



Atividade inseticida de extratos vegetais e terra de diatomácea sobre *Sitophilus zeamais* em sementes de milho

*Repellent and insecticidal activity of plant extracts and diatomaceous earth on *Sitophilus zeamais* in maize seeds*

Edileuza dos Reis Souza Conceição¹

 <https://orcid.org/0000-0002-0388-859X>  <http://lattes.cnpq.br/6928513341045467>

Andréia Márcia Santos de Souza David²

 <https://orcid.org/0000-0002-2747-5941>  <http://lattes.cnpq.br/2181144286427446>

Cleisson Dener da Silva³

 <https://orcid.org/0000-0003-4330-7144>  <http://lattes.cnpq.br/9230429949279872>

Clarice Diniz Alvarenga⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-7818-1062>  <http://lattes.cnpq.br/5443443248347395>

Debora Cristina Santos Custodio⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-9756-8967>  <http://lattes.cnpq.br/3741243231175227>

Joyce Costa Ribeiro⁶

 <https://orcid.org/0009-0003-8500-3314>  <http://lattes.cnpq.br/7045250887547859>

RESUMO

A qualidade dos grãos e sementes de milho armazenados pode ser afetada pela ação de insetos pragas, como *Sitophilus zeamais* (Mots. 1855, Coleoptera: Curculionidae), um dos maiores causadores de perdas quantitativas e qualitativas. Objetivou-se avaliar o efeito de extratos vegetais e terra de diatomácea no controle de *S. zeamais* em sementes de milho armazenadas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos e cinco repetições. Para compor os tratamentos, foram utilizadas sementes de milho infestadas e tratadas com terra de diatomácea e extratos vegetais em pó de crambe e nim e, como controle, sementes infestadas e não infestadas, sem tratamento. As sementes foram armazenadas por 30 dias em recipientes plásticos de 500 mL, contendo 100 gramas de

¹ Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Janaúba/MG - Brasil. E-mail: edileuzareis2013@gmail.com

² E-mail: andreia.david@unimontes.br

³ E-mail: denercleisson5@hotmail.com

⁴ E-mail: clarice.corsato@unimontes.br

⁵ E-mail: deboracristina840@gmail.com

⁶ E-mail: joycecosta85@hotmail.com



milho e tratadas com 5,26 gramas (5%) dos pós vegetais e terra de diatomácea, homogêneos por 3 minutos. Foram avaliados a mortalidade dos insetos, o índice de infestação e a repelência. Os resultados mostraram que a terra de diatomácea resultou na completa mortalidade de *S. zeamais* após 30 dias de armazenamento. O extrato de crambe demonstrou eficácia na repelência durante 24 horas. A terra de diatomácea também reduziu significativamente a sobrevivência de *S. zeamais* ao longo do período de armazenamento, evitando a infestação nas sementes tratadas. Tanto o extrato de crambe quanto a terra de diatomácea apresentaram propriedades repelentes contra *S. zeamais* após 24 horas de exposição.

Palavras-chave: controle alternativo; gorgulho; insetos praga; *S. zeamais*.

ABSTRACT

The quality of stored maize grains and seeds can be affected by pest insects such as Sitophilus zeamais (Mots. 1855, Coleoptera: Curculionidae), one of the major causes of quantitative and qualitative losses. The objective was to evaluate the effect of plant extracts and diatomaceous earth on the control of S. zeamais in stored maize seeds. The experimental design was completely randomized, consisting of five treatments and five replicates. Treatments used infested maize seeds treated with diatomaceous earth and powdered plant extracts of crambe and neem, and untreated infested and non-infested seeds as controls. Seeds were stored for 30 days in 500 ml plastic containers containing 100 grams of maize and treated with 5.26 grams (5%) of plant powders and diatomaceous earth, homogenized for 3 minutes. Insect mortality, infestation index, and repellency were evaluated. Results showed that diatomaceous earth resulted in complete mortality of S. zeamais after 30 days of storage. Crambe extract demonstrated effectiveness in repelling for 24 hours. Diatomaceous earth also significantly reduced the survival of S. zeamais throughout the storage period, preventing infestation in the treated seeds. Both crambe extract and diatomaceous earth exhibited repellent properties against S. zeamais after 24 hours of exposure.

Keywords: alternative control; weevil; pest insects; *S. zeamais*.

