

## IOSR-JAVS VOLUME-14 ~ ISSUE-5 ~ MAY 2021

Find Journal 

Submit Now

### Series-1 (May 2021)

May 2021 Issue Statistics

#### Series-1

Citation	Abstract	Reference	Full PDF	 Cover Paper
<b>Paper Type</b>	:	Research Paper		
<b>Title</b>	:	Evaluation of insecticidal efficiency of Basalt powder "Farina di Basalto®" to control <i>Tribolium castaneum</i> (Coleoptera; Tenebrionidae), <i>Rhyzopertha dominica</i> (Coleoptera; Bostrichidae) and <i>Ephestia kuehniella</i> (Lepidoptera; Pyralidae) on stored wheat		
<b>Country</b>	:	Turkey		
<b>Authors</b>	:	Mohamed Elimem    Maha Kalboussi    Chaima Lahfef    Slim Rouz    Hassan Kharroubi    Sofien Kouki    Giuliano Ragnoni    Gianluca Pizzuti    Fabio Primavera    Alessandro Riccini    Alberto Cari		
	:	10.9790/2380-1405010106 		

IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)

- [https://www.iosrjournals.org/iosr-javs/pages/14\(5\)Series-1.html](https://www.iosrjournals.org/iosr-javs/pages/14(5)Series-1.html)

IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 14, Issue 5 Ser. I (May 2021), PP 01-0

- <https://www.iosrjournals.org/iosr-javs/papers/Vol14-issue5/Series-1/A1405010106.pdf>



[Link Research Gate](#)

IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 14, Issue 5 Ser. I (May 2021), PP 01-06 [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)

## Valutazione dell'efficacia della "Farina di Basalto® " per il controllo di *Tribolium castaneum* (Coleoptera; Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera; Bostrichidae) ed *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera; Pyralidae) su grano in stoccaggio.

Mohamed Elimem<sup>1\*</sup>, Maha Kalboussi<sup>1</sup>, Chaima Lahfef<sup>1,2</sup>, Slim Rouz<sup>1</sup>, Hassan Kharroubi<sup>3</sup>, Sofien Kouki<sup>3</sup>, Giuliano Ragnoni<sup>4</sup>, Gianluca Pizzuti<sup>4</sup>, Fabio Primavera<sup>4</sup>, Alessandro Riccini<sup>4</sup>, Alberto Cari<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Higher Institute of Agronomy of Tunis, Tunis, University of Carthage, Tunisia

<sup>3</sup>Higher School of Engineer of Medjez El Bebb, MedjezElBeb, Béja, University of Jendouba, Tunisia

<sup>4</sup>Basalti Orvieto srl – Loc Cornale, 05014-CASTEL VISCARDO (TR), Italy

\*Corresponding author: Mohamed Elimem

### Sommario

Sintesi .....	3
I. Introduzione .....	3
II. Materiale e metodi .....	4
Area dello studio .....	4
Il saggio .....	5
Monitoraggio del tasso di mortalità .....	5
Caratteristiche della Farina di Basalto® .....	5
Proprietà chimiche dei fini minerali basaltici .....	6
Analisi statistica.....	6
III. Risultati e discussione.....	6
Effetto della Farina di Basalto® su <i>T. castaneum</i> .....	6
Effetto della Farina di Basalto® su <i>R. dominica</i> .....	7
Effetto della Farina di Basalto® su <i>E. kuehniella</i> .....	8
IV. Conclusioni.....	10
Ringraziamenti .....	10
Riferimenti .....	10

### INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE

<b>Tabella 1 Proprietà chimiche della Farina di Basalto®</b> (Anonimo, 2019).....	6
<i>Tribolium castaneum</i> - Wikipedia .....	6
<b>Figura 1 Tassi di mortalità di <i>T. castaneum</i></b> .....	7
<i>Rhyzopertha dominica</i> Wikipedia .....	7
<b>Figura 2 Tassi di mortalità di <i>R. dominica</i></b> .....	8
Mediterranean flour moth or mill moth ( <i>Ephestia kuehniella</i> ) - Wikipedia .....	8
<b>Figura 3 Tassi di mortalità di <i>E. kuehniella</i></b> .....	9

