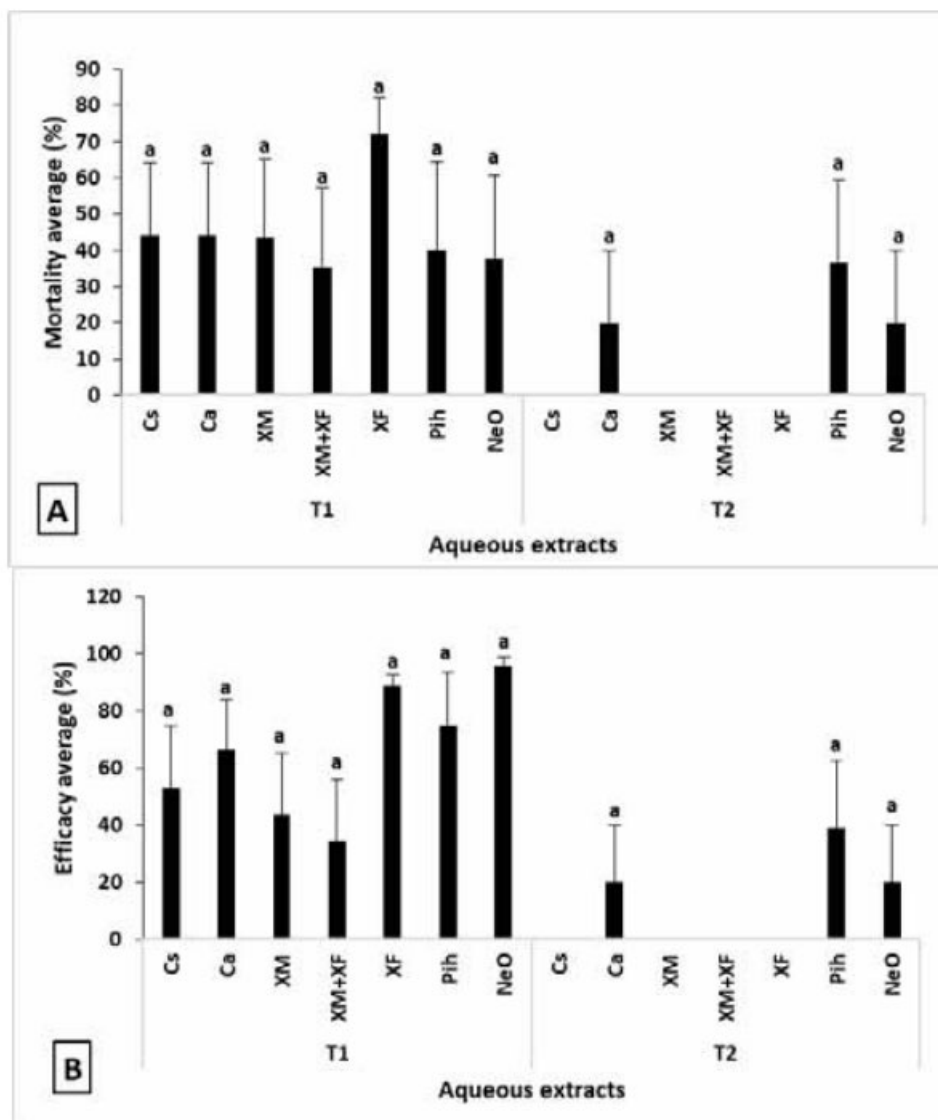


**Figura 7. Evoluzione della popolazione di coleotteri fogliari dei cereali negli estratti acquosi e nelle parcelle di controllo durante il rilevamento e dopo i trattamenti T1 e T2 dal 10 marzo al 31 maggio 2022.**

Tutti gli estratti non hanno mostrato una differenza significativa tra i loro tassi di mortalità (Figura 8-A) durante T1 (ddl=6 F=0,35 p=0,90) e T2 (ddl=6 F=1,16 p=0,36). Tutti gli estratti hanno avuto un alto effetto letale sulle popolazioni di coleotteri delle foglie dei cereali. I tassi di mortalità più elevati sono stati registrati per XF durante T1 con il 71,94% e Pih durante T2 con il 36,67%. Inoltre, non vi è una differenza significativa tra i tassi di efficacia dei diversi estratti (Figura 8-B) durante T1 (ddl=6 F=1,76 p=0,14) e T2 (ddl=6 F=1,21 p=0,33). Gli estratti acquosi sono stati in grado di ridurre il numero di coleotteri delle foglie dei cereali vivi e la loro moltiplicazione, in particolare grazie al loro effetto letale sulle larve e repellente sugli adulti. Gli estratti Neo, XF e Pih hanno mostrato i tassi di efficacia più elevati durante T1 con il 95,60%, 88,88% e 74,70% rispettivamente, mentre Pih è stato il più efficiente durante T2 con il 38,67%. Gli estratti