1. INTRODUÇÃO

O gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae), é um inseto praga que se destaca por danificar grãos e sementes de cereais armazenados. (Procópio *et al.*, 2015). Estes insetos, além de consumir as sementes, também as contaminam com partes do corpo, fezes e excretas (Ertürk, 2021).

Além de possuir um grande número de hospedeiros, *S. zeamais* é considerada uma das principais pragas de grãos armazenados, já que possuem elevado potencial biótico, tendo em vista que tanto os adultos como as larvas podem danificar os grãos e as sementes. São responsáveis por causar grandes perdas quantitativas e qualitativas para o milho, podem infestar as sementes no campo e no armazém (Ribeiro *et al.*, 2018).

O controle mais utilizado para esta praga é realizado por meio do emprego de inseticidas convencionais, o que pode acarretar diversos problemas como a seleção de insetos resistentes aos inseticidas e a contaminação do produto alimentício com resíduos químicos (Ak, 2019). Dessa forma, pesquisas referentes ao uso de extratos e substâncias obtidas a partir de plantas têm se mostrado eficiente e satisfatória no



controle de pragas (Adarkwah *et al.*, 2017; Aydin *et al.*, 2017; Cerón *et al.*, 2023; Eccel *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024).

A exemplo, terra de diatomácea aprimorada e pós botânicos causam mortalidade de pragas de cereais armazenados (Adarkwah *et al.*, 2017). Aydin *et al.* (2017) também destacaram o potencial do nim como agente de controle de pragas, ressaltando sua capacidade de repelir e causar mortalidade em insetos, incluindo *S. zeamais*. A importância das plantas de nim e crambe no controle de insetos pragas, especialmente *S. zeamais*, é destacada por vários estudos recentes. Adarkwah *et al.* (2017) investigaram a bioeficácia de terra de diatomácea aprimorada e pós botânicos na mortalidade e produção de progênie de várias espécies de insetos, demonstrando a eficácia desses pós botânicos, como o nim, no controle de pragas em cereais armazenados.

Cerón *et al.* (2023) e Eccel *et al.* (2024) investigaram o uso de extratos vegetais no controle de pragas agrícolas, destacando que os extratos vegetais, como o de crambe, possuem propriedades inseticidas e repelentes, sendo eficazes no controle de insetos, como *S. zeamais*, em diferentes culturas agrícolas.

Além disso, em seus estudos de Yu *et al.* (2024) observaram a atividade inseticida de compostos derivados de plantas, incluindo o nim e o crambe, contra *S. zeamais*, concluindo que esses compostos apresentam potencial para o controle de pragas, demonstrando sua importância como alternativas aos pesticidas químicos tradicionais.

Em meio a essas formas alternativas, o uso de pós inertes como a terra de diatomácea tem sido amplamente pesquisado (Mohapatra *et al.*, 2015; Wakil *et al.*, 2015). A terra de diatomácea é composta principalmente de sílica, contendo pequenas quantidades de outros minerais, como alumínio, óxido de ferro, cal e magnésio (Malia *et al.*, 2016). Estudos demonstraram que a terra de diatomácea é eficaz na morte de insetos infestantes de grãos armazenados (Araújo *et al.*, 2019). Esse efeito letal é atribuído à dessecação, que ocorre quando as partículas de terra de diatomácea absorvem os lipídios epicuticulares da cutícula dos insetos, resultando na perda de água do corpo do inseto (Ertürk, 2021).

Ademais, estudos recentes têm explorado o potencial de outras formas de controle de pragas, incluindo o uso de extratos vegetais e compostos derivados de plantas (Adarkwah *et al.*, 2017; Aydin *et al.*, 2017; Cerón *et al.*, 2023; Eccel *et al.*, 2024 e Yu *et al.*, 2024) destacando a eficácia do nim e do crambe no controle de insetos pragas, como *Sitophilus zeamais*. Esses extratos vegetais demonstraram propriedades inseticidas e repelentes, oferecendo uma abordagem alternativa e sustentável para o manejo integrado de pragas em sistemas agrícolas.

Assim, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a repelência dos extratos de crambe e de nim e do pó de terra de diatomácea, adicionados em sementes de milho, à *S. zeamais* e o efeito na sobrevivência e emergência dos adultos da progênie.

2. DESENVOLVIMENTO

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), campus Janaúba-MG. Foram



utilizadas sementes de milho sem tratamento químico, cultivar Catado BRS 1060, provenientes da Embrapa Milho e Sorgo.

