



MATEUS HENRIQUE BIS

**PRODUTO NATURAL À BASE DE TERRA DIATOMÁCEA
NO CONTROLE DE *Sitophilus oryzae* EM AVEIA-PRETA
ARMAZENADA**

**LAVRAS-MG
2020**

MATEUS HENRIQUE BIS

**PRODUTO NATURAL À BASE DE TERRA DIATOMÁCEA NO CONTROLE DE
Sitophilus oryzae EM AVEIA-PRETA ARMAZENADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza
Orientador

**LAVRAS-MG
2020**

MATEUS HENRIQUE BIS

**PRODUTO NATURAL À BASE DE TERRA DIATOMÁCEA NO CONTROLE DE
Sitophilus oryzae EM AVEIA-PRETA ARMAZENADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Apresentado em 17 de agosto de 2020.

Ms. Daniel de Carvalho Melo Costa	UFLA
Ms. Fernanda da Silva Ferreira	UFLA

Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza
Orientador

**LAVRAS-MG
2020**

AGRADECIMENTOS

Primeiro à Deus pelas graças dadas a mim e oportunidades dentro da UFLA e da vida profissional, com sabedoria e proteção para os meus caminhos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de um ensino de excelência em Agronomia.

À minha família, meus pais Wagner e Leila, e minha irmã Flávia, pelo amor e apoio incondicional que sempre me deram conselhos e ajuda nos momentos que mais precisei.

Aos meus amigos e irmãos da República Rancho Fundo, pela amizade e companheirismo que sempre me ajudaram superar dificuldades passadas no período de graduação. Aos amigos do curso de Agronomia que sempre me ajudaram também.

Ao Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza (Departamento de Entomologia), pelo apoio para a realização de trabalhos que colaboraram muito para o meu crescimento, com ensinamentos e paciência para estar sempre ajudando. Aos integrantes da graduação e pós-graduação do grupo da Pesquisa Milho, Pomar da UFLA e Laboratório de Resistência de Plantas e Manejo Integrado de Pragas (LARP-MIP).

OBRIGADO!

RESUMO

Grãos que são armazenados podem sofrer com o ataque de pragas, que podem causar prejuízo aos produtos, como perdas quantitativas e qualitativas significativas. O inseto *Sitophilus oryzae* é uma das principais pragas de armazenamento para grãos como de arroz, e em cereais de inverno como cevada e trigo, sendo prejudicial também em aveia-preta. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de controle do gorgulho-do-arroz *S. oryzae* em grãos de aveia-preta (*Avena strigosa*) armazenados por meio da aplicação de terra diatomácea (TD), um dos poucos produtos registrados. O experimento foi conduzido no Laboratório de Resistência de Plantas e Manejo Integrado de Pragas (LARP-MIP) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram avaliados oito tratamentos constituídos de diferentes concentrações de TD (T1: testemunha; T2: 0,0625kg/t; T3: 0,125kg/t; T4: 0,25kg/t; T5: 0,5kg/t; T6: 1kg/t; T7: 2kg/t; T8: 4kg/t). Foram utilizados recipientes de plástico transparente como parcelas experimentais, contendo em cada recipiente 10g de grãos de aveia-preta e 20 adultos de *S. oryzae*, com cinco repetições em delineamento inteiramente casualizado. Diariamente durante 10 dias no mesmo horário a taxa de mortalidade dos insetos foi avaliada e os dados registrados. Com base nos resultados obtidos após o período de avaliação, as doses de TD que apresentaram melhor resultados em relação à eficiência de controle e o tempo de ação foram T6, T7 e T8. Conclui-se que as doses proporcionais a 1, 2 e 4 kg de terra diatomácea por tonelada de grãos de aveia-preta são eficientes no controle de *S. oryzae*, e assim recomendadas para uso no manejo integrado de pragas de grãos armazenados.