## Sintesi

**Premessa:** Questo lavoro si propone di valutare in condizioni di laboratorio l'effetto del Basalto, una roccia vulcanica e un ammendante naturale ricco di sostanze nutritive e impiegato per migliorare la crescita delle colture, su insetti parassiti del grano immagazzinato: *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera, Bostrichidae) ed *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). Sono stati applicati tre trattamenti: T0: senza "Farina di Basalto®" (controllo), T1: 3% di "Farina di Basalto®", T2: 1,5% di "Farina di Basalto®". I risultati ottenuti hanno mostrato che il fertilizzante causa la mortalità delle tre specie di parassiti. Per quanto riguarda *T. castaneum*, i tassi di mortalità osservati per il controllo erano sempre intorno allo 0% fino al quinto giorno di osservazione. Tuttavia, nelle unità trattate, i tassi di mortalità degli insetti sono stati rispettivamente del 40 e del 16,6% per il 3 e l'1,5% di Farina di Basalto® appena un giorno dopo la prova e sono aumentati notevolmente, raggiungendo il 100% durante il terzo e il quarto giorno dopo il trattamento. Quasi gli stessi risultati sono stati ottenuti per *R. dominica*, dove i tassi di mortalità osservati nel controllo erano bassi durante i primi tre giorni e non superavano il 10%, mentre nelle unità trattate hanno raggiunto il 100% durante il secondo e il terzo giorno dopo il trattamento, rispettivamente per le dosi del 3% e dell'1,5% di Farina di Basalto®. Per quanto riguarda le larve di *E. kuehniella*, i tassi di mortalità osservati nel controllo sono rimasti bassi fino al settimo giorno e hanno superato di poco il 50% durante il resto della sperimentazione. Nelle unità trattate con il 3% di Farina di Basalto®, i tassi di mortalità sono stati di circa il 60% nel secondo e terzo giorno dopo il trattamento e hanno raggiunto il 100% nel quarto giorno. Per le unità trattate con l'1,5% di Farina di Basalto®, i tassi di mortalità si sono attestati tra il 20 e il 40% fino al quinto giorno, per raggiungere il 90% alla fine della prova.

**Parole chiave:** grano, stoccaggio, insetti nocivi, basalto, tasso di mortalità

---

Date of Submission: 24-04-2021

Date of Acceptance: 08-05-2021

---

## 1. Introduzione

In Tunisia, i cereali rimangono una delle colture più importanti per l'estensione delle aree occupate e per la loro importanza nell'economia del Paese. La maggior parte dei cereali coltivati in Tunisia sono il grano duro, il grano tenero, l'orzo e il triticale. Le aree riservate al grano tenero sono circa 1,5 milioni di ettari, 20000 ettari per il triticale e circa il 46,6% delle aree sono destinate al grano duro (Seddik, 1998). Durante l'immagazzinamento, i cereali possono essere attaccati da molti parassiti che causano importanti perdite (Jarreya, 2003). Questi parassiti sono spesso controllati con diversi metodi, tra cui la fumigazione, che è il più utilizzato durante lo stoccaggio (Elimem et al., 2019; Haouel-Hamdi et al.; 2020). Anche il controllo biologico può essere impiegato con successo. Infatti, gli oli essenziali di molte piante sono stati testimoniati e hanno mostrato importanti tassi di mortalità (Mediouni Ben Jemaa et al.; 2013; Arthur, 2015; Elimem et al., 2019). D'altra parte, l'uso di altri componenti può essere un metodo promettente per controllare gli insetti in condizioni di conservazione, al fine di preservare la salute umana e l'ambiente. Tra questi componenti, il basalto, che è un tufo originario di proiezioni vulcaniche (Rahmouni e Ourani, 2016), ha un impatto su molti parassiti e malattie che possono attaccare le colture (Elimem et al., 2020). Infatti, questi piccoli frammenti, che a volte si presentano