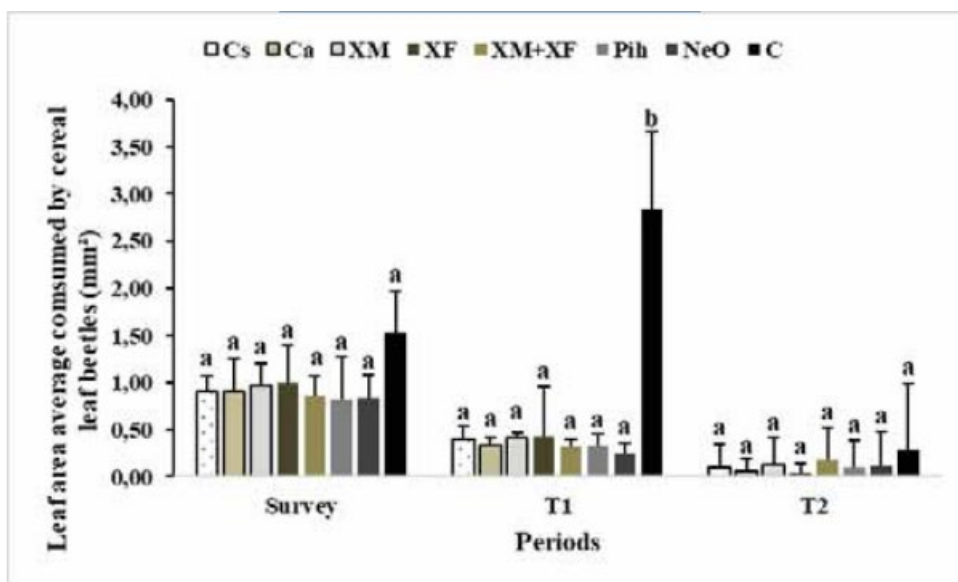
acquosi vegetali e basaltici contro i coleotteri delle foglie dei cereali sono stati efficienti nel ridurre la loro popolazione dalla prima applicazione T1 e la seconda applicazione T2 è risultata utile per prevenire il recupero della popolazione.



**Figura 8. Effetto degli estratti acquosi dei trattamenti T1 e T2 sulla popolazione di coleotteri delle foglie di cereali; A: mortalità media (%); B: efficacia media (%)**

I danni dei coleotteri alle foglie d'orzo sono stati valutati (Figura 9). Gli estratti acquosi hanno mostrato un effetto altamente significativo durante T1 ( $ddl=7$   $F=34,80$   $p=0,00$ ) sulla riduzione del consumo delle foglie da parte dei coleotteri. Questo ci porta a concludere che questi estratti hanno impedito a questo parassita di nutrirsi quando la superficie fogliare consumata continua ad aumentare in C. Il controllo conferma che l'area media delle foglie consumate è aumentata da  $1,54 \text{ mm}^2$  durante il periodo di

rilevazione a 2,84 mm<sup>2</sup> durante T1. Questo aumento è dovuto all'aumento del numero di individui di coleotteri presenti sulle piante. Questi estratti acquosi sembrano ridurre l'appetibilità dei coleotteri nel consumare le foglie d'orzo attraverso la mortalità larvale e la fame o l'effetto repellente sugli adulti.



**Figura 9. Effetto di diversi estratti acquosi di piante sulla superficie fogliare consumata dai coleotteri delle foglie di cereali.**

#### **4. Discussione**

Durante le prove con i bioinsetticidi, gli estratti acquosi vegetali e basaltici non hanno inibito il normale sviluppo delle piante di orzo e non hanno causato necrosi. Durante uno studio condotto su *Citrus* su mandarini Kinnow in Pakistan per due anni, sono stati utilizzati approcci non chimici basati sull'olio minerale per l'orticoltura (HMO) utilizzati per gestire i parassiti che causano macchie [41]. È stato confermato che il trattamento con la miglior performance è stata una dose di HMO all'1,5% accoppiata con una potatura migliorata ICMP (rimozione del 5% di biomassa aggiuntiva insieme alla pratica di potatura standard) durante il primo anno. I risultati complessivi hanno rivelato un aumento significativo nella percentuale di frutti senza macchie e con poche macchie riducendo la popolazione di insetti parassiti. Inoltre, il trattamento ha migliorato la qualità della frutta [41]. Confrontando diverse dosi, solo il diametro del frutto tra i parametri fisici è stato statisticamente migliorato dai trattamenti (HMO 1,5% + ICMP) rispetto al controllo. Tra i parametri biochimici, i contenuti più elevati di vitamina-C sono stati trovati in HMO 1,0% + ICMP. I contenuti di zuccheri non riducenti e totali erano statisticamente più elevati nei frutti raccolti dagli alberi sottoposti all'applicazione di HMO allo 0,5%. Non è stato osservato alcun segno di fitotossicità in termini di bruciature delle foglie, caduta di foglie e frutti, ecc. Durante il secondo anno, la