2.1. CRIAÇÃO DOS INSETOS

Os insetos (*S. zeamais*) utilizados para estabelecer a criação no Laboratório de Controle Biológico foram provenientes de uma população mantida no Laboratório de Entomologia do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus de Januária, com aproximadamente 12 gerações.

Os insetos foram criados sob condições controladas (temperatura de 25 ± 5 °C; $60 \pm 5\%$ UR), em recipientes plásticos com capacidade de 500 mL, vedados com tecido fino tipo *voil* para permitir a aeração em seu interior e evitar a saída dos insetos. Amostras de 300 gramas de milho comercial foram utilizadas como substrato para a manutenção da criação de *S. zeamais*, adaptando-se a metodologia empregada por Stefanazzi *et al.* (2011). Os recipientes foram mantidos nestas condições por um período de 30 dias para ocorrer a cópula e postura.

Posterior à postura, os insetos adultos foram retirados da massa de sementes, utilizando-se uma peneira, mantendo apenas as sementes, que já estavam infestadas com posturas do gorgulho. Os insetos que emergiram destas sementes infestadas foram considerados a geração F1 e utilizados nos experimentos.

2.2. OBTENÇÃO DOS EXTRATOS VEGETAIS E DA TERRA DE DIATOMÁCEA

Os extratos vegetais foram obtidos a partir de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), provenientes da Área Experimental da Unimontes, campus Janaúba, MG (15,83002° S, 43,24603° O e altitude de 546 m) colhidas em janeiro de 2019 quando as mesmas apresentavam coloração marrom. Já as folhas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), foram coletadas em janeiro de 2020 de plantas provenientes da Área Experimental da Unimontes, campus Janaúba, MG (15°47'50''S e 43°18'31''O e altitude de 516 m).

Para a obtenção dos extratos, as sementes de crambe e as folhas de nim foram submetidas à secagem natural em temperatura ambiente (± 25 °C), por 10 dias em laboratório. Posteriormente, as folhas e as sementes foram trituradas em um moinho de facas tipo Cróton (TE-625-TECNAL-Brazil), com peneira de 2 mm. Os pós vegetais obtidos foram acondicionados em vidros de 500 mL, fechados com tampas de plástico, cobertos por papel kraft e mantidos em temperatura ambiente, no laboratório, até a sua utilização.

A terra de diatomácea do tipo pó seco, contendo 92,4% de sílica amorfa (dióxido de silício), foi adquirida a granel, no comércio de São Paulo, SP.

3. AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE *S. ZEAM AIS*

Para avaliação da sobrevivência de *S. zeamais* em sementes tratadas com extratos vegetais e terra de diatomácea, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constituíram em sementes tratadas com extratos vegetais em pó de crambe e nim,



além da terra de diatomácea, utilizada como controle positivo, e infestadas com *S. zeamais*. Foram utilizados como controles sementes não tratadas, tanto infestadas quanto não infestadas.

Cada unidade experimental foi composta por um recipiente plástico redondo, atóxico, contendo 100 gramas de milho, com capacidade de 500 mL. As sementes foram tratadas com a adição de 5,26 gramas (proporção de 5%) de pó dos extratos vegetais e da terra de diatomácea, que foram misturados às sementes manualmente por 3 minutos.

Após o tratamento das sementes, 15 insetos adultos (F1) não sexados, com até 20 dias de idade, foram adicionados em cada um dos recipientes contendo as sementes tratadas. Para a testemunha infestada, as sementes de milho não tratadas foram acondicionadas nos recipientes e em seguida adicionados os insetos. Para compor a testemunha não infestada, apenas as sementes sem tratamento foram acondicionadas nos recipientes. Os recipientes contendo as sementes infestadas e não infestadas, tratadas ou não, foram mantidos sob condições controladas de laboratório (25 ± 5 °C e $60 \pm 5\%$ UR) por um período de 30 dias.

Decorrido o período de 30 dias, os insetos foram retirados dos recipientes, para avaliação da mortalidade e emergência, que consistiu na contabilização do número de insetos (vivos e mortos) no recipiente. A diferença entre a quantidade de insetos (vivos e mortos) da inicialmente inserida no recipiente foi considerada como o número de insetos emergidos em cada tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem de insetos emergidos e porcentagem de sobreviventes.

3.1. TAXA DE INFESTAÇÃO DE SEMENTES

A taxa de infestação foi determinada segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), utilizando-se cinco amostras de 50 sementes para cada tratamento, 30 dias após a infestação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos (sementes tratadas e infestadas ou não) e cinco repetições (amostras de 50 sementes).

