

Terra de diatomáceas como alternativa no controle de Sitophilus spp. em arroz com casca

O emprego de métodos alternativos para o controle de pragas em substituição aos agentes químicos vem se destacando em todo mundo, na busca pela sustentabilidade e segurança alimentar nas cadeias produtivas. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do pó de terra diatomácea (TD) no controle dos *Sitophilus* spp. em arroz com casca. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5X3, com 5 doses de TD (0, 250, 500, 750 e 1000g de TD.t-1) x 3 períodos de tratamento prévio do arroz com TD (0, 7 e 14 dias) x 3 períodos de avaliação da mortalidade dos insetos (7, 14 e 21 dias). Amostras de 100 g de arroz foram acondicionadas em potes com 20 insetos adultos de *Sitophilus* spp. não sexados, onde foram avaliados a mortalidade dos insetos adultos. O uso da TD no controle de *Sitophilus* spp. em arroz com casca mostrou-se significativo, porém a mortalidade dos insetos variou de acordo a dose e o tempo de exposição destes ao agente de controle. Nos tratamentos em que o arroz com casca foi tratado previamente por 14 dias a mortalidade dos insetos ocorreu de forma mais lenta e em menor porcentagem. Os resultados ainda indicam que a dosagem mais eficiente foi a de 500g.t-1 associada ao período prévio de tratamento de 7 dias. O uso da terra diatomácea apresenta-se como uma boa alternativa para a mortalidade de insetos em grãos armazenados em função das suas vantagens econômicas e ambientais.

Palavras-chave: Agricultura sustentável; Gorgulho; *Oryza sativa* L.; Praga.

Diatomaceous earth as alternative in the control of Sitophilus spp. in paddy rice

The use of alternative methods to control pests in substitution to chemical agents has been standing out all over the world, in the search for sustainability and food security in the production chains. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of diatomaceous earth (DE) dust on the control of *Sitophilus* spp. in paddy rice. The experimental design was completely randomized, in a 5X3 factorial scheme, with 5 doses of DE (0, 250, 500, 750 and 1000g of TD.t-1) x 3 periods of previous treatment of rice with TD (0, 7 and 14 days) x 3 periods of evaluation of insect mortality (7, 14 and 21 days). Samples of 100 g of rice were placed in pots with 20 adult insects of *Sitophilus* spp. not sexed, where the mortality of adult insects was evaluated. The use of DE in the control of *Sitophilus* spp. in paddy rice it was significant, but insect mortality varied according to the dose and the time of exposure of these to the control agent. In treatments in which rice husks were previously treated for 14 days, insect mortality occurred more slowly and in a lower percentage. The results also indicate that the most efficient dosage was 500g.t-1 associated with the previous treatment period of 7 days. The use of diatomaceous earth presents itself as a good alternative for insect mortality in stored grains due to its economic and environmental advantages.

Keywords: Sustainable agriculture; Weevil; *Oryza sativa* L.; Pests.

Topic: **Proteção de Plantas e Fitotecnia**

Received: **04/10/2020**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Approved: **21/11/2020**

Francieli Gasparotto 
Universidade Unicesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2673470812353146>
<http://orcid.org/0000-0002-4038-7364>
franciapg@gmail.com

Maxwell Zeniquelli Martins
Universidade Unicesumar, Brasil
maxwellzeniquelmartins@gmail.com

Luiz Henrique dos Reis Bocaleti 
Universidade Unicesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9185284432984159>
<http://orcid.org/0000-0003-0034-9280>
bocaletiluizh@hotmail.com

Thais de Oliveira Iácono Ramari
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8431394160883200>
thaisiacono@yahoo.com.br

Edneia Aparecida de Souza Paccola 
Universidade Unicesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5090759600495959>
<http://orcid.org/0000-0002-3182-3224>
edneia.paccola@unicesumar.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.006.0012

Referencing this:

GASPAROTTO, F.; MARTINS, M. Z.; BOCALETI, L. H. R.; RAMARI, T. O. I.; PACCOLA, E. A. S.. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de *Sitophilus* spp. em arroz com casca. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.6, p.132-140, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.006.0012>

INTRODUÇÃO

O arroz é considerado uma das principais fontes básicas de alimentos para mais de 2,5 bilhões de pessoas no mundo (SRIVASTAVA et al., 2019). A produção nacional de arroz no ano agrícola 2018/19 foi de 10.445 mil toneladas, distribuídos em uma área de 1697 mil hectares, cuja produtividade média atingiu 6.153 Kg.ha⁻¹ (CONAB, 2020) alcançando a nona colocação no ranking mundial.