Palavras-chave: *Avena strigosa*; gorgulho-do-arroz; praga de grãos armazenados; sílica.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mortalidade acumulada (%) de adultos de *Sitophilus oryzae* em grãos de aveia-preta em função das doses de terra diatomácea e tempo de exposição. 18
- Figura 2 – Médias (\pm EP) de adultos vivos de *Sitophilus oryzae* após 10 dias de exposição em grãos de aveia-preta tratadas com doses de terra diatomácea. Barras com diferentes letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). . 19
- Figura 3 – Eficiência de controle (%) de adultos de *Sitophilus oryzae* após 10 dias de exposição em grãos de aveia-preta tratadas com doses de terra diatomácea com base na fórmula de Abbott. 20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVO.....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1 Aveia-preta.....	11
3.2 Gorgulho-do-arroz.....	12
3.3 Terra diatomácea.....	14
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Local e condições experimentais.....	16
4.2 Condução do experimento.....	16
4.3 Análise dos dados.....	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

A aveia-preta (*Avena strigosa* L.) é uma planta da família das gramíneas, sendo caracterizada como uma planta rústica, com alta exigência em água e grande produção de massa verde. É muito utilizada como forrageira de outono-inverno, podendo ser fornecida para animais ruminantes ou não ruminantes depositada no cocho, pastoreio, feno ou ensilada. É muito utilizada em sistemas de rotação de cultura, como palhada no sistema de plantio direto para melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, também contribuindo para a redução de populações de nematoides de *Meloidogyne javanica*. Além disso, a aveia-preta pode fornecer benefícios como a redução de populações de plantas daninhas pelo seu efeito alelopático, especialmente daninhas de folhas estreitas, ajudando na economia em herbicidas e capinas (PORTAS; VECHI, 2007).

A aveia-preta destinada à produção de grãos apresenta expectativa de cultivo em 2020, no estado do Rio Grande do Sul, de 237.469 hectares, 4,46% a menos do que na safra 2019, de 248.566 hectares, sendo as principais regiões produtoras Santa Rosa-RS e Ijuí-RS. Entre as regiões produtoras, a de Soledade apresenta para esta safra um aumento de 133,77% na área cultivada, passando de 320 hectares com aveia-preta para grãos na safra 2019 para 748 hectares como estimativa para a safra 2020 (AGROLINK, 2020).

Os grãos de aveia-preta necessitam ser armazenados em condições ambientais apropriadas, e durante esse tempo de armazenagem, seja ela em sacaria ou a granel, sofrem com danos biológicos, mecânicos e até mesmo químicos. O mais comum entre os danos biológicos é o dano causado por insetos, pois, além de prejudicar os grãos, podem também causar prejuízos nos seus subprodutos (DE LIMA JÚNIOR et al., 2012).

Os gorgulhos do gênero *Sitophilus* estão entre as pragas que mais geram prejuízos em grãos armazenados. Segundo Vital et al. (2004), *Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Curculionidae) é considerada uma das principais pragas de cereais armazenados. Os gorgulhos *S. oryzae* e *S. zeamais* podem causar perdas quantitativas e qualitativas nos grãos e sementes em armazenamento. Essas espécies de insetos são encontradas nas regiões tropicais no mundo e são pragas primárias de culturas como o milho e arroz armazenados, podendo ainda atacar os grãos ainda nos campos de cultivo. As perdas causadas por pragas de armazenamento podem equivaler ou superar as perdas causados no campo; entretanto, com a planta ainda no campo tais perdas podem ser minimizadas caso a planta atacada se recupere ou as plantas sadias tenham uma grande produção, enquanto as perdas causadas pelas pragas no armazenamento são definitivas e sem recuperação (FONTES et al., 2003).

Para o controle de pragas de grãos em armazenamento geralmente são utilizados inseticidas químicos. O controle químico, principalmente na forma de fumigação, é uma prática muito utilizada para controlar as infestações de insetos nos grãos armazenados, sendo a fosfina o inseticida fumigante mais usado. Porém, devido ao uso frequente e quase que exclusivo desses produtos, há cada vez mais casos de populações resistentes, afetando negativamente a eficiência de controle das pragas nos armazéns (MARTINAZZO et al., 2000). Dessa forma, há a necessidade da busca por outros métodos de controle mais sustentáveis e que sejam igualmente eficientes quanto à rápida mortalidade dos insetos pragas de produtos armazenados.

Entre as alternativas disponíveis para o controle das pragas de grãos armazenados, há grande potencial para a terra diatomácea (TD). A TD é um pó inerte proveniente da moagem de depósitos fossilizados de algas fitoplanctônicas (diatomáceas), à base de dióxido de sílica (SiO_2). A TD atua por adsorção e/ou abrasão da cutícula do tegumento dos insetos, removendo os lipídeos epicuticulares, e assim, levando os insetos à morte por estresse e desidratação (ALVES et al., 2006). Lorini (2003) aponta que o tratamento com TD possui vantagens quando comparados a tratamentos químicos convencionais, como o maior efeito residual nas sementes e o retardo da evolução de resistência nos insetos.