Em cada amostra foi contabilizado o número de sementes perfuradas pelo inseto. As sementes que não tiveram perfurações e danos visíveis pelo inseto foram imersas em água por um período de 24 horas, com o objetivo de amolecê-las para posterior dissecação. Após este período as sementes foram cortadas, individualmente de forma a assegurar uma perfeita visualização das estruturas internas. Para a observação das estruturas utilizou-se um microscópio estereoscópio.

Foram registrados o número de sementes que continham ovos, larvas, pupas e/ou insetos adultos, bem como orifícios de saída de insetos. Foram consideradas sementes infestadas aquelas perfuradas, com algum inseto em qualquer um dos estágios de desenvolvimento ou que continham orifícios de saída de insetos. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infestadas.



3.2. AVALIAÇÃO DA REPELÊNCIA DOS EXTRATOS A ADULTOS DE *S. ZEAMAI*S

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto de três tratamentos (sementes tratadas), uma testemunha (sem tratamento) e 5 repetições.

A repelência foi analisada utilizando-se uma arena composta por cinco frascos de polietileno com capacidade aproximada de 150 mL. O frasco central interligou-se aos quatro periféricos por meio de tubos plásticos de 1,0 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento. Em cada frasco periférico foram acondicionados 10 g de sementes de milho. Em cada um dos frascos foi adicionado um tratamento (extrato de crambe, extrato de nim e terra de diatomáceas) e um sem tratamento (testemunha). Os extratos em pó foram misturados às sementes com o auxílio de um bastão de vidro para uniformização.

No frasco da arena central foram liberados 15 insetos adultos não sexados. Após 24 horas da liberação dos insetos, as saídas das arenas foram fechadas para contabilizar o número de insetos atraídos para cada frasco periférico (tratamento).

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos das avaliações de sobrevivência e infestação foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a análise de repelência, os tratamentos foram comparados entre si por meio do índice (IR), em que $IR = 2G/(G+P)$. Sendo que IR= índice de repelência, G= % de insetos atraídos por tratamento e P= % de insetos atraídos na testemunha. Os valores de IR variam entre zero e dois, indicando: IR= 1,0, neutra; IR > 1,0 atraente e IR < 1, repelente. Como margem de segurança para essa classificação, o erro padrão (EP) de cada tratamento foi adicionado/subtraído do valor 1,0 (indicativo de neutralidade). Desta forma, cada um só foi considerado repelente ou atraente quando o IR estava fora do intervalo $1,0 \pm DP$ (Mazzoneto; Vendramim, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos de crambe e nim aplicados em sementes de milho não provocaram mortalidade significativa em adultos de *S. zeamais* após 30 dias de armazenamento (Tabela 1). Por outro lado, a terra de diatomácea misturada às sementes de milho provocou mortalidade de 100% dos adultos de *S. zeamais*.

A eficiência da terra de diatomácea na mortalidade de *S. zeamais* é resultante da dessecação desses insetos, que provoca a perda de água do corpo no momento que as suas partículas absorvem os lipídios epicuticulares da cutícula (Ertürk, 2021). Já os derivados botânicos utilizados neste estudo, não provocaram mortalidade significativa de *S. zeamais* em condições experimentais. No entanto, a literatura tem demonstrado que extratos vegetais podem causar diversos efeitos sobre os insetos, tais como repelência, inibição de oviposição e de alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases. Provavelmente o fato de os extratos não terem provocado mortalidade



nos gorgulhos pode estar associado à baixa persistência destes pós, pois na maioria das vezes, são exigidas aplicações mais frequentes (Menezes, 2005).

Tabela 1 – Mortalidade de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho submetidas ao tratamento com extratos vegetais e terra de diatomácea, após 30 dias de armazenamento.

Tratamento	Mortalidade (%)
Controle com infestação	0,00 ± 0,00 b
Controle sem infestação	0,00 ± 0,00 b
Crambe	8,00 ± 8,94 b
Nim	9,33 ± 7,77 b
Terra de diatomácea	100,00 ± 0,00 a
CV (%)	23,77
Erro padrão	2,492

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Siqueira e Simonetti (2015) obtiveram 97,5% de mortalidade de adultos de *Sitophilus*, quando expostos ao pó de crambe durante 15 dias. Por outro lado, insetos mantidos durante o mesmo período em grãos de milho não tratados com crambe, apresentaram apenas 5% de mortalidade.