No entanto, a produção arroz, assim como de outros alimentos é afetada por enormes perdas que ocorrem em seus diferentes estágios, como na colheita, transporte, armazenamento, processamento e embalagem, até a venda e o consumo (KŁYŚ et al., 2017). Sendo que, no armazenamento um dos maiores problemas são as pragas. Dessa forma, quando o grão de arroz é armazenado por um período maior, as chances de infestação por insetos, especialmente por *Sitophilus* spp., são elevadas (GANDHI et al., 2010; ZHOU et al., 2011).

Reconhece-se que as perdas econômicas causadas por pragas de armazenamento são altas, no entanto, como variam muito com o tipo de cultura, país, região climática e duração do armazenamento, dificultam a mensuração. De acordo com Phillips et al. (2009), as perdas pós-colheita provocadas por insetos em produtos armazenados variam de até 9% nos países desenvolvidos a 20% ou mais nos países em desenvolvimento. Neste sentido, estima-se que as perdas por infestação de grãos armazenados por pragas variam entre 10 a 25% anualmente em todo o mundo (AK, 2019).

Salienta-se que o ataque de insetos a grãos não apenas causa danos diretos, resultando em perda de peso, mas também danos indiretos, por diminuírem seriamente os nutrientes, a taxa de germinação, a qualidade e o seu valor de comercialização, devido à massa de insetos que são contabilizados como resíduos (ABDEL-RAHEEM et al., 2015). Além disso, as pragas também alteram a umidade e a temperatura dos grãos armazenados, estimulando seu aquecimento, fato que contribui para a infecção dos grãos por fungos e bactérias (KŁYŚ et al., 2017).

A várias décadas, o principal método de controle de pragas em grãos armazenados baseia-se no uso de inseticidas e fumigantes sintéticos (ARTHUR, 1996). Porém, esta prática acarretou diversos problemas como a seleção de insetos resistentes aos inseticidas e a contaminação de muitos produtos alimentícios com resíduos químicos (AK, 2019). Ademais, o emprego destes produtos ocasiona impactos negativos no meio ambiente, em organismos não-alvo e na saúde das pessoas, fatos estes que vem estimulando a busca de formas alternativas para o controle de pragas (HAMZA et al., 2016).

Dentre estas formas alternativas, o emprego de pós inertes como a terra de diatomáceas, areia de quartzo, cinzas de madeira, zeólitas vem sendo pesquisado (MOHAPATRA et al., 2015; WAKIL et al., 2015). Com destaque para a terra de diatomáceas (TD), que é utilizada em substituição aos inseticidas químicos e fumigantes por apresentar baixa toxicidade em mamíferos e ter modo de ação não químico, absorvendo os lipídios epicuticulares impermeáveis da cutícula dos insetos que morrem por causa da dessecação (KORUNIC, 1998). Ainda segundo o autor, a TD possui origem natural (fósseis de fitoplânctons) e é constituída principalmente de sílica, além de possuir pequenas quantidades de outros minerais incluindo alumínio, óxido

de ferro, cal e magnésio (MALIA et al., 2016).

Vários estudos verificaram o efeito da TD no controle de insetos que causam danos em grãos armazenados como *Plodia interpunctella* (AROONI-HESARI et al., 2015), *Oryzaephilus surinamensis* (ATHANASSIOU et al., 2016), *Sitophilus oryzae* (KAVALLIERATOS et al., 2015; ATHANASSIOU et al., 2016; KORUNIC et al., 2020), *Rhyzopertha dominica* (DAL BELLO et al., 2018; KAVALLIERATOS et al., 2015; KORUNIC et al., 2020), *Prostephanus truncatus* (KAVALLIERATOS et al., 2018), *Tribolium castaneum* (Dal Bel et al., 2017; KORUNIC et al., 2020), *Tribolium confusum* (KAVALLIERATOS et al., 2015) *Sitophilus zeamais* (JEAN et al., 2015) e ácaros (NESVORNA et al., 2014).