come blocchi o addirittura ceneri di colore nero, rosso o addirittura verde scuro, sono generalmente impiegati in diversi settori come l'edilizia, l'ingegneria industriale e autostradale, la produzione di fibre minerali e di materiale lapideo fuso, nonché in agronomia (Formichev et al., 2010; Drobot et al., 2013; Pisciotta et al., 2014; Rahmouni e Ourani, 2016). Per quanto riguarda l'agricoltura, questo minerale è conosciuto come ammendante che viene utilizzato per migliorare la ricchezza di nutrienti del suolo. È una fonte di fertilità naturale ricca di silicio (Si) e di molti altri componenti come feldspati, miche e zeoliti, poiché proviene da magmi e ceneri vulcaniche (Anonimo, 2019). Questa roccia contiene molti componenti chimici necessari per la gestione del suolo e la sua fertilizzazione, come SiO<sub>2</sub> (dal 37,76 al 59,64%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (dall'11,77 al 14,32%), CaO (dal 5,57 al 14,75%), MgO (dal 5,37 al 9,15%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (dal 10,1 al 20,93%), K<sub>2</sub>O (dall'1,7 al 6,69%), Na<sub>2</sub>O (dall'1,4 al 3,34%) e TiO<sub>2</sub> (dall'1,81 al 3,73%) (Kaya et al., 2001). Poiché questo minerale viene utilizzato per ripristinare la fertilità del suolo, aumenta notevolmente la crescita delle piante, la resa totale, la qualità dei frutti e alcuni costituenti chimici e il tasso di clorofilla dell'acacia, dei frutti del peperone, del pomodoro e del cetriolo rispetto ai terreni non trattati con il basalto (Kaya et al., 2001; Fawzy et al., 2012; Rouz et al., 2020). Inoltre, in molti studi è stato dimostrato che il basalto rafforza la resistenza delle colture contro parassiti e malattie stimolando le loro reazioni naturali di difesa nei campi e anche in condizioni di stoccaggio (Fawez et al., 2012, Anonimo, 2019; Isnugroho et al., 2017; Elimem et al. 2020). Migliora la resistenza del peperone contro i marciumi molli batterici causati da *Pectobacterium* e la malattia del marciume radicale causata essenzialmente dal genere *Phytophthora capsici* in serra e durante le condizioni di stoccaggio (Elimem et al., 2020). Anche la malattia dell'oidio è stata ridotta a valori molto bassi nelle colture di grano grazie al basalto, per la sua ricchezza di silicio, e la gravità della malattia è scesa dell'80% (Guével et al., 2007). Molti altri lavori hanno indicato che molti parassiti possono essere controllati utilizzando la Farina di Basalto®. Il fertilizzante ha esercitato un effetto repulsivo contro parassiti come i tripidi (*Frankliniella occidentalis*) e gli acari (Elimem et al., 2020). Le polveri inerti come il basalto sono impiegate come metodo di controllo per proteggere i cereali immagazzinati (Al-Iraqi e Al-Naqib, 2006). Infatti, non solo respinge gli insetti e gli acari nei campi, nelle serre o durante l'immagazzinamento, ma ne provoca la morte per assorbimento dello strato ceroso che circonda il loro esoscheletro, causando così il loro disseccamento (Ebeling, 1971). Altri studi hanno dimostrato che l'ammendante è molto efficace nel ridurre le popolazioni dinamiche dei parassiti a valori molto bassi e può addirittura causarne la scomparsa dalle colture infestate (Groth et al., 2007; Elimem et al., 2020). Questo lavoro si propone di studiare l'impatto della Farina di Basalto® e di valutare i tassi di mortalità di tre specie di parassiti sul grano immagazzinato infestato da *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera, Bostrichidae) ed *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae) in condizioni di laboratorio.

## **II. Materiale e metodi**

### **Area dello studio**

La sperimentazione si è svolta nel laboratorio di Entomologia della Scuola Superiore di Agronomia di Mograne, in Tunisia.

## Il saggio

Per valutare l'efficacia della Farina di Basalto® per la lotta contro *T. castaneum*, *R. dominica* e *E. kuehniella*, i semi di grano immagazzinati e infestati sono stati ottenuti dal silo di stoccaggio della Scuola Superiore di Ingegneria di Medjez El Bej, in Tunisia.

Le tre specie di parassiti sono state estratte dal grano infestato e collocate in provette apposite che serviranno in seguito per il saggio. Un numero di 100 semi di frumento indenni sono stati dapprima pesati e poi collocati in piastre Petri. In ogni piastra Petri sono stati aggiunti 10 individui adulti di *T. castaneum*. Lo stesso processo è stato adottato per *R. dominica*, dove 10 individui adulti sono stati aggiunti a ciascuna piastra Petri contenente 100 semi di grano non danneggiati e già pesati. Per quanto riguarda *E. kuehniella*, solo le larve sono state utilizzate per la prova, dove 10 larve sono state aggiunte a ciascuna piastra Petri contenente 100 semi di grano non danneggiati. Per la prova sono stati adottati tre trattamenti, ripetuti tre volte per ogni specie di parassita: tre capsule di Petri sono state considerate come controllo (T0), tre capsule di Petri alle quali è stata aggiunta Farina di Basalto® alla dose del 3% (T1), tre capsule di Petri alle quali è stata aggiunta Farina di Basalto® alla dose dell'1,5% (T2). Ogni piastra Petri è stata racchiusa da coperchi perforati ricoperti di tela di mussola per consentire l'aerazione e prevenire la formazione di gocce d'acqua. Tutte le piastre di Petri sono state conservate in una stanza climatizzata a 25±1°C, 60-70% di umidità relativa e un fotoperiodo di 16:8 (L:D) ore, presso il Laboratorio di Entomologia della Scuola Superiore di Agronomia di Mograne.

## Monitoraggio del tasso di mortalità

Il tasso di mortalità è stato valutato ogni 24 ore per cinque giorni utilizzando un pennello per stimolare gli individui di ciascuna specie registrando quelli vivi e quelli morti. I tassi di mortalità dei diversi trattamenti sulle diverse specie di parassiti sono stati stimati e corretti utilizzando la formula di Abbott (Abbott, 1925); formula di Abbot =  $100 \times (M \text{ osservato} - M \text{ controllo}) / (100 - M \text{ controllo})$ .