Devido à importância da avaliação e uso de formas de controle alternativas para serem incorporadas no manejo integrado de pragas de grãos armazenados, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de TD no tratamento de grãos de aveia-preta armazenada no controle de *S. oryzae*, informações escassas na literatura.

2 OBJETIVO

Avaliar a mortalidade de *Sitophilus oryzae* em grãos armazenados de aveia-preta após o tratamento com doses de terra diatomácea e sua eficiência de controle em função do tempo de exposição.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aveia-preta

A aveia-preta (*Avena strigosa* L.) é uma gramínea originária da Europa. Possui hábito cespitoso, colmos cilíndricos, eretos e glabros, e sua raiz é fasciculada. A inflorescência se dá em panícula e seu grão é uma cariopse indeiscente. Não é uma cultura exigente quando se relaciona a solos, entretanto, não tolera áreas com o solo encharcado. Possui como principais finalidades a cobertura de solo, produção de grãos ou alimentação animal (FEROLLA, 2005).

A aveia-preta constitui-se em uma das gramíneas de inverno mais cultivadas no Rio Grande do Sul em função de características como crescimento rápido, rusticidade, elevada produção de forragem, fácil obtenção de sementes e versatilidade de uso. A produção de sementes raramente ultrapassa os 500 kg ha⁻¹ e a sua qualidade é insatisfatória, tanto em termos de poder germinativo quanto de vigor (SCHUCH et al., 2000).

A aveia-preta destinada à produção de grãos apresenta expectativa de cultivo em 2020 de 237.469 hectares, 4,46% a menos do que na safra 2019, de 248.566 hectares, sendo as principais regiões produtoras Santa Rosa-RS e Ijuí-RS. Entre as regiões produtoras, a de Soledade apresenta para esta safra um aumento de 133,77% na área cultivada, passando de 320 hectares com aveia-preta para grãos na safra 2019 para 748 hectares como estimativa para a safra 2020 (AGROLINK, 2020). A produção, nos estados da região sul do Brasil, chegou a 275,486 mil toneladas em 2018, superando as 230,025 mil toneladas de 2017 (MERLADETE, 2019).

Moraes e Lustosa (1988) citados por Ferolla (2005) apontam que a aveia-preta apresenta rápido crescimento inicial, e, portanto, apresenta grande rendimento no primeiro pastejo, mas com queda na produção ao longo do tempo. As aveias branca e amarela já são o inverso quanto à produção, apresentando melhores resultados no segundo pastejo. Ainda quando comparada às outras aveias, a aveia-preta se mostra mais rústica, com maior capacidade de perfilhar e sementes menores. Mostra também maior resistência à seca e solos com baixa fertilidade, sendo então considerada melhor como forrageira quando comparada às aveias branca e amarela.

Essa cultura de cobertura tem um potencial de produção que pode ultrapassar oito toneladas de matéria seca por hectare. O pastejo é a forma mais prática e rentável do uso da aveia-preta, e deve ser iniciado quando as plantas atingirem a altura aproximada de 30 cm (FEROLLA, 2005). Para utilização como forrageira a aveia-preta apresenta maior produção

de matéria verde e matéria seca, além de boa resistência a doenças e ao pisoteio dos animais. A produção de grãos, no entanto, é reduzida quando comparada à aveia-branca (SÁ, 1995).

Almeida e Rodrigues (1985) citados por Machado (2000) afirmam que com o cultivo da aveia-preta pode ser obtida uma redução na infestação de plantas daninhas na área. Além disso, tem a capacidade de promover melhorias na qualidade do solo, melhorando atributos físicos e químicos, deixando assim o solo em melhores condições para as culturas subsequentes na área.

Os grãos de aveia necessitam de armazenamento em condições ambientais adequadas após a colheita. De Lima Júnior et al. (2012) afirmam que esse período de armazenamento é de grande importância. No entanto, nessas condições de armazenamento podem ocorrer perdas causadas pelo ataque de insetos praga. Tratando-se da aveia-branca (*Avena sativa*) a umidade do grão, o tempo e as condições de armazenamento são os principais fatores que agem sobre a qualidade do produto, incluindo o metabolismo do próprio grão, a ação de fungos e de outros organismos associados. Os sistemas de armazenamento hermético e convencional são eficientes para conservação de grãos de aveia com umidade de até 14% (RUPOLLO, 2003).