Todavia, de acordo Walkil et al. (2013) o uso potencial deste produto no controle de insetos associados a grãos armazenados depende da determinação da melhor dose e tempo de tratamento de acordo com cada inseto praga e grão específico. Neste sentido, são escassos os trabalhos que avaliaram o uso da TD no controle de pragas associadas a arroz com casca. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes concentrações do pó de terra diatomácea no controle de *Sitophilus spp.* em arroz com casca.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Unicesumar, e foram utilizados grãos de arroz com casca (*Oryza sativa L.*). O pó a base de terra de diatomácea foi obtido comercialmente e os gorgulhos adultos de *Sitophilus spp.* utilizados como matrizes foram coletados em armazéns da região e mantidos em laboratório, assim como seus descendentes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5X3 (5 doses de TD x 3 períodos de tratamento prévio do arroz com TD x 3 períodos de avaliação da mortalidade dos insetos) com quatro repetições por tratamento. Foram utilizadas doses crescentes de TD, na proporção de 0 (T1), 250 (T2), 500 (T3), 750 (T4) e 1000 (T5) g de TD.t⁻¹ de arroz. Em cada tratamento a TD foi aplicada manualmente sobre 1,5 kg de arroz e homogeneizado em saco de papel, em seguida, acondicionado em frascos de vidros com 3,0 litros de capacidade e mantidos em condição ambiente de temperatura e umidade relativa do ar.

Para análise da eficiência da TD foram coletadas amostras de 100 g de grãos de cada tratamento, em três períodos diferentes de tratamento prévio do arroz, imediatamente após o tratamento (0 dias - TA), 7 dias após o mesmo (TB), e 14 dias após a aplicação da TD nas amostras de arroz com casca (TC). Após a coleta, as amostras foram armazenadas em copos plásticos transparentes (11 cm de altura x 8,5 cm de diâmetro de abertura x 5 cm de base) onde adicionou-se 20 insetos adultos de *Sitophilus spp.* não sexados/copo, estes foram fechados com tecido de 'nylon' de malha fina, para a aeração. A avaliação da eficiência de cada tratamento se deu pela contagem de gorgulhos mortos aos 7, 14 e 21 dias após a adição dos insetos às amostras de arroz tratado.

Os danos causados pelos gorgulhos foram avaliados em cada tratamento, com auxílio de uma balança semi-analítica. Cada amostra foi constituída de 100g de arroz, com quatro repetições/tratamento. No final

de cada período de armazenamento foram separados os resíduos, insetos e grãos danificados utilizando as peneiras com malha contendo furos de 4,0 x 10 mm e 1,75 x 22 mm. Após este procedimento realizou-se a pesagem da amostra e contabilizou-se a porcentagem de danos que ocorreram em cada tratamento.

Ao final do experimento os dados foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, com o auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso da TD no controle de *Sitophilus* spp. em arroz com casca mostrou-se significativo, porém a mortalidade dos insetos variou de acordo a dose e o tempo de exposição destes ao agente de controle. Nos tratamentos em que se realizou a aplicação da TD nos grãos e imediatamente colocou-se os gorgulhos em contato com estes, já na primeira avaliação (7 dias), observou-se uma taxa de mortalidade crescente concomitante às doses avaliadas, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos, com exceção de T4 e T5 que apresentaram 100% de mortalidade. Ademais, na segunda avaliação aos 14 dias este padrão continuou e o T3 igualou-se ao T4 e T5, e aos 21 dias todos os tratamentos com TD diferiram significativamente da testemunha (T1) (Tabela 01).