## Caratteristiche della Farina di Basalto®

Il basalto è una roccia vulcanica effusiva di base contenente elementi minerali naturali, quali silicio, alluminio, potassio e calcio. La Farina di Basalto® micronizzata è stata ottenuta dalla macinazione meccanica del basalto di Orvieto, utilizzando elementi in ceramica, senza l'aggiunta di altri minerali o prodotti chimici. Non contiene sostanze nocive che possano danneggiare l'ambiente. Il diametro delle particelle è inferiore a 30 µm, il suo utilizzo richiede quindi un'applicazione in dispersione acquosa,



spruzzata con un atomizzatore manuale o meccanico.

### Proprietà chimiche dei fini minerali basaltici

I diversi componenti della Farina di Basalto® sono riportati nella tabella 1.

**Tabella 1** *Proprietà chimiche della Farina di Basalto®* ([Anonimo, 2019](#))

Component	Pourcentage
(SiO <sub>2</sub> )	49%
(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	20,5%
(K <sub>2</sub> O)	8%
(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7,5%
(CaO)	7,2%
(MgO)	2,8%
(Na <sub>2</sub> O)	2,5%

### Analisi statistica

L'analisi statistica è stata eseguita con l'ausilio del software statistico SAS. Questo programma è stato utilizzato per l'analisi della varianza (ANOVA) e il test LSD per il confronto delle medie con  $p \leq 0,05$ .

## III. Risultati e discussione

### Effetto della Farina di Basalto® su *T. castaneum*

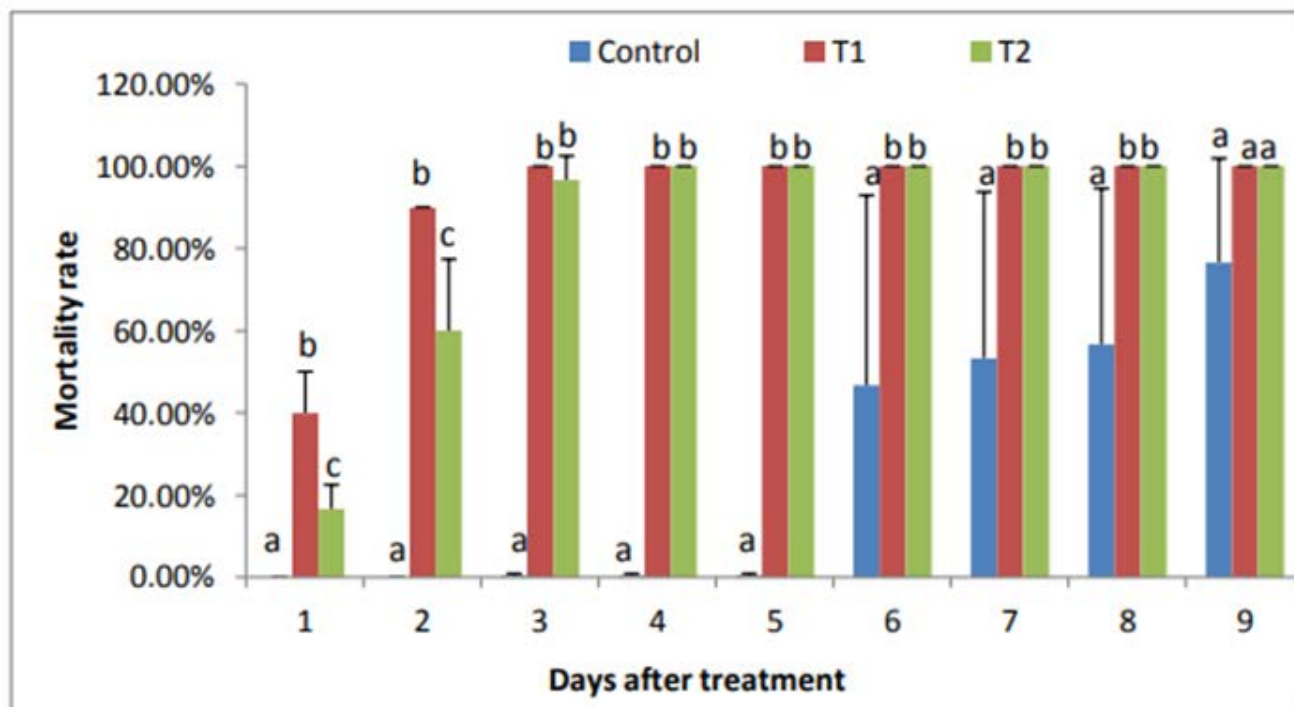


[Tribolium castaneum - Wikipedia](#)

I risultati ottenuti per quanto riguarda *T. castaneum* (fig. 1) hanno mostrato che durante il primo e il secondo giorno di osservazione non sono stati osservati tassi di mortalità nel controllo. Solo a partire dal sesto giorno il tasso di mortalità ha iniziato ad aumentare con un valore medio di circa il 46,67% con differenze significative con T1 e T2.