dose con la miglior performance (HMO 1,5%) è stata rivalutata. Solo il diametro del frutto e i TSS (solidi solubili totali) sono stati migliorati rispetto al controllo [41]. Le ricerche sull'effetto ammendante del basalto sullo sviluppo delle piante hanno confermato che il minerale era rilevante per ripristinare la fertilità dei suoli, per aumentare la crescita delle piante e la resa totale. È stato efficiente anche nel migliorare la qualità dei frutti, alcuni costituenti chimici e il tasso di clorofilla di acacia, pepe, pomodoro e cetriolo rispetto ai suoli non trattati con basalto [42–44]. Il biossido di silicio è considerato la ragione principale del maggiore sviluppo radicale e strutturale delle piante [45]. L'utilizzo della Farina di basalto al suolo determina un aumento della dimensione delle piante, della crescita del sistema radicale e della massa secca delle piante [32,44,46]. L'aumento di clorofilla e carotenoidi dopo i trattamenti con Farina di basalto [32,44,47] è correlato all'alta concentrazione di silicio disponibile nel suolo [47] e alla quantità di magnesio presente nella sua composizione [32].

Oltre ai parametri di sviluppo dell'orzo, le applicazioni preventive degli estratti acquosi di materiali minerali e botanici si sono dimostrate molto efficienti non solo nel ridurre la popolazione dei parassiti dell'orzo: tripidi, afidi e coleotteri delle foglie dei cereali, ma anche i loro danni. Gli estratti botanici più efficaci erano quelli di carrubo (Cs) e oleandro (Neo). Otto concentrazioni di estratti acquosi grezzi delle foglie di *Nerium oleander* sono state testate per attività larvicida contro larve di 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> età di *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams (1926). La più alta attività larvicida è stata registrata con un valore di LD50 di 322,50 ppm e 190,00 ppm dopo 24 e 48 ore rispettivamente [48]. Altri esperimenti hanno mostrato che *N. oleander* è stato utilizzato per controllare alcuni parassiti e specie vettoriali come le zanzare [49–51]. Molte ricerche hanno dimostrato che diverse parti di *N. oleander* come radici, stelo, foglie e fiori hanno attività insetticida e antiparassitaria contro *Plutella xylostella* [52–54]. Inoltre, l'oleandro ha registrato un'attività letale contro larve e adulti, anche attività ovicida, regolatrice della crescita degli insetti e repellente [28,54–61]. Gli estratti di oleandro sono stati efficaci nella gestione della popolazione di parassiti come *Aedes aegypti* [57], *Culex quinquefasciatus*, *Anopheles stephensi* [55], *C. gelidus*, *C. tritaeniorhynchus* [59], *A. stephensi* [60], *Paederus fuscipes* [54], *Ceratitis Capitata*, *Phyllocnistis citrella* [28], *Rhyzopertha dominica* [61] e *Bemisia tabaci* [56,58]. I costituenti Neandrin, Neritaloside, Odorside e Oleandrogenin sono i componenti tossici degli estratti di oleandro che possono inibire la crescita larvale e la capacità alimentare dei parassiti [16,62,63].

Anche le specie di agrumi sono state utilizzate nella gestione dei parassiti. Gli oli estratti dalla buccia di varie specie di agrumi: *Citrus limon* L., *C. sinensis* L., *C. paradisi* L., *C. crassifolia* L., *C. reticulata* L., che sono stati estratti utilizzando l'esano come solvente, hanno mostrato un significativo effetto insetticida

contro *Sitophilus oryzae* (L.) e *Callosobruchus maculatus* (F.) [22]. Quelli di *C. aurantifolia* L., *C. sinensis* L. e *C. paradisi* L. estratti utilizzando il benzene come solvente, hanno avuto un effetto letale come bioinsetticida contro *Tribolium confusum* Jacquelin du Val e *Sitophilus granarius* L. [23]. Gli estratti etanolici dei semi di *C. sinensis* e delle foglie di *C. aurantium* si sono dimostrati tossici contro gli adulti femmina e le ninfe di 2ª età di *Drosicha mangiferae* [64]. Gli estratti acquosi della buccia di *C. aurantium* hanno mostrato attività letale e repellente contro *Ceratitis Capitata* e *Phyllocnistis citrella* [28]. Un esperimento che testava estratti di flavedo (buccia), albedo e polpa di *C. aurantium* ha mostrato che solo la parte del flavedo ha bioattività. L'estratto di etere di petrolio del flavedo di *C. aurantium* ha un effetto insetticida sugli adulti di *Bactrocera oleae* [65]. Il componente bioattivo Limonoidi, presente nei semi di agrumi, ha un'attività antiparassitaria e inibisce la crescita larvale di numerosi parassiti Lepidotteri [24,26]. Elimem *et al.* [28] hanno identificato che il componente dominante di *C. aurantium* era l'Esperidina, che è un flavonone, mentre quello dominante per *N. oleander* era il Quercetinrutinoside (rutina). Questi componenti sembrano essere le molecole bioattive che causano tossicità ed effetti repellenti contro i parassiti delle colture. Siskos [65] indica che le bucce di agrumi essiccate al forno perdono i loro componenti bioattivi prima dell'estrazione. Queste molecole bioattive sono sensibili al calore e possono volatilizzarsi ad alte temperature [65]. Per la stessa ragione, tutte le parti delle piante utilizzate durante il presente studio sono state essiccate all'aria aperta a temperatura ambiente per conservare i loro componenti bioattivi.