Tabela 1: Mortalidade de insetos (%) aos 7, 14 e 21 dias após a infestação do arroz com casca imediatamente após o tratamento com diferentes doses de terra diatomácea (TA).

Tratamentos ¹	Mortalidade dos insetos (%) ²		
	7 dias	14 dias	21 dias
T1	11,67 cD	30,00 bC	46,67 aB
T2	51,67 cC	76,77 bB	96,67 aA
T3	81,67 bB	100 aA	100 aA
T4	100 aA	100 aA	100 aA
T5	100 aA	100 aA	100 aA

¹Tratamentos: T1 - testemunha (0); T2 - 250; T3 - 500; T4 - 750 e T5 1000 g de TD.t⁻¹ de arroz. ²Letras minúsculas nas linhas são referentes às diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; e, Letras maiúsculas nas colunas são referentes às diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. CV%: 8,42.

Nas amostras de arroz que foram tratadas com TD por 7 dias antes dos insetos serem introduzidos observou-se um controle mais rápido destes, já na primeira avaliação foi observada uma mortalidade de 100% dos gorgulhos, a partir da dose de 500 g.t⁻¹ (Tabela 2), não havendo diferença significativa, em nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos 3, 4 e 5. Novamente, aos 21 dias de contato dos gorgulhos com os grãos de arroz tratados com TD, todos os tratamentos diferiram da testemunha e apresentaram mortalidade de 100%.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados em pesquisas envolvendo TD e o controle de insetos em grãos armazenados, Massaro Junior et al. (2007) avaliando a eficiência de TD no controle *Sitophilus zeamais* em milho armazenado verificaram um efeito interativo entre a dosagem e o período de exposição, ou seja, períodos maiores de exposição, nas dosagens mais elevadas, proporcionaram um melhor controle da população. Nas condições deste experimento após 21 dias de contato mesmo na menor dose observou-se 100% de mortalidade. O mesmo, foi observado por Kljajic et al. (2010) os quais registraram um

aumento da mortalidade em *Sitophilus oryzae* e *Tribolium castaneum* em grãos armazenados tratados com TD e expostos por 7 e 21 dias.

Tabela 2: Mortalidade de insetos (%) aos 7, 14 e 21 dias após a infestação de arroz com casca tratado previamente por sete dias com diferentes doses de terra diatomácea (TB).

Tratamentos ¹	Mortalidade dos insetos (%) ²		
	7 dias	14 dias	21 dias
T1	8,33 bC	16,67 bC	30,00 aB
T2	60,00 cB	83,33 bB	100 Aa
T3	100 aA	100 aA	100 aA
T4	100 aA	100 aA	100 aA
T5	100 aA	100 aA	100 aA

¹Tratamentos: T1 - testemunha (0); T2 - 250; T3 - 500; T4 - 750 e T5 1000 g de TD.t⁻¹ de arroz. ²Letras minúsculas nas linhas são referentes às diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; e, Letras maiúsculas nas colunas são referentes às diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. CV%: 6,05.

Pinto Junior et al. (2008), estudando a eficiência da TD sobre *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) em trigo armazenado verificaram que a mortalidade destes se apresentou diretamente relacionada à dose e ao período de exposição. Sendo que, *S. oryzae* atingiu 100% de mortalidade somente no 14º dia de exposição, na concentração de 750g t⁻¹. Já neste experimento verificou-se uma mortalidade 100% de *Sitophilus* spp. em grãos de arroz com casca já aos 7 dias, para as doses de 750 e 1000 g.t⁻¹ de arroz. Já Rossato et al. (2012) observaram um tempo letal (TL) de 3,3 dias para a dose de 500 g.t⁻¹ de TD no controle de *Sitophilus* spp.

Mewis et al. (2001) verificaram que doses superiores, entre 500 a 1000 g.t⁻¹, mostraram-se mais eficientes de acordo com os parâmetros avaliados para a mortalidade dos insetos, semelhantes aos resultados encontrados por Vayias et al. (2009), que observaram que o aumento no tempo de exposição de 7 para 14 dias incrementou a mortalidade de *Sitophilus* spp. Ressalta-se que estes trabalhos se referem ao tempo de exposição dos insetos a TD e não ao tempo de tratamento prévio dos grãos ao produto.