Per quanto riguarda le parcelle trattate, T1 con il 3% di Farina di Basalto® ha esercitato un tasso di mortalità fin dal primo giorno di osservazione di circa il 40% con differenze significative rispetto al controllo. Questo valore non ha smesso di aumentare fino a raggiungere il 100% solo tre giorni dopo il trattamento. Il T2, con metà concentrazione di Farina di Basalto® (1,5%), ha mostrato anch'esso un tasso di mortalità dal primo giorno dopo il trattamento di solo il 16,67% e

con differenze significative rispetto al controllo e al T1. Il tasso di mortalità di questa dose ha raggiunto il 100% nel quarto giorno dopo il trattamento.



**Figura 1** Tassi di mortalità di *T. castaneum*  
(i valori seguiti dalle stesse lettere non sono significativamente diversi a  $p \leq 0,05$ ).

### Effetto della Farina di Basalto® su *R. dominica*



[Rhyzopertha dominica](#)  
[Wikipedia](#)

Per quanto riguarda *R. dominica*, i risultati ottenuti (fig. 2) hanno mostrato che è stata più sensibile all'applicazione di Farina di Basalto® rispetto a *T. Castaneum*. Infatti, nelle parcelle di controllo, i tassi di mortalità sono stati molto bassi nei primi giorni di osservazione e si sono attestati tra lo 0% e il 10% rispettivamente nel primo e nel terzo giorno dopo il trattamento, con differenze significative rispetto alle parcelle trattate. Questa percentuale è aumentata ultimamente fino a raggiungere al nono giorno l'86,76% e sempre con differenze significative con T1 e T2. Per quanto riguarda le parcelle trattate con Farina di Basalto®, T1 ha esercitato un'elevata efficacia su *R. dominica* fin dal primo giorno dopo il trattamento, causando un tasso di mortalità del 73,33% circa. Questa percentuale ha raggiunto il 100% solo due giorni dopo il trattamento. T2, con solo l'1,5% di Farina di Basalto® applicata, ha mostrato quasi lo stesso fenomeno. Durante il primo giorno, il tasso di mortalità è stato di circa il 70%, senza differenze significative con

T1. Questa dose ha raggiunto il 100% di insetti morti il terzo giorno dopo il trattamento.

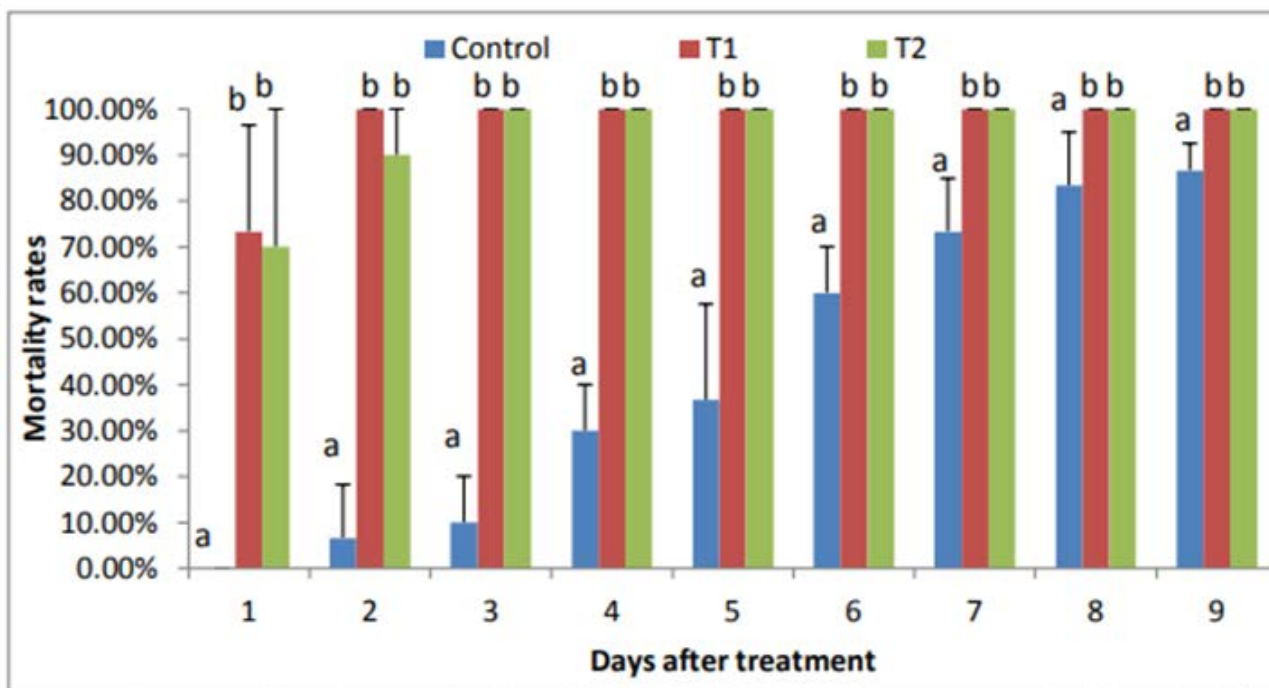
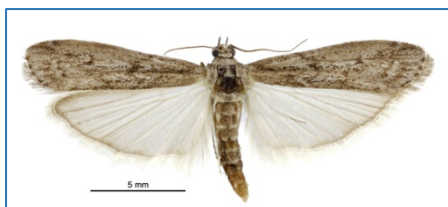


Figura 2 Tassi di mortalità di *R. dominica*

(i valori seguiti dalle stesse lettere non sono significativamente diversi a  $p \leq 0,05$ ).