3.2 Gorgulho-do-arroz

O gorgulho-do-arroz *S. oryzae* é relatado como uma das pragas primárias dos grãos de cereais e seus produtos (BALOCH, 1992). Os gorgulhos são considerados no Brasil a praga mais importante de grãos armazenados, pois são insetos que possuem grande potencial biótico, apresentam infestação cruzada, são capazes de penetrar nas massas de grãos e sementes, possuem uma alta gama de culturas hospedeiras, e tanto as larvas quanto os adultos podem causar danos aos grãos (GALLO et al., 2002).

Sithophilus oryzae é um inseto que pode ser encontrado em várias regiões tropicais ocasionando danos econômicos a grãos de arroz, cevada, milho, trigo, sorgo, e até mesmo em cereais processados, como por exemplo, macarrão (METCALF; FLINT, 1962). Popularmente chamados de forma errônea de carunchos, os gorgulhos são coleópteros da família Curculionidae. Estes insetos podem ser reconhecidos por possuírem antenas clavadas e geniculadas, sua cabeça é prolongada e seu rostro de comprimento variável (KUSCHEL, 1995).

Os adultos de *S. oryzae* medem aproximadamente 3 mm de comprimento, e apresentam desenvolvimento ótimo nas temperaturas de 25 à 30°C. As fêmeas vivem cerca de

140 dias durante a fase adulta, período em que podem depositar em média 280 ovos por fêmea. No interior dos grãos as larvas eclodem dos ovos e se desenvolvem, característica que classifica essa espécie como praga primária interna. As larvas atingem a fase adulta em aproximadamente 35 dias (BERTELS, 1956; MARICONI, 1976; GALLO et al., 1978; SHAZALI; SMITH, 1985).

As espécies *S. oryzae* e *S. zeamais* são morfológicamente muito parecidas, podendo ser distinguidas apenas pela comparação da genitália dos adultos. Estes possuem cerca de 2 a 3,5 mm de comprimento, e são de coloração castanha-escura. Possuem a cabeça projetada para frente na forma de rostró curvado. O rostró pode diferenciar fêmeas de machos, tendo a fêmea o rostró mais longo e afilado, enquanto o do macho é mais curto e grosso (LORINI et al., 2009).

As fêmeas dos gorgulhos utilizam o aparelho bucal para fazer um orifício no grão, onde em seguida deposita seu ovo e fecha esse orifício utilizando uma secreção serosa. O ovo fica incubado por aproximadamente seis dias, e após a eclosão a larva utiliza o interior do grão como alimento, fazendo uma galeria no seu interior, tendo esta fase quatro ínstaes, e fase de pupa dentro do próprio substrato (HILL, 1990).

Os grãos atacados pelo gorgulho ficam contaminados com seus excrementos, também elevando o teor de ácidos graxos livres, contaminando com ácido úrico, deixando assim um cheiro desagradável, o que resulta redução do rendimento e qualidade de farinhas (BOFF et al., 2005). Segundo Prates e Frattini (1976), os danos causados pelo gorgulho são muitos, destacando-se: perda de peso dos grãos; perda do valor nutritivo; perda no valor germinativo; contaminações por ácaros e fungos; e por fim, desvalorização comercial dos grãos.

De acordo com a literatura (EVANS, 1981; COTTON; WILBUR, 1982; DE SOUZA et al., 2012), o tamanho do substrato influencia o número de adultos de *S. oryzae* que irão emergir. Nos grãos como de trigo e de arroz, geralmente emerge apenas um indivíduo por grão, enquanto em grãos de milho podem emergir de dois a três indivíduos. Os adultos vivem de quatro a 12 meses, com seu ciclo biológico concluído com 35 dias em ambiente favorável. Não há informação na literatura, por exemplo, sobre o desenvolvimento biológico de *S. oryzae* em grãos de aveia-preta.

Soares et al (2011), Brower et al. (1996), Santos (1993) e Schöller e Flinn (2000) afirmam que o controle químico com inseticidas de contato em pulverização e fumigação constituem o método de controle mais utilizado devido a sua rápida ação e facilidade de aplicação. Entretanto, o controle químico de pragas de armazenamento pode apresentar muitas desvantagens, como a permanência de resíduos químicos nos grãos, riscos de intoxicação para

trabalhadores, contaminação do meio ambiente e evolução de resistência nos insetos. Além disso, o mercado tem exigido uma produção de alimentos com ampla qualidade e quantidade e com menos impactos ambientais (ALTIERI et al., 2003).