Nas condições deste experimento, nos tratamentos em que o arroz com casca foi tratado previamente por 14 dias a mortalidade dos insetos ocorreu de forma mais lenta e com maior variabilidade entre as repetições. Aos 21 dias os tratamentos 3, 4 e 5 apresentaram 100% de mortalidade e a menor dose testada (250g TD.t⁻¹) apresentou 76,67% de mortalidade, diferindo da testemunha e dos demais tratamentos (Tabela 3). Essa menor mortalidade de insetos nas amostras infestadas 14 dias após a aplicação da TD, pode indicar que quanto maior o tempo de tratamento até a chegada dos insetos menor a eficiência do produto.

Este fato também foi observado por Antunes et al. (2013) que verificaram uma menor mortalidade de gorgulhos associados a grãos de milho nos tratamentos com maior período prévio de aplicação da TD antes da infestação. Os autores destacam ainda, que devido a TD retirar a água dos grãos armazenados na ausência dos insetos, no momento da infestação sua eficiência é menor. Esses resultados são condizentes com o modo de ação do produto que de acordo com Korunic (1998) mata os insetos devido a dessecação que causa aos mesmos. Ebeling (1971) já afirmava que quanto mais seca a TD se apresentar maior será sua eficiência, devido ao aumento da dessecação que o inseto sofrerá.

Tabela 3: Mortalidade de insetos (%) aos 7, 14 e 21 dias após a infestação de arroz com casca tratado previamente por quatorze dias com diferentes doses de terra diatomácea (TC).

Tratamentos ¹	Mortalidade dos insetos (%) ²		
	7 dias	14 dias	21 dias
T1	15,00 bB	21,67 abC	35,00 aC
T2	30,00 cB	51,67 bB	76,67 aB
T3	85,00 aA	95,00 aA	100,00 aA
T4	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA
T5	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA

¹Tratamentos: T1 - testemunha (0); T2 - 250; T3 - 500; T4 - 750 e T5 1000 g de TD.t⁻¹ de arroz. ²Letras minúsculas nas linhas são referentes às diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; e, Letras maiúsculas nas colunas são referentes às diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. CV%: 11,70.

Quanto às porcentagens de danos ocasionados pelos gorgulhos ao final do período experimental, 21 dias, pode ser observado que não houve diferença significativa entre as doses de 500, 750 e 1000 g.t⁻¹ para os três períodos de pré-tratamento (TA, TB e TC), porém, para 250 g.t⁻¹ e a testemunha ocorreram diferenças significativas, sendo estes os tratamentos que culminaram em maiores porcentagens de danos aos grãos (Tabela 04).

Os danos causados por *Sitophilus spp.* aos grãos armazenados podem ser originados tanto pelas formas jovens (larvas), que se desenvolvem no interior destes, como pelos adultos (STRIQUER et al., 2006). De acordo com Paixão et al. (2009), a perda nos grãos pode ser considerada de variadas formas: perda de peso, nutricional, da qualidade, da viabilidade das sementes e outras. No caso deste experimento os danos verificados estavam relacionados a perda de peso dos grãos em todos os tratamentos.

Tabela 4: Porcentagem de danos ocasionados aos 21 dias após a infestação por *Sitophilus spp.* em arroz com casca tratado com diferentes doses de terra de diatomáceas sob diferentes tempos de pré-tratamento.

Tratamentos ¹	Danos (%)		
	TA ²	TB	TC
T1	1,67 bc ³	1,25 b	0,80 a
T2	1,88 c	0,47 ab	1,36 c
T3	0,67 a	0,25 a	0,48 a
T4	0,75 ab	0,50 a	0,65 a
T5	0,72 ab	0,22 a	0,38 a

¹Tratamentos: T1 - testemunha (0); T2 - 250; T3 - 500; T4 - 750 e T5 1000 g de TD.t⁻¹ de arroz.