Adarkwah *et al.* (2017) investigaram a eficácia da terra de diatomácea na mortalidade de diferentes espécies de insetos, incluindo *Sitophilus granarius*, em cereais armazenados. Os resultados desse estudo demonstraram que a terra de diatomácea apresentou alta eficácia na redução da população de insetos, incluindo uma significativa mortalidade de *S. granarius*. Por outro lado, o estudo de Ribeiro e Vendramim (2019) explorou a associação entre extratos vegetais e terra de diatomácea no controle de *S. zeamais*. Embora o foco principal desse estudo tenha sido a avaliação da eficácia dos extratos vegetais, os resultados também revelaram uma redução significativa na população de *S. zeamais* quando a terra de diatomácea foi utilizada em combinação com os extratos vegetais.

Sementes tratadas com terra de diatomácea não foram infestadas por *S. zeamais* após o período de armazenamento de 30 dias, não diferindo estatisticamente do observado nas sementes sem infestação (controle), (Tabela 2). Em contrapartida, as sementes tratadas com os extratos de nim e crambe tiveram infestações significativamente menores que a observada nas sementes infestadas sem tratamento, após 30 dias de armazenamento.

A presença de dióxido de sílica, do efeito residual duradouro e também pela alta aderência da terra de diatomácea às sementes resultou na não infestação das sementes de milho pelos insetos, pois morreram por asfixia antes mesmo de se alimentarem e causar danos.

Como esperado, a maior taxa de infestação foi observada em sementes infestadas sem tratamento, já que *S. zeamais* é considerado uma praga primária, sendo capaz de



se alimentar a partir de sementes saudáveis e intactas e romper o seu tegumento e, como resultado, aumentar o índice de danos na semente (Alencar *et al.*, 2011).

Tabela 2 – Infestação de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho submetidas ao tratamento com extratos vegetais e terra de diatomácea após 30 dias de armazenamento.

Tratamento	Índice de infestação (%)
Controle com infestação	36,00 ± 4,00 d
Controle sem infestação	0,0 ± 0,00 a
Crambe	9,60 ± 2,15 b
Nim	28,00 ± 6,99 c
Terra de diatomácea	0,00 ± 0,00 a
CV (%)	25,56
Erro padrão	1,682

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Adarkwah *et al.* (2017) examinaram a bioeficácia da terra de diatomácea na mortalidade e produção de progênie de diferentes espécies de insetos, incluindo *Sitophilus granarius*, em cereais armazenados. Os resultados indicaram que a terra de diatomácea foi capaz de reduzir significativamente a população de insetos e sua produção de progênie, demonstrando sua eficácia no controle da infestação.

Esses resultados sugerem que a terra de diatomácea é eficaz não apenas na mortalidade de *S. zeamais*, mas também na redução da infestação e na inibição da produção de progênie dessas pragas em cereais armazenados. Sua capacidade de controlar a infestação, tanto isoladamente quanto em combinação com outros métodos de controle, destaca sua importância como uma ferramenta eficaz no manejo integrado de pragas, contribuindo para a preservação da qualidade dos grãos e a redução de perdas pós-colheita.

Sementes tratadas com terra de diatomácea e com extrato de crambe foram repelentes à *S. zeamais* após 24 h de exposição (Tabela 3). Por outro lado, as sementes tratadas com extrato de nim atraíram os insetos da mesma forma que as sementes não tratadas.

Durante as 24 horas de exposição, a preferência de *S. zeamais* foi por sementes de milho sem tratamento e sementes tratadas com extrato de nim, não optando pelas sementes tratadas com terra de diatomácea e extrato de crambe, sugerindo assim a repelência a essas sementes. A atração dos insetos pelas sementes de milho já era esperada, uma vez que estes insetos são classificados como praga primária da cultura (Lorini *et al.*, 2015). Já o nim possui metabólitos secundários que podem ter atuado na atração dos insetos. Estes metabólitos interferem na atração ou defesa tanto contra insetos como de patógenos por meio da sintetização de compostos como terpenos, terpenoides, fenilpropanoides, flavonoides e tiofenos (Albiero *et al.*, 2020). O nim possui mais de 50 compostos terpenoides, sendo os principais a azadiractina,



salanina, melianrol e nimbolina, que podem estar presentes nas folhas, sementes e, principalmente, nos frutos (Albiero *et al.*, 2020).