Il trattamento fogliare con Farina di basalto è stato efficiente anche nel ridurre le popolazioni dei parassiti. Groth *et al.* [32] hanno scoperto che la nebulizzazione sequenziale di basalto ha indotto una riduzione di circa il 50% dell'incidenza degli insetti su piante di lattuga trattate. La riduzione degli insetti parassiti nei trattamenti con Farina di basalto potrebbe essere il risultato della quantità di silicio assorbita dalla pianta sotto forma di acido monosilicico (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) [66]. Il silicio sulle cellule vegetali svolge il ruolo di repellente formando una barriera fisica che impedisce gli attacchi degli insetti. Può anche cambiare le sue risposte chimiche, aumentando la sintesi di tossine o tannini che possono agire come inibitori o repellenti [66–70]. Come il basalto, le terre diatomee (DEs) sono composte principalmente di silice amorfa associata a resti fossili di alghe unicellulari chiamate diatomee [71]. Questa polvere di roccia era conosciuta come letale per gli insetti perché le sue particelle assorbono i lipidi epicuticolari e causano la perdita di acqua, quindi la disidratazione e la morte [71–73]. Due dosi di due terre diatomee (DEs) con un alto tasso di silicio (92% SiO<sub>2</sub>) sono state testate contro gli acari predatori *Blattisocius keegani* Fox e *Cheyletus malaccensis* Oudemans su grano a tre temperature di 20, 25 e 30 °C. I risultati hanno mostrato che entrambe le specie

sono suscettibili alle due DEs testate, soprattutto alla temperatura più alta [74]. Ricerche precedenti hanno affermato che la durezza e l'abrasività delle particelle di polvere sono fattori chiave per aumentare l'efficacia insetticida delle polveri contro certi coleotteri adulti che infestano il grano [75–78]. A meno che le polveri abrasive e non assorbenti siano efficaci solo quando sono molto finemente suddivise. Tuttavia, le polveri non abrasive e altamente assorbenti sono le polveri disidratanti più efficaci [79,80]. Il caolino è un'altra polvere di silicato che si è dimostrata rilevante per controllare gli insetti fitofagi formando un film di particelle e per proteggere le piante da scottature solari e stress termico [30,81–83]. Braham *et al.* [84] hanno scoperto che le applicazioni di caolino sono sufficienti per il controllo di *C. capitata* negli agrumeti.

## 5. Conclusioni

La gestione biologica dei parassiti è un'alternativa sufficiente e sicura sempre più raccomandata. I bioinsetticidi testati delle quattro piante vegetali (carrubo, oleandro, pino d'Aleppo e arancio amaro) e il basalto come materiale minerale hanno registrato un'attività letale e repellente sufficiente contro le popolazioni di tripidi, afidi e coleotteri delle foglie dei cereali. Inoltre, gli estratti acquosi testati non sono tossici per le piante e hanno mostrato un normale sviluppo delle piante durante le prove di gestione. Gli estratti acquosi più efficienti sono quelli fogliari (Farina di Basalto® Tipo XF) e combinati (Farina di Basalto® Tipo XM + Farina di Basalto® Tipo XF) di basalto e l'estratto botanico di carrubo (Cs) e oleandro (NeO). Farina di Basalto® Tipo XF, grazie alla sua grande adesività, aumenta la persistenza e l'efficacia dei prodotti con cui viene miscelato. La Farina di Basalto® Tipo XF offre protezione da sola; i suoi elementi minerali rafforzano la pianta e ispessiscono i suoi tessuti. Questi bioinsetticidi sono utili per migliorare la crescita delle piante e la qualità dei metaboliti e per limitare la proliferazione dei parassiti.

## 7. Riferimenti

- [1]. Powell, W., Dean, G.J. and Bardner, R. (1985) Effects of pirimicarb, dimethoate and benomyl on natural enemies of cereal aphids in winter wheat. *Annals of Applied Biology*. 106, 235-42.
- [2]. Poehling, H.M. (1987) Effect of reduced dose rates of pirimicarb and fenvalerate on aphids and beneficial arthropods in winter wheat. *Bulletin SROP (France), OILB*. 184-184.
- [3]. Ofuya, T.I. and Okuku, I.E. (1994) Insecticidal effect of some plant extracts on the cowpea aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). *Display for pest science, plant protection, environmental protection (Anzeiger Fuer Schaedlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz (Germany))*. 67, 127-129.
- [4]. Birch, A.N.E., Geoghegan, I.E., Majerus, M.E.N., McNicol, J.W., Hackett, C.A., Gatehouse, A.M.R., Gatehouse, J.A. (1999) Tritrophic interactions involving pest aphids, predatory 2-spot ladybirds and transgenic potatoes expressing snowdrop lectin for aphid resistance. *Molecular Breeding*. 5, 75-83.