²Tempo de pré tratamento do arroz com TD: TA: arroz tratado e infestado com insetos no mesmo dia, CV%: 0,36; TB: arroz tratado e infestado com insetos 7 dias após, CV%: 0,24; TC: arroz tratado e infestado com os insetos 14 dias após, CV%: 0,56.

³Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas para porcentagem de danos não diferem estatisticamente entre si.

Assim, para o controle do tipo de danos observado neste trabalho o emprego da TD foi eficiente, pois com a morte dos insetos estes não evoluíram. Porém, para danos ocasionados por outros organismos o produto avaliado pode não apresentar a mesma eficiência, como no controle de fungos. Neste sentido, Stathers et al. (2004) verificaram elevadas médias de grãos mofados em todos os seus tratamentos avaliados em função da ocorrência de fungos, e o aumento de grãos ardidos, visto que o objetivo principal do uso de terra de diatomácea é o controle de insetos e não de fungos.

Na Tabela 5 apresentam-se os resultados médios obtidos para mortalidade dos insetos expostos aos diferentes tratamentos nos três tempos de pré-tratamento ao final do período experimental e novamente observa-se que nas amostras de arroz tratado com terra diatomácea por um período prévio de 14 dias

ocorreu uma diminuição na porcentagem de mortalidade dos insetos, com diferença significativa para os dois outros tempos. Corroborando com o afirmado por Antunes et al. (2013) que a eficiência da TD pode ser é menor quando a mesma se liga a água dos grãos armazenados na ausência dos insetos.

Em geral, a eficiência de TD diminui com o aumento da umidade relativa e o conteúdo de água dos grãos. Antunes et al. (2014), afirmam que quanto maior for a temperatura e menor a umidade relativa do ar, menor será a umidade de equilíbrio dos grãos. Portanto, grãos que estão armazenados em ambientes com tendência ao equilíbrio higroscópico e em conteúdo de água variando de 10 a 13%, quando tratados com terra diatomácea apresentam alta taxa de mortalidade dos insetos, não importando o conteúdo de água inicial dos mesmos.

Tabela 5: Mortalidade de insetos (%) em arroz com casca tratado com terra diatomácea, ao longo de 21 dias, com TD.

Períodos de Pré-tratamento do arroz em casca ¹	Mortalidade dos insetos (%)
TA	79,67 a ²
TB	79,89 a
TC	74,00 b

¹Períodos: TA: arroz tratado com Terra Diatomácea no mesmo dia da infestação com insetos; TB: arroz tratado previamente por 7 dias antes da infestação com insetos; TC: arroz tratado previamente por 14 dias da infestação com os insetos.

²Letras minúsculas na coluna são referentes às diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Desta forma, os resultados deste estudo corroboram com outros estudos que posicionam o uso da terra diatomácea como uma boa alternativa para a mortalidade de insetos em grãos armazenados em função das suas vantagens econômicas e ambientais. Porém, para consolidar esta prática, no controle de gorgulho em arroz com casca armazenado para comercialização, são necessários mais estudos para comparação da melhor dose obtida neste trabalho com os produtos comerciais, nas doses recomendadas, e que são utilizados para esta finalidade atualmente.

CONCLUSÕES

A terra de diatomácea mostrou-se eficiente no controle de adultos de *Sitophilus* spp. associados a arroz com casca. A dose de 500 g.t⁻¹, com um período de exposição dos insetos à terra diatomácea por sete dias, foi a combinação mais eficiente para a mortalidade dos gorgulhos e que causaram os menores danos nas amostras de arroz nas condições deste experimento. O uso da terra diatomácea apresenta-se como uma boa alternativa para a mortalidade de insetos em grãos armazenados em função das suas vantagens econômicas e ambientais.

REFERÊNCIAS

ABDEL-RAHEEM, M. A.; ISMAIL, I. A.; ABDEL-RAHMAN, R. S.; FARAG, N. A.; ABDEL-RHMAN, I. E.. Entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Bals.) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) as biological control agents on some stored product insects. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.3, n.6, p.316-320, 2015.