### Effetto della Farina di Basalto® su *E. kuehniella*



*Mediterranean flour moth or mill moth (Ephestia kuehniella)* - Wikipedia

Nel caso della tignola della farina mediterranea *E. kuehniella*, i tassi di mortalità nelle parcelle di controllo sono stati molto bassi nei primi sei giorni dopo il trattamento e si sono attestati tra lo 0 e il 13,33% (fig. 3). Solo a partire dal settimo giorno dopo il trattamento i tassi di mortalità hanno raggiunto il 53,33% e

sempre con differenze significative con entrambi i trattamenti con Farina di Basalto®. Per quanto riguarda entrambe le dosi di Farina di Basalto® applicate, è emerso che un giorno dopo il trattamento solo il T2 ha esercitato un impatto sulle larve di *E. kuehniella* con un tasso di mortalità di circa il 20%. Due giorni dopo il trattamento, la percentuale di larve morte ha iniziato ad aumentare in T1 con il 53,33% e il 26,67% per T2. Va notato che il tasso di mortalità osservato in T1 ha raggiunto il 100% durante il quarto giorno dopo il trattamento, mentre il tasso massimo registrato per T2 è stato di circa il 93,33% per T2. L'analisi statistica ha mostrato differenze significative tra i due trattamenti con Farina di Basalto® durante tutto il periodo di studio.



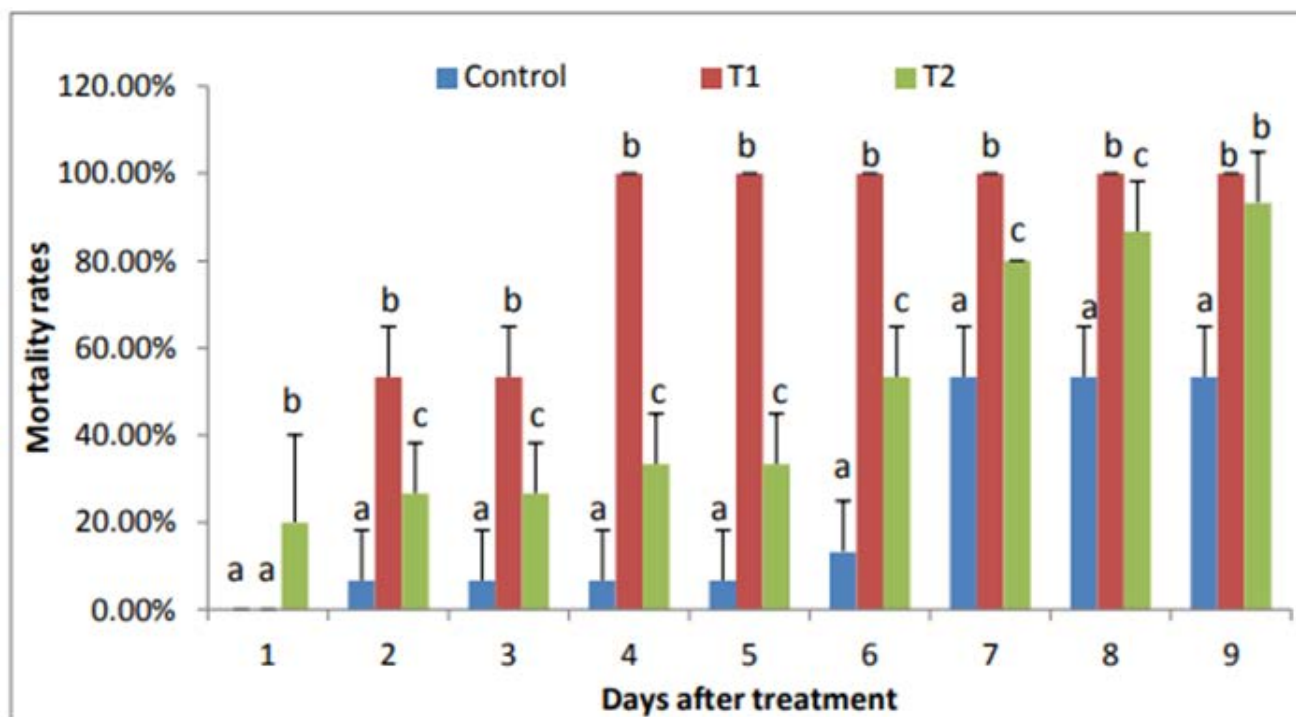


Figura 3 Tassi di mortalità di *E. kuehniella*

(i valori seguiti dalle stesse lettere non sono significativamente diversi a  $p \leq 0,05$ ).