- [5]. Dancewicz, K. and Gabrys, B. (2008) Effect of extracts of garlic [*Allium sativum* L.], wormwood [*Artemisia absinthium* L.] and tansy [*Tanaceum vulgare* L.] on the behaviour of the peach potato aphid *Myzus persicae* [Sulz.] during the settling on plants. *Pestycydy*. 3-4, 93-9.
- [6]. Mediouni Ben Jemâa, J., Haouel, S. and Khouja, M.L. (2013) Efficacy of Eucalyptus essential oils fumigant control against *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under various space occupation conditions. *Journal Of Stored Products Research*. Elsevier Ltd. 53, 67-71.
- [7]. Lee, M.Y. (2018) Essential Oils as Repellents against Arthropods. *BioMed. Research. International*. 2018, 6860271.
- [8]. Tabet, V.G., Vieira, M.R., Martins, G.L.M. and Sousa, C.G.N.M. de. (2018) Plant extracts with potential to control of two-spotted spider mite. *Arquivos Do Instituto Biológico, Instituto Biológico*. 85, e0762015.
- [9]. Elimem, M., Slim, R., Kharroubi, H., Mekni, A., Kouki, S., Toukabri, A., Ragnoni, G., Gianluca Pizzuti, G., Primavera, F., Riccini, A., Cari A. (2020) Effect of basalt powder « Farina di Basalto ® » on the development of pests and diseases on pepper crop under greenhouse and during storage. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 13, 38-47.
- [10]. Harborne, J.B. (1993) Advances in chemical ecology. *Natural Product Reports*. The Royal Society of Chemistry. 10, 327-48.
- [11]. Schoonhoven, L.M., Jermy, T. and van Loon, J.J.A. (1998) *Insect-plant biology: from physiology to evolution*. [Internet]. Chapman and Hall. 409 pp.
- [12]. Speight, M.R., Hunter, M.D. and Watt, A.D. (1999) *Ecology of insects: concepts and applications*. Blackwell Science Ltd. 409 pp.
- [13]. Strauss, S.Y. and Zangerl, A.R. (2002) *Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. Plant-animal interactions: an evolutionary approach*, Blackwell Publishing: Oxford, UK. 2002, 77- 106.
- [14]. Plimmer, J.R. (1993) Regulatory problems associated with natural products and biopesticides. *Pesticide science*, Wiley Online Library. 39, 103-8.
- [15]. Nair, M.G. (1994) Natural products as sources of potential agrochemicals. *ACS Symposium Series (USA)*. pp551.
- [16]. Isman, M.B. (2006) Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*. 51, 45-66.
- [17]. Dubey, N.K., Shukla, R., Kumar, A., Singh, P. and Prakash, B. (2010) Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture. *Current Science*. 98, 479-80.
- [18]. Kabir, B.G.J., Audu, A., Gambo, F.M. and Bukar, B. (2017) Evaluation of *Cassia sieberiana* (DC) and *Vernonia amygdalina* (Del.) against *Callosobruchus maculatus* (F.) infesting stored bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autonoma de Yucatan. 20, 223-30.
- [19]. Regnault-Roger, C. (1997) The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Integrated Pest Management Reviews*. 2, 25-34.
- [20]. ]Isman, M.B. (2008) Botanical insecticides: for richer, for poorer. *Pest Management Science*. 64, 8-11.
- [21]. Badshah, H., Ullah, F., Calatayud, P.A., Ullah, H. and Ahmad, B. (2017) Can toxicants used against cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* be compatible with an encyrtid parasitoid *Aenasius*