AK, K.. Efficacy of entomopathogenic fungi against the

stored-grain pests, *Sitophilus granarius* L. and *S. oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, p.1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0115-y>

ANTUNES, L. E. G.; FERRARI FILHO, E.; GOTTARDI, R.; SANT'ANA, J.; DIONELLO, R. G.. Efeito da dose e exposição à terra de diatomácea de diferentes insetos em milho

armazenado. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 2, p.169-176, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1808-16572013000200005>

ANTUNES, L. E. G.; PETRY, P. A. R.; RIZZOTTO JÚNIOR, P. R. J.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R. G.. Eficiência do uso de terra de diatomácea na proteção de grãos de milho. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.22, n.3, p.509-519, 2014.

AROONI-HESARI, M.; TALAEI-HASSANLOUI, R.; SABAHI, Q.. Simultaneous use of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and diatomaceous earth against the larvae of indian meal moth, *Plodia interpunctella*. **Advances in Bioscience and Biotechnology**, v.6, p.501-50, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/abb.2015.68052>

ARTHUR, F. H.. Grain protectants: current status and prospects for the future. **Journal of Stored Products Research**, v.32, n.4, 293-302, 1996. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(96\)00033-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(96)00033-1)

ATHANASSIOU, C. G.; KAVALLIERATOS, N. G.; CHIRILOAIE, A.; VASSILAKOS, T. N.; FĂȚU, V.; DROSU, S.; CIOBANU, M.; DUDOIU, R.. Insecticidal efficacy of natural diatomaceous earth deposits from Greece and Romania against four stored grain beetles: the effect of temperature and relative humidity. **Bulletin of Insectology**, v.69, n.1, p. 25-34, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Series históricas das safras**. CONAB, 2020.

DAL BELLO, G. M.; FUSÉ, C. B.; PEDRINI, N.; PADÍN, S. B.. Insecticidal efficacy of *beauveria bassiana*, diatomaceous earth and fenitrothion against *rhyzopertha dominica* and *tribolium castaneum* on stored wheat. **International Journal of Pest Management**, v.64, n.3, p.279-286, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1397300>

EBELING, W.. Sorptive dusts for pest control. **Annual Review of Entomology**, v.16, n.1, p.123-158, 1971. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.16.010171.001011>

FERREIRA, D. F.. **Sisvar, sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1998.

GANDHI, N.; PILLAI, S.; PATEL, P.. Efficacy of pulverized *Punica granatum* (Lythraceae) and *Murraya koenigii* (Rutaceae) leaves against stored grain pest *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v.12, p.616-620, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbspr.2017.10.006>

HAMZA, A. F.; EL-ORABI, M. N.; GHARIEB, O. H.; EL-SAEADY, A. H. A.; HUSSEIN, A. R.. Response of *Sitophilus granarius* L. to fumigant toxicity of some plant volatile oils. **Journal of Radiation Research and Applied**, v.9, n.1, p.8-14, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.05.005>

JEAN, W. G.; NCHIWAN, N. E.; DIEUDONNE, N.; CHRISTOPER, S.; ADLER, C.. Efficacy of diatomaceous earth and wood ash for the control of *Sitophilus zeamais* in stored maize. **Journal of Entomology And Zoology Studies**, v.3, n.5, p.390-397, 2015.

KAVALLIERATOS, N. G.; ATHANASSIOU, C. G.; KORUNIC, Z.; MIKELI, N. H.. Evaluation of three novel diatomaceous earths against three stored-grain beetle species on wheat and maize. **Crop Protection**, v.75, p.132-138, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.05.004>

KAVALLIERATOS, N. G.; ATHANASSIOU, C. G.; PETEINATOS, G. G.; BOUKOUVALA, M. C.; BENELLI, G.. Insecticidal effect and impact of fitness of three diatomaceous earths on different maize hybrids for the eco-friendly control of the invasive stored-product pest *Prostephanus truncatus* (Horn). **Environmental Science and Pollution Research**, v.25, p.10407-10417, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9565-5>