3.3 Terra diatomácea

Na busca por reduzir a utilização de produtos químicos para o controle de pragas de armazenamento, têm surgindo métodos alternativos de controle dentro dos preceitos do manejo integrado de pragas. Com a redução no uso dos inseticidas será possível diminuir a exposição humana a esses produtos, além de reduzir ou retardar a evolução da resistência das pragas aos inseticidas. Neste contexto, a utilização de pós-inertes à base de terra diatomácea pode ser uma eficiente opção para o controle das pragas de armazenamento de forma preventiva (LORINI et al., 2009). A utilização da terra de diatomácea tem se tornando uma alternativa no controle de pragas de armazenamento em vários países (ATUI et al., 2003).

A terra de diatomácea (TD) é proveniente de algas diatomáceas, que podem ser originárias de água doce ou marinha, e possuem em sua composição uma fina camada de sílica (SiO_2). Para ser utilizada comercialmente, o preparo da TD conta com etapas como extração, secagem e moagem do fóssil, o qual no final como produto comercial torna-se um pó seco com uma granulometria fina (LORINI et al., 2009). São conhecidos cerca de 250 gêneros e 800 espécies de algas diatomáceas; há mais ou menos 20 a 80 milhões de anos suas carapaças ricas em sílica se depositaram no fundo de oceanos e lagos, formando assim camadas que podem conter poucos centímetros até centenas de metros (ATUI et al. 2003), representando grandes fontes para extração.

As partículas de TD causam danos aos insetos pela adsorção da cera da epicutícula e abrasão da cutícula do seu exoesqueleto, ficando então permeável à água, ocorrendo morte por dessecação (ATUI et al., 2003). Os líquidos presentes no corpo dos insetos são perdidos por evapotranspiração, causada quando as moléculas de cera da camada superficial são adsorvidas pelas partículas de sílica, causando o rompimento da camada lipídica protetora (GOLOB, 1997; KORUNIC, 1998).

No Brasil, existem apenas três produtos comerciais à base de TD registrados e que são recomendados para o combate às pragas de armazenamento de grãos. Esses produtos têm os nomes comerciais de Insecto[®], Keepdry[®] e Silicon Protect[®] (AGROFIT, 2020). A TD pode ser utilizada diretamente como tratamento de semente, por polvilhamento. A dose recomendada desses produtos é de 1 a 2 kg de TD por tonelada de sementes. Esse tratamento

é feito através de uma máquina específica para a aplicação, proporcionando boa homogeneização do produto com as sementes e grãos, característica essencial para um bom desempenho do tratamento. Pode também ser realizado o polvilhamento em estruturas de armazenagem, como em paredes, na dose de 20 g/m², para que não haja infestação externa das pragas (LORINI et al., 2003).

Atui et al. (2003) afirmam que alguns trabalhos sugerem que a TD tem se mostrado eficiente em doses de 250 a 1000 g por tonelada de grãos, dependendo do tipo desses grãos. Entre os insetos pragas de grãos armazenados que têm sido controlados pela TD incluem *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), *Rhizopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) e *Cryptolestes* spp. (Coleoptera: Cucujidae). No entanto, informações são escassas na literatura quanto à eficiência de controle de pragas como *S. oryzae* em grãos de aveia-preta, necessitando a condução de estudos para a elucidação desses efeitos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e condições experimentais

O experimento foi conduzido em janeiro de 2020, no Departamento de Entomologia (DEN), Laboratório de Resistência de Plantas e Manejo Integrado de Pragas (LARP-MIP) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG. Os insetos adultos de *S. oryzae* foram provenientes de uma colônia de criação mantida em frascos de vidro de 2 L com sementes de milho (híbrido SHS 4070) em laboratório. A criação dos insetos e o experimento foram conduzidos em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e 12C:12E h).

4.2 Condução do experimento

Os grãos de aveia-preta (*Avena strigosa*) foram adquiridos na empresa BRSEEDS, na cidade de Araçatuba-SP. A cultivar utilizada no experimento foi a EMBRAPA-29 (Garoa), proveniente da safra 2018/2019. A umidade dos grãos de aveia-preta foi avaliada no laboratório de sementes da UFLA, por um aparelho específico que avalia a umidade dos grãos de várias culturas, e apresentou valor médio de 11,9%. Os grãos de aveia-preta foram então pesados em uma balança analítica de precisão e separados em recipientes de plástico incolor com tampa. Em cada recipiente foram adicionados 10 g de grãos, atribuindo-as assim em diferentes tratamentos.