- bambawalei under laboratory conditions?. Environmental Science and Pollution Research. 24, 5857-67.
- [22]. Su, H.C., Speirs, R.D. and Mahany, P.G. (1972) Toxicity of citrus oils to several stored-product insects: laboratory evaluation. Journal Of Economic Entomology. Oxford University Press Oxford, UK. 65, 1438-41.
- [23]. Abbassy, M.A.A., Hosny, A.H., Lamaei, A. and Choukri, O. (1979) Insecticidal and synergistic citrus oils isolated from citrus peels. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen - Rijksuniversiteit Gent, EurekaMag. 44, 21-9.
- [24]. Klocke, J.A. and Kubo, I. (1982) Citrus limonoid by-products as insect control agents. Entomologia Experimentalis et Applicata. 32, 299- 301.
- [25]. Greany, P.D., Styer, S.C., Davis, P.L., Shaw, P.E. and Chambers, D.L. (1983) Biochemical Resistance of Citrus to Fruit Flies. Demonstration and Elucidation of Resistance to the Caribbean Fruit Fly, Anastrepha Suspensa. Entomologia Experimentalis et Applicata. 34, 40-50.
- [26]. Jayaprakasha, G.K., Singh, R.P., Pereira, J. and Sakariah, K.K. (1997) Limonoids from Citrus reticulata and their moult inhibiting activity in mosquito Culex quinquefasciatus larvae. Phytochemistry. 44, 843-6.
- [27]. Salvatore, A., Borkosky, S., Willink, E. and Bardon, A. (2004) Toxic effects of lemon peel constituents on Ceratitis capitata. Journal of Chemical Ecology. 30, 323-33.
- [28]. Elimem, M., Jaouadi, R., Kalboussi, M., Lahfef, C., Rouz, S., Kharroubi, H., Boulila, A. Sofien Kouki, S., Ragnoni, G., Pizzuti, G., Primavera, F., Riccini, A., and Cari, A. (2022) Management of Ceratitis Capitata and Phyllocnistis citrella with Basalt powder "Farina di Basalto®" compared to two botanical extracts (Citrus aurantium and Nerium oleander) in citrus orchard. Zoological and Entomological letters. 71-80.
- [29]. Finney, G.L. and Fisher, T.W. (1964) Culture of entomophagous insects and their hosts. DeBach, Paul Biological Control of Insect Pests and Weeds. 328-355.
- [30]. Glenn, D.M. and Puterka, G.J. (2005) Particle films: A new technology for agriculture. Horticultural Reviews. 31, 1-44.
- [31]. Costa, C.C., Oliveira, C.D. de, Silva, C.J. da, Timossi, P.C. and Leite, I.C. (2006) Growth, productivity and quality of radish roots cultivated under different sources and doses of organic fertilizers (Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos). Brazilian Horticulture. Brazilian Horticulture Association (Horticultura Brasileira. Associação Brasileira de Horticultura). 24, 118-22.
- [32]. Groth, M.Z., Bellé, C., Bernardi, D. and Filho, R. da C.B. (2017) Basalt dust on the development of lettuce plants and insect population dynamics (Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos). Journal of Agrovenarian Sciences. Revista de Ciências Agroveterinárias. 16, 433-40.
- [33]. Prates, F.B. de S., Lucas, C. dos S.G., Sampaio, R.A., Brandão Júnior, D. da S., Fernandes, L.A. and Junio, G.R.Z. (2012) Growth of Jatropha seedlings in response to fertilization with simple superphosphate and rock powder (Crescimento de mudas de pinhão-mansô em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha). Agricultural Science Magazine, Federal University of Ceará (Revista Ciência Agrônômica, Universidade Federal do Ceará). 43, 207-13.

- [34]. Hanisch, A.L., Fonseca, J.A. da, Junior, A.A.B. and Spagnollo, E. (2013) Effect of Basalt Dust on Soil and Annual Crops During Four Harvests, in a No-Till System1.(Efeito De Pó De Basalto No Solo E Em Culturas Anuais Durante Quatro Safras, Em Sistema De Plantio Direto1). Brazilian Magazine of Sustainable Agriculture.(Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável). 3 (2).
- [35]. Melo, V.F., Uchôa, S.C.P., Dias, F. de O. and Barbosa, G.F. (2012) Doses of ground basalt on the chemical properties of a dystrophic Yellow Oxisol from the Roraima savannah (Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima). Acta Amazonica, National Amazon Research Institute (Acta Amazonica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia). 42, 471- 6.
- [36]. Osterroht, M.V. (2003) Rocking for What?. Agroecologia Hoje Magazine (Rochagem Para Que?. Revista Agroecologia Hoje). 20, 12-5.
- [37]. Silva, A. da, Almeida, J.A. de, Schmitt, C. and Coelho, C.M.M. (2012) Evaluation of the Effects of Application of Ground Basalt on Soil Fertility and Nutrition of Eucalyptus Benthamii (Avaliação Dos Efeitos Da Aplicação De Basalto Moído Na Fertilidade Do Solo E Nutrição De Eucalyptus Benthami) Floresta. 42, 69-76.
- [38]. Farina di Basalto ®. (2023) Basalt Flour Physical and Chemical Characteristics (Farina Di Basalto Caratteristiche Fisico Chimiche) <https://farinadibasalto.it/guida-utilizzo/caratteristiche-fisico-chimiche-e-composizione-chimica/> (Accessed date : Januray 2023).
- [39]. Mansour, R., Lebdi, K.G. and Rezgui, S. (2010) Assessment of the performance of some new insecticides for the control of the vine mealybug Planococcus ficus in a Tunisian vineyard. Entomologia Hellenica. 19, 21-33.
- [40]. Püntener, W. and Zahner, O. (1981) Manual for field trials in plant protection. 2nd ed., rev.enl. Ciba-Geigy, Basle, Switzerland. 205 pp.
- [41]. Khalid, M.S., Malik, A.U., Saleem, B.A., Khan, A.S. and Javed, N. (2012) Horticultural mineral oil application and tree canopy management improve cosmetic fruit quality of Kinnow mandarin. African Journal of Agricultural Research. 7, 3464-72.
- [42]. Kaya, C., Kirnak, H. and Higgs, D. (2001) Effects Of Supplementary Potassium and Phosphorus on Physiological Development And Mineral Nutrition Of Cucumber and Pepper Cultivars Grown At High Salinity (Nacl). Journal of Plant Nutrition. Taylor & Francis. 24, 1457-71.
- [43]. Fawzy, Z., El-Bassiony, A.M., Li, Y., Zhu, Q. and Ghoname, A. (2012) Effect of mineral, organic and bio-N fertilizers on growth, yield and fruit quality of sweet pepper. The Journal of Applied Sciences Research. 8, 3921-3933.
- [44]. Rouz, S., Elimem, M., Kharroubi, H., Mekni, A., Toukabri, A., Ragnoni, G., Pizzuti, G., Primavera, F., Riccini, A., Cari, A. (2020) Effects of basalt powder “Farina di Basalto®” on pepper crop growth parameters under greenhouse. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS). 13, 29-39.
- [45]. Pereira, D.C., Grutzmacher, P., Bernardi, F.H., Mallmann, L.S., Costa, L.A. de M. and Costa, M.S.S. de M. (2012) Production of chicory seedlings and cultivation in the field, in an agroecological system. Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering, Department of Agricultural Engineering - UFCG (Produção de mudas de almeirão e cultivo no campo, em sistema