Durante questo saggio, i risultati ottenuti hanno mostrato che la Farina di Basalto® ha esercitato un impatto su diverse specie di parassiti del grano immagazzinato e ha causato alti tassi di mortalità, raggiungendo in quasi tutti i casi osservati il 100%. Infatti, questi risultati concordano con quelli citati da Elimem et al. (2020), dove la Farina di Basalto® riduce le popolazioni di parassiti in serra a valori molto bassi fino a scomparire, come nel caso della specie di tripide *Frankliniella occidentalis*. Lo stesso vale per l'acaro *Polyphagotarsonemus latus* syn. *Hemitarsonemus latus* Banks (1904) (Acari; Tarsonemidae), dove la Farina di Basalto® riduce il numero di piante attaccate da questa specie di acaro (Elimem et al., 2020). Questi risultati sono simili a quelli riscontrati durante il controllo dei parassiti dei cereali immagazzinati in questo studio. Infatti, la Farina di Basalto® ha mostrato un effetto che può essere paragonato a quello osservato utilizzando oli essenziali di alcune piante come *Laurus nobilis* su *T. castaneum* (Haouel-Hamdi et al., 2020). Gli stessi risultati sono stati osservati utilizzando *Mentha pulgium* e *Ricinus communis* contro *T. castaneum* e *Lasioderma serricorne*, dove i componenti degli oli essenziali delle piante hanno esercitato un potenziale repellente sui parassiti (Salem et al., 2018.a; Salem et al., 2018.b). Mediouni Ben Jemaa et al. (2013) hanno indicato che gli oli essenziali di Eucalipto sono molto efficaci per controllare la falena del dattero *Ectomyelois ceratoniae*.

D'altra parte, va notato che non solo gli oli essenziali possono avere un impatto sui parassiti, ma anche altre rocce sedimentarie silicee naturali, come la farina di diatomee, hanno mostrato un effetto significativo. Yousfi e Mediouni Ben Jemaa (2015) hanno dimostrato nei loro studi che questa roccia sedimentaria aveva un effetto sulla falena del carrubo *E. ceratoniae* e in particolare un potenziale ovida in cui la percentuale di emergenza degli adulti dalle uova trattate non superava il 20%. Ciò conferma i risultati ottenuti in questa sperimentazione. Al-Iraqi e Al-Naqib (2006) hanno menzionato che le polveri inerti sono utilizzate come metodo di controllo per proteggere i cereali immagazzinati. Queste polveri, come il basalto e le diatomee, esercitano un effetto insetticida e repellente sui parassiti durante lo stoccaggio, nelle serre e nei campi (Ebeling, 1971; Yousfi e Mediouni Ben Jemaa; 2015; Elimem et al., 2020). La morte degli insetti è causata dall'assorbimento del loro strato ceroso che circonda l'esoscheletro, provocando così il loro disseccamento (Ebeling 1971).

#### **IV. Conclusioni**

La Farina di Basalto® applicata sui parassiti del grano immagazzinato: *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera, Bostrichidae) ed *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae), con due dosi; T1: 3% di "Farina di Basalto® " e T2: 1,5% di "Farina di Basalto® ", ha causato alti tassi di mortalità che hanno raggiunto il 100% in quasi tutti i casi osservati. Entrambe le concentrazioni possono essere impiegate per il controllo di questi parassiti, poiché hanno mostrato quasi gli stessi risultati senza differenze significative. Poiché la Farina di Basalto® ha mostrato un'importante efficacia contro questi parassiti, può essere impiegato come un modo vantaggioso per proteggere i cereali immagazzinati.

#### **Ringraziamenti**

Gli autori desiderano esprimere il loro profondo apprezzamento alla Scuola Superiore di Ingegneria di Medjez El Beb, MedjezElBeb, per aver fornito tutti i materiali necessari e la serra.

#### **Riferimenti**

- [1]. Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265–26.