Após a separação dos grãos foi adicionado nos recipientes o produto TD (86,7% de SiO_2 , Insecto[®], Bequisa, São Vicente-SP) com suas devidas doses para cada tratamento. As doses de TD consistiram nos tratamentos avaliados no experimento, os quais foram proporcionais a: T1) testemunha; T2) 0,0625 kg/t; T3) 0,125 kg/t; T4) 0,25 kg/t; T5) 0,5 kg/t; T6) 1 kg/t; T7) 2 kg/t; e T8) 4 kg/t. Após a aplicação das doses de TD nos recipientes, procedeu-se a homogeneização da distribuição da TD entre os grãos, agitando-se manualmente os recipientes.

Adultos de *S. oryzae* foram coletados da colônia de diferentes frascos de vidro, sem distinção quanto ao sexo, e atribuídos aos recipientes com grãos de aveia-preta tratadas com TD. Em cada repetição (recipiente) foram colocados 20 insetos adultos, totalizando 800 insetos nos oito tratamentos e cinco repetições que compuseram o experimento. Assim, cada repetição foi constituída por um recipiente plástico com 10 g de grãos e 20 adultos de *S. oryzae*, em delineamento inteiramente casualizado. Os insetos foram transferidos para os recipientes com os tratamentos um dia depois da pesagem dos grãos e tratamento com TD.

O experimento foi mantido durante 10 dias em uma sala climatizada do laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e 12C: 12E h). As avaliações foram realizadas diariamente no mesmo horário no período de 10 dias. Nessas avaliações foi registrada a mortalidade dos insetos em um tratamento por vez. Os insetos que eram constatados como mortos, a partir de uma avaliação visual e tátil, eram descartados dos recipientes, enquanto os insetos vivos eram devolvidos para os recipientes para seguirem com a avaliação.

4.3 Análise dos dados

Para a análise dos dados obtidos, utilizaram-se as porcentagens de mortalidade de *S. oryzae* em função dos dias de avaliação após a montagem dos tratamentos com a aplicação de TD a fim de avaliar a mortalidade de cada tratamento ao longo do tempo de exposição às doses do produto. Os dados de número de insetos vivos e mortalidade acumulada foram analisados por análise de variância, estabelecendo como fatores fixos as doses de TD e o tempo de exposição. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). A eficiência de controle ao final do experimento foi analisada pela fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925), que calcula a eficiência dos tratamentos padronizando com os dados de mortalidade da testemunha (sem aplicação), como apresentado a seguir:

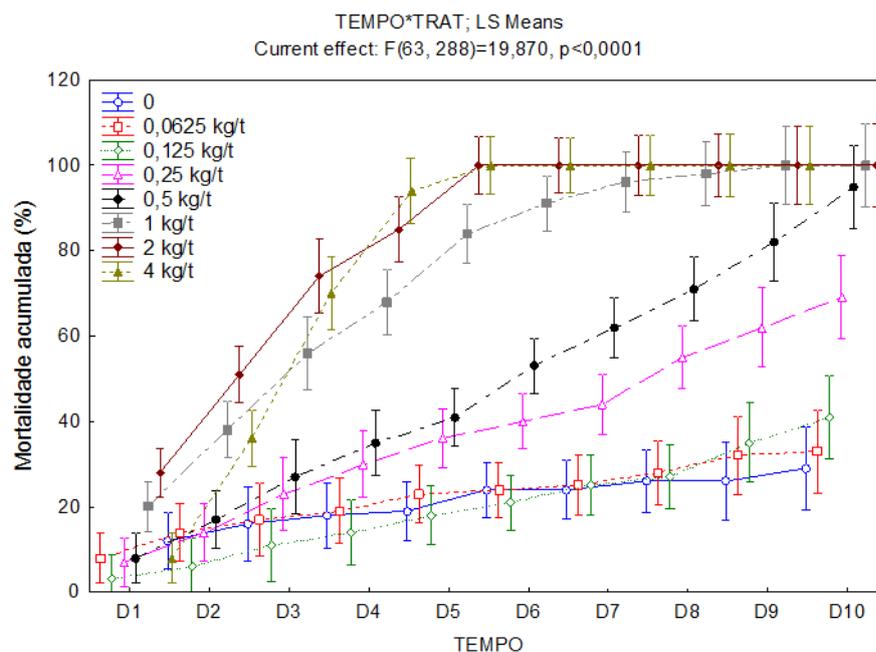
$$\text{Eficiência de controle(\%)} = \frac{(\text{Insetos vivos na testemunha}) - (\text{Insetos vivos nos tratamentos})}{(\text{Insetos vivos na testemunha})}$$