- agroecológico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia Agrícola – UFCG). 16, 1100-6.
- [46]. Klein, M.R., Pereira, D.C., Souza, C.H.W., Monteiro, V.H., Bernardi, F.H., Costa, L.A.M. and Costa, M. S. S. M. (2009) Substratos Alternativos Para Produção de Mudas de Tomate Tipo Cereja. Revista Brasileira de Agroecologia. 4.
- [47]. Wang, S.Y. and Galletta, G.J. (1998) Foliar application of potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. Journal of Plant Nutrition, Taylor & Francis. 21, 157-67.
- [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. AkiNik Publications. 5, 79-81.
- [49]. Klekowski, R.Z., Prus, T. and ZyromskaRudzka, H. (1967) Elements of energy budget of *Tribolium castaneum* (Hbst) in its developmental cycle. Secondary productivity of terrestrial ecosystems (principles and methods), K. Petruszewicz. 2, 859-79.
- [50]. Petruszewicz, K. and Macfadyen, A. (1970) Productivity of terrestrial animals. Principles and methods. Productivity of terrestrial animals Principles and methods, (Oxford & Edinburgh): Blackwell Scientific Publications. 13, 1-190.
- [51]. Krebs, C.J. (1985) Ecology; the experimental analysis of distribution and abundance. New York, NY (USA) Harper and Row. 631 pp.
- [52]. Jacobson, M. (1975) Insecticides from plants: a review of the literature, 1954-1971. Agriculture Handbook-US Dept of Agriculture (USA) no 461. 138 pp.
- [53]. Grainge, M., Ahmed, S., Mitchell, W.C. and Hylin, J.W. (1984) Plant species reportedly possessing pest-control properties-A database. Resource Systems Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii, USA. 240.
- [54]. Gupta, S., Singh, H. and 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 Sciences. 9, 58-62.
- [55]. Pushpalatha, E. and Muthukrishnan, J. (1995) Larvicidal activity of a few plant extracts against *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles stephensi*. Indian Journal of Malariology. 32, 14-23.
- [56]. de Souza, A.P. and Vendramim, J.D. (2000) Ovicidal activity of aqueous extracts of meliaceae on the silverleaf whitefly for tomato. Scientia Agrícola, SciELO Brasil. 57, 403-6.
- [57]. Komalamisra, N., Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y. and Apiwathnasorn, C. (2005) Screening for larvicidal activity in some Thai plants against four mosquito vector species. The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health. 36, 1412-22.
- [58]. Ateyyat, M.A., Al-Mazra'awi, M., Abu-Rjai, T. and Shatnawi, M.A. (2009) Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as Imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. Journal of Insect Science (Online). 9, 15.
- [59]. Kumar, G., Karthik, L., Rao, K.V.B., Kirthi, A.V. and Rahuman, A.A. (2012) Phytochemical composition and mosquito controlling property of *Nerium oleander* leaves (Apocynaceae) against *Culex tritaeniorhynchus* and *Culex gelidus* (Diptera: Culicidae). Asian Pac. J. Trop. Biomed. 2, 1-6.