- [2]. Al-Iraqi R.A., Al-Naqib S.Q., 2006. Inert Dusts to Control Adults of Some Stored Product Insects in Stored Wheat. Rafidain Journal of Science 10: 26-33.
- [3]. Anonymous 2019. Fiche technique farina di Basalto. Corroborant potentialisateur des défenses végétales. p2
- [4]. Arthur F.H., 2015. Residual efficacy of pyrethrin+ methoprene for control of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* in a commercial flour mill. Journal of Stored Prod Res 64:42–44.
- [5]. Drobot N.F., Noskova O.A., Steblevskii A.V., Fomichev S.V., Krenev K.A., 2013. Use of chemical and metallurgical methods for processing of gabbro-basalt raw material. Theoretical Foundations of Chemical Engineering 47(4): 484 - 8
- [6]. Ebeling W., 1971. Sorptive Dusts for Pest Control. Annual Review of Entomology. Annual Reviews, Inc., Palo Alto, CA. 16: 123- 158
- [7]. Elimem M., Soltani R., Dhahr W., 2019. Evaluation of insecticidal efficiency of essential oils from *Foeniculum vulgare* var. dulce waste to control *Tribolium castaneum* Herbst 1797 (Coleoptera :Tenebrionidae) and *Trogoderma granarium* Everts 1898 (Coleoptera : Dermestidae) under laboratory conditions. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology 65(8) : 4125-4135.
- [8]. Elimem M., Rouz S., Kharroubi H., Mekni A., Kouki S., Toukanbri A., Ragnoni G., 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(8) : 38-47.
- [9]. Fawzy Z.F., El-Bassiony A.M., Yunsheng L., Zhu O., Ghoname A.A, 2012. Effect of mineral, organic and bio-N fertilizers on growth, yield and fruit quality of sweet pepper. Journal of Applied Sciences Research 8(8): 3921-3933.
- [10]. Fomichev S.V., Babievskaya I.Z., Dergacheva N.P., Noskova O.A., Krenev V.A., 2010. Evaluation and modification of the initial composition of gabbro-basalt rocks for mineral-fiber fabrication and stone casting. Inorganic Materials 46(10) 1121-1125.
- [11]. Groth, M.Z., BelléC., Bernardi D., da Cunha B.F.R., 2018. Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e nadinâmica populacional de insetos. Revista de Ciências Agroveterinárias 16(4): 433-440.
- [12]. 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(4), 429–436.
- [13]. Haouel-Hamdi S., Ben Hamedou M., Bachrouch O., Boushah E., Zarroug Y., Sriti J., Messaoud C., Hammami M., Abderraba M., Limam F., Medouni-Ben Jemaa J., 2020. Susceptibility of *Tribolium castaneum* to *Laurus nobilis* essential oil and assessment on semolina quality. International Journal of Tropical Insect Science 40 : 667–675.
- [14]. Isnugroho K, Hendronursito Y, Birawidha DC. 2017. Characterization and utilization potential of basalt rock from East-Lampung district. Mineral Processing and Technology International Conference 285 : 1-5.

- [15]. Jarraya A., 2003. Principaux Nuisibles des Plantes Cultivées et des Denrées Stockées en Afrique du Nord; leur Biologie, leurs Ennemis Naturels, leurs Dégâts et leur Contrôle. Edition Climat pub edn.
- [16]. Kaya C., Kirnak, H., 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* 24(9): 1457–1471.
- [17]. Mediouni Ben Jemâa J., Haouel S., Khouja M.L., 2013. Efficacy of Eucalyptus essential oils fumigant control against *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under various space occupation conditions. *Journal Stored Prod Res* 53:67–71
- [18]. Pisciotta A, Perevozchikov B V, Osovetsky B M, Menshikova E A and Kazymov K P 2014. Quality Assessment of Melanocratic Basalt for Mineral Fiber Product, Southern Urals, Russia. *Nat ResourRes* 24: 329–337
- [19]. Rahmouni H., Ouari M.T., 2016. Caractérisation et étude des propriétés d'usage des tufs de Remila. Mémoire fin d'étude. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, Bejaia :p31.
- [20]. Rouz S., Elimem M., Kharroubi H., Mekni A., Kouki S., Toukanbri 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* 13(11) : 29-39.
- [21]. Salem N., Sriti J., Bachrouch O., Msaada K., Khammassi S., Hammami M., Selmi S., Boushieh E., Ouertani M., Hachani N., Abderraba M., Marzouk B., Limam F., Mediouni Ben Jemaa J., 2018.a. Phenological stage effect on phenolic composition and repellent potential of *Mentha pulegium* against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 8(4): 207-216.
- [22]. Salem N., Bachrouch O., Sriti J., Msaada K., Khammassi S., Hammami M., Selmi S., Boushieh E., Koorani S., Abderraba M., Marzouk B., Limam F., Mediouni Ben Jemaa J. 2018.b. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. *International Journal Of Food Properties* 1-15.
- [23]. Seddik R. 1998. saison céréalière. La presse de Tunisie 1998 ; 19-981 :31-8.
- [24]. Yousfi S., Mediouni Ben Jemaa J., 2015. Efficacy of Diatomaceous Earth Based Formulation on Date Moth *Ectomyelois ceratoniae*. *Tunisian Journal of Plant Protection* 10(2) : 151-156.

Mohamed Elimem, et. al. "Valutazione dell'efficacia della "Farina di Basalto®" per il controllo di *Tribolium castaneum* (Coleoptera; Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera; Bostrichidae) ed *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera; Pyralidae) su grano immagazzinato". *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* (IOSR-JAVS), 14(5), 2021, pp. 01-06.