Tabela 3 – Atratividade e índice de repelência de sementes de milho submetidas ao tratamento com extratos vegetais e terra de diatomácea à *Sitophilus zeamais* após 24 horas.

Tratamentos	Insetos atraídos (DP)	Índice de repelência (DP)	Classificação
Terra de diatomácea	1,2 ± 2,32 a	0,36 ± 0,16	Repelente
Crambe	3,10 ± 1,52 a	0,71 ± 0,06	Repelente
Nim	5,40 ± 0,92 b	1,00 ± 0,24	Atraente
Controle	5,30 ± 1,83 b	1,00 ± 0,24	Atraente
CV (%)	45,97	-	-
Erro padrão	0,545	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora neste estudo o extrato de nim tenha tido efeito de atração de *S. zeamais*, a literatura também aponta a existência de resultados neutros ou de repelência para essa e outras espécies de insetos. Lima-Mendonça *et al.* (2013) constataram atividade neutra do pó de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) à *S. zeamais*, enquanto Neto *et al.* (2019) observaram repelência à *Callosobruchus maculatus* com a utilização de pó da fruta de nim nas doses mais baixas utilizadas, enquanto o pó da folha, da casca e a mistura deles foram neutros.

O extrato de crambe atuou repelindo os insetos, como a terra de diatomácea (Tabela 3). De acordo com Fahey *et al.* (2001), o crambe é apontado como um quimioprotetor, já que essa planta possui o glucosinolato em seus tecidos, resultando na metabolização de substâncias tóxicas, que irá atuar como uma barreira natural ao ataque de pragas (Pitol *et al.*, 2010). Segundo Vig *et al.* (2009), o glucosinolato atua acelerando a respiração do inseto, resultando na necessidade de aumento de ATP, porém vai bloquear a produção do ATP, causando o esgotamento das fontes de energia do inseto provocando sua morte.

Produtos vegetais que apresentam atividade atrativa e inseticida podem constituir uma alternativa para serem utilizados como iscas tóxicas, já que adicionados a outros substratos alimentares podem atuar como atrativos. Dessa maneira, mesmo que não apresente controle total, estes produtos ainda podem ser utilizados em conjunto com outras práticas de manejo para assim, garantir a sanidade do milho armazenado (Bento, 2016; Hikal *et al.*, 2017; Ribeiro *et al.*, 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terra de diatomácea adicionada às sementes de milho armazenadas por 30 dias provoca menor sobrevivência de *Sitophilus zeamais*.



Sementes tratadas com terra de diatomáceas não resulta em infestação por *S. zeamais*.

O extrato de crambe e a terra de diatomáceas são repelentes à *S. zeamais* por um período de 24 horas de exposição.

6. REFERÊNCIAS

- ADARKWAH, C. *et al.* Bioeficácia de terra diatomácea aprimorada e pós botânicos na mortalidade e produção de progênie de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Dryophthoridae) e *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) em cereais armazenados. **Jornal Internacional de Ciência de Insetos Tropicais**, v. 37, n. 4, p. 243-258, 2017.
- 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**, v. 29, n. 12, p. 1-7, 2019.
- ALBIERO, B.; FREIBERGER, G.; VANIN, A. B. Atividade inseticida e repelente de extrato e pó de sementes de *Anethum graveolens* e *Azadirachta indica* frente ao *Sitophilus zeamais*. **Scientia Plena**, v. 16, n. 4, p. 1-9, 2020.
- ALENCAR, E. R. *et al.* Qualidade de milho armazenado e infestado por *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*. **Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG**, v. 19, n. 1, p. 9-18, 2011.
- ARAÚJO, B.; LORINI, I.; QUIRINO, J. R. Avaliação de pós inertes no controle de pragas de armazenamento *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus oryzae*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 14., 2019, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2019.
- AYDIN, T. *et al.* Efeitos inseticidas dos extratos de cones de *Humulus lupulus* (lúpulo) L. e seu principal componente, o xantohumul. **Boletim de Pesquisa Entomológica**, v. 107, n. 4, p. 543-549, 2017.
- BENTO, M. G. R. **Avaliação da atividade fungicida de óleos essenciais e suas substâncias ativas no controle de fungos de armazenamento**. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Lisboa, Lisboa. 2016.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- CERÓN, D. A. C. *et al.* Toxicidade do isotiocianato de alila aplicado em sistemas com ou sem recirculação para controle de *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* e *Tribolium castaneum* em milho grãos. **Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura**, v. 103, n. 13, p. 6373-6382, 2023.
- CHAUDHARY, S. *et al.* Progresso em biopesticidas baseados em *Azadirachta indica* na substituição de pesticidas tóxicos sintéticos. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-13, 2017.
- COLTRO-RONCATO, S. *et al.* Nematicidal activity of crambe extracts on *Meloidogyne* spp. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 1857-1870, 2016.