- [60]. Roni, M., Murugan, K., Christina Mary, S., Sivapriyajothei, S., Suganya, N.A. and Dinesh, D. (2013) Ovicidal and adulticidal activity of Nerium oleander extract against *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). *Int. J. Innov. Res.* 1, 107-11.
- [61]. Khaliq, A., Javed, M., Hannan, M., Yasir, M., Sangheer, M. and Hasan, M. (2014) Biocidal and repellent effect of *Saccharopolyspora spinosa* and Nerium oleander extract against stored product pests. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review.* 3, 49-54.
- [62]. Jalali, S.J., Arbab, A. and Ali, A.A. (2005) The Efficacy Of Aqueous Plant Extracts Of Wormwood And Dwarf Elder Against Elm Leaf Beetle *Xanthogalerlca luteola* Mull.(Col.; Chrysomellidae). *Journal of Agricultural Science (University Of Tabriz).* 15, 115-120..
- [63]. Mukherjee, U. and Singh, H.N. (2006) Ecofriendly approaches to manage diamond-back moth, *Plutella xylostella* (L.) in cauliflower. *Journal of Applied Zoological Researches, Applied Zoologists Research Association.* 17, 57- 60.
- [64]. Majeed, M.Z., Nawaz, M.I., Khan, R.R., Farooq, U. and 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.
- [65]. Siskos, E.P., Konstantopoulou, M.A., Mazomenos, B.E. and Jervis, M. (2007) Insecticidal activity of *Citrus aurantium* fruit, leaf, and shoot extracts against adult olive fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology.* Oxford University Press Oxford, UK. 100, 1215-20.
- [66]. Rodrigues, F. de Á., de Oliveira, L.A., Korndörfer, A.P. and Korndörfer, G.H. (2011) Silicon: A Beneficial and Important Element for Plants. *Agronomic Information (Silício: Um Elemento Benéfico E Importante Para As Plantas. Informações Agronômicas).* 134, 14- 20.
- [67]. Mitani, N. and Ma, J.F. (2005) Uptake system of silicon in different plant species. *Journal of Experimental Botany.* 56, 1255-61.
- [68]. Yamada, T. and Abdalla, S.R.S. (2006) Sustainable management in agriculture. *Agronomic Information, Piracicaba (Manejo sustentável na agricultura. Informações Agronômicas, Piracicaba).* 1-13.
- [69]. Gomes, F.B., Moraes, J.C. and Neri, D.K.P. (2009) Silicon fertilization as a resistance factor to insect pests and productivity promoter in English potato crops in an organic system *Science and Agrotechnology, UFLA Publisher (Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. Ciência e Agrotecnologia, Editora da UFLA).* 33, 18-23.
- [70]. Bussolaro, I., Zelin, E. and Simonetti, A.P.M.M. (2011) Application of silicon in stink bug control and soybean productivity. *Cultivating Knowledge Magazine (Aplicação de silício no controle de percevejos e produtividade da soja. Revista Cultivando o Saber).* 4, 9-19.
- [71]. Korunic, Z. (1998) Review Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research.* Elsevier. 34, 87-97.
- [72]. Ebeling, W. (1971) Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology.* 16, 123- 58.
- [73]. Subramanyam, B.H., Roesli, R. and Hagstrum, D.W. (2000) *Inert Dusts. Alternatives to Pesticides in Stored-Product Ipm.* Springer, Boston, MA. 321-380.

- [74]. Athanassiou, C.G. and Palyvos, N.E. (2006) Laboratory evaluation of two diatomaceous earth formulations against *Blattisocius keegani* fox (Mesostigmata, Ascidae) and *Cheyletus malaccensis oudemans* (Prostigmata, Cheyletidae). *Biological Control*. Elsevier. 38, 350-5.
- [75]. Briscoe, H.V.A. (1943) Some new properties of inorganic dusts: Lecture I. *Journal of the Royal Society of Arts*. JSTOR. 91, 593-607.
- [76]. Kitchener, J.A., Alexander, P. and Briscoe, H.V.A. (1943) A Simple Method Of Protecting Cereals And Other Stored Foodstuffs Against Insect Pests. *Tropical Agriculture*. 20 (10).
- [77]. Kalmus, H. (1944) Action of inert dusts on insects. *Nature*. Nature Publishing Group UK London. 153, 714-5.
- [78]. David, W.A.L. and Gardiner, B.O.C. (1950) Factors influencing the Action of Dust Insecticides. *Bulletin of Entomological Research*. Cambridge University Press. 41, 1-61.
- [79]. Kamel, A.H., Fam, E.Z. and Ezzat, T.M. (1964) Studies on Drione dust as a grain protectant. *Agr. Res. Rev. (UAR, Ministry Agr)*. 42, 52-69.
- [80]. Majumder, S.K. and Venugopal, J.S. (1964) Pesticidal minerals. *Proceedings of the symposium on Pesticides Mysore*. 190-9.
- [81]. Glenn, D.M., Puterka, G.J., Vanderzwet, T., Byers, R.E. and Feldhake, C. (1999) Hydrophobic Particle Films: A New Paradigm for Suppression of Arthropod Pests and Plant Diseases. *Journal of Economic Entomology*. 92, 759-71.
- [82]. Melgarejo, P., Martínez, J.J., Hernández, F., Martínez-Font, R., Barrows, P. and Erez, A. (2004) Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae*. 100, 349-53.
- [83]. Wand, S.J.E., Theron, K.I., Ackerman, J. and Marais, S.J.S. (2006) Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae*. 107 (3), 271-276.
- [84]. Braham, M., Pasqualini, E. and Ncira, N. (2007) Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in Citrus orchards. *Bulletin of Insectology*. 60, 39-47.

Mohamed Elimem, *et. al.* " Impatto insetticida di estratti acquosi di piante (carrubo, oleandro, pino di Aleppo e arancio amaro) e farina di basalto "farina di basalto® XF E XM" come soluzione biologica per il controllo dei parassiti dei cereali"

Pubblicato su: Fresenius environmental bulletin 32 (10/2023): 3087, Luglio 2023