KLJAJIC, P.; ANDRIC, G.; ADAMOVIĆ, M.; BODROZA-SOLAROV, M.; MARKOVIC, M.; PERIC, I.. Laboratory assessment of insecticidal effectiveness of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against three stored-product beetle pests. **Journal of Stored Products Research**, v.46, n.1, p.1-6, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jspr.2009.07.001>

KŁYŚ, M.; MALEJKY, N.; NOWAK-CHMURA, M.. The repellent effect of plants and their active substances against the beetle storage pests. **Journal of Stored Products Research**, V. 74, p.66-77, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.10.006>

KORUNIC, Z.. Diatomaceous Earths, a Group of Natural Insecticides. **Journal of Stored Products Research**, v.34, p.87-97, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(97\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(97)00039-8)

KORUNI, Z.; LISKA, A.; LUCI, L.; HAMEL, D.; ROZMAN, V.. Evaluation of diatomaceous earth formulations enhanced with natural products against stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v.86, n.1, p.02-09, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.10.1565>

MALIA, H. A. E.; ROSI-DENADAI, C. A.; GUEDES, N. M. P.; MARTINS, G. F.; GUEDES, R. N. C.. Diatomaceous earth impairment of water balance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Journal of Pest Science**, v.89, p.945-954, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0732-0>

MASSARO JUNIOR, A. L.; MOURÃO JÚNIOR, M.; PAIVA, W. R. S. C.; BARRETO, H. C. S.. Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Sitophilus zeamais* em milho armazenado. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.5, n.1, p.27- 32, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v5i1.9570>

MEWIS, I; ULRICHS, C. H.. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, v.37, n.2, p.153- 164, 2001. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)

MOHAPATRA, D.; KAR, A.; GIRI, S. K.. Insect pest management in stored pulses: an overview. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, n.2, p. 239-265, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s11947-014-1399-2>

NESVORNA, M.; HUBERT, J.. Effect of diatomaceous earth-treated wheat on population growth of stored product mites under laboratory test. **International Journal of Acarology**, v.40, n.4, p.269-273, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/01647954.2014.914973>

PAIXÃO, M. F.; AHRENS, D. C.; BIANCO, R.; OHLSON, O. C.; SKORA NETO, F.; SILVA, F. A.; CAIEIRO, J. T.; NAZARENO, N. R. X.. Controle alternativo do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.3, p.67-75, 2009.

PHILLIPS, T.; THRONE, J. E.. Biorational approaches to managing stored-product insects. **Annual Review Entomology**, v. 55, n.1, p. 375-397, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090451>

PINTO JUNIOR, A. R.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N.; CERUTI, F. C.. Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2103-2108, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800002>

ROSSATO, C.; LORINI, I.; FERRI, G. C.. Suscetibilidade de pragas de grãos armazenados em função do tempo de exposição à terra de diatomáceas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6. **Anais**. Cuiabá: Embrapa Soja, 2012.

SRIVASTAVA, S.; MISHRA, G.; MISHRA, H. N.. Fuzzy controller based E-nose classification of *Sitophilus oryzae* infestation in stored rice grain. **Food Chemistry**, v.283, p.604-610, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.076>

STATHERS, T. E.; DENNIFF, M.; GOLOB, P.. The efficacy and persistence of diatomaceous earth admixed with commodity against four tropical stored product beetle pests. **Journal of Stored Products Research**, v.40, n.3, p.113-123, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(02\)00083-8](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00083-8)

STRIQUER, L. P.; BERVIAN, C. I. B.; FÁVERO, S.. Ação repelente de plantas medicinais e aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v.10, n.1, p.55- 62, 2006.

VAYIAS, B. J.; STEPHOU, V. K.. Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species. **Journal of Stored Products Research**, v.45, n.4, p.226-231, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2009.03.002>

WAKIL, W.; GHAZANFAR, M. U.; YASIN, M.; KWON, Y. J.. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* combined with diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. **Revista Colombiana de Entomología**, v.41, n.1, p.81-86, 2015.

ZHOU, B.; WANG, J.. Use of electronic nose technology for identifying rice infestation by *Nilaparvata lugens*. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v.160, n.1, p.15-21, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2011.07.002>

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.