- ECCEL, C. *et al.* Óleos essenciais de *Baccharis* da Mata Atlântica como fontes de agrotóxicos naturais, **Culturas e Produtos Industriais**, v. 215, 2024.
- ERTURK, S. Combined and individual effects of diatomaceous earth and methyleugenol against stored products insect pests. **Turkish Journal of Entomology**, v. 45, n. 2, p. 163-174, 2021.
- FAHEY, J. W.; ZALCMANN, A. T.; TALALAY, P. The chemical diversity and distribution of glucosinates and isothiocyanates among plants. **Phytochemistry**, v. 56, n. 1, p. 5-51, 2001.
- HIKAL, W. M.; BAESHEN, R. S.; SAID-AL, A. H. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. **Cogent Biology**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2017.
- LIMA-MENDONÇA, A. *et al.* Efeito de Pós Vegetais Sobre *Sitophilus zeamais* (MOTS., 1855) (Coleoptera: Curculionidae). **Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 80, n. 1, p. 91-97, 2013.
- LORINI, I. *et al.* **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Brasília: Embrapa Soja, 2015.
- MALIA, H. A. E. *et al.* Diatomaceous earth impairment of water balance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Journal of Pest Science**, v. 89, n. 4, p. 945-954, 2016.
- MAZZONETO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthocelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 145-149, 2003.
- MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005.
- MERAH, O. Genetic variability glucosinolates in seed of Brassica juncea interest in mustard condiment. **Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry**, v. 2, p. 1-7, 2015.
- MOHAPATRA, D.; KAR, A.; GIRI, S. K. Insect pest management in stored pulses: an overview. **Food and Bioprocess Technology** v. 8, p. 239-265, 2015.
- NETO, E. P. S. *et al.* Effect of neem powder (*Azadirachta indica* A. Juss) on the control of cowpea weevils [*Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)] in cowpea beans. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 30, n. 2, p. 1-7, 2019.
- PITOL, C.; BARROS, R.; ROSCOE, R. Pragas, doenças e invasoras. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, 2010. p. 37-41.
- PROCÓPIO, T. F. *et al.* Interferência do extrato aquoso de folhas de *Tradescantia spathacea* na fisiologia nutricional do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*. **Revista Arrudea**, v. 1, n. 1, p. 23-27, 2015.
- RIBEIRO, L. P. D. O.; VENDRAMIM, J. D. Association of Vegetable Extracts and Diatomaceous Earth in the Control of *Sitophilus zeamais* MOTS. (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 9, n. 1, p. 9-16, 2019.



RIBEIRO, L. P. D. O.; LOVATTO, M.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da eficácia de duas formulações comerciais de terra de diatomácea no controle do gorgulho-do-milho com base em parâmetros toxicológicos. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 1, p. 56-60, 2018.

SIQUEIRA, H. M.; SIMONETTI, A. P. M. M. Avaliação da preferência alimentar e sobrevivência do *Sitophilus* sp. em grãos de *Crambe abyssinica*, *Triticum* spp e *Zea mays*. **Revista Cultivado o Saber Edição Especial**, v. 8, p. 109-118, 2015.

STEFANAZZI, N.; STADLER, T.; FERRERO, A. Composição e atividade tóxica, repelente e alimentar de óleos essenciais contra as pragas de grãos armazenados *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). **Pest Management Science**, v. 67, n. 6, p. 639-646, 2012.

VIG, A. P. *et al.* Efeitos bio-protetores dos glucosinolatos: uma revisão. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1561-1572, 2009.

WAKIL, W. *et al.* 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.

YU, M. V. *et al.* Bioeficácia do extrato bruto etanólico do alho-poró selvagem, *Allium ampeloprasum* L. (Amaryllidaceae), contra o terceiro e quarto estágios larvais de *Aedes aegypti* L. (Culicidae). **Acta Tropica**, v. 249, 107067, 2024.

Submetido em: **11/10/2023**

Aceito em: **04/07/2024**