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Statistica versão 7 (STATSOFT, 2004).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 10 dias de avaliação observou-se que a maioria dos tratamentos tiveram resultados superiores à testemunha na mortalidade de *S. oryzae*. Houve interação significativa para as doses de TD x tempo de exposição na mortalidade acumulada dos gorgulhos ($F = 19,87$; $P < 0,0001$). De modo geral, os tratamentos T6, T7 e T8 (doses 1, 2 e 4 kg/t) apresentaram efeitos similares entre si quanto às curvas de mortalidade; efeitos semelhantes ocorreram com os tratamentos T4 e T5 (doses 0,25 e 0,5 kg/t), com curvas de mortalidade acumuladas intermediárias; e por fim, os tratamentos T1, T2 e T3 (testemunha e doses 0,0625 e 0,125 kg/t) proporcionaram efeitos semelhantes entre si (Figura 1).

Figura 1 – Mortalidade acumulada (%) de adultos de *Sitophilus oryzae* em grãos de aveia-preta em função das doses de terra diatomácea e tempo de exposição.



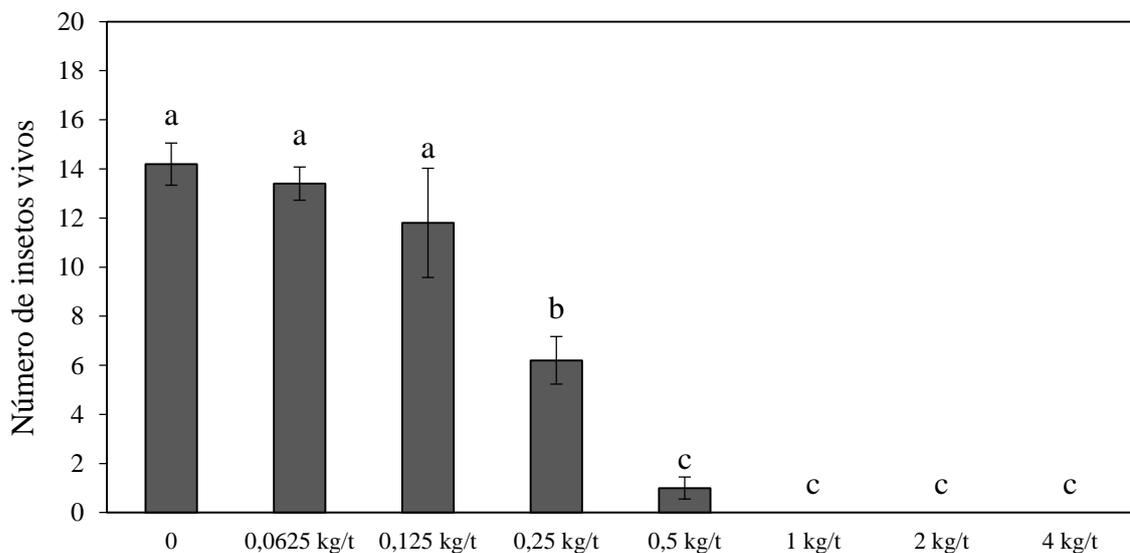
No quarto dia de avaliação, os tratamentos T7 (2 kg/t) e T8 (4 kg/t) já tinham causado mais de 80% de mortalidade de *S. oryzae*. Embora o tratamento T6 (1 kg/t) não tenha sido estatisticamente diferente dos tratamentos T7 e T8, necessitou de um dia a mais (5 dias) para atingir >80% mortalidade. Os resultados obtidos no presente trabalho para o controle de *S. oryzae* corroboram Jairoce et al. (2016), que apontam as doses de 2 e 4 kg/t como eficientes no controle da praga *Sitophilus zeamais*, do mesmo gênero do gorgulho avaliado no presente estudo. Marsaro Júnior et al. (2007) também encontraram resultados semelhantes, de modo

quando se aumenta a dosagem de TD ocorre redução no tempo necessário para que a mortalidade dos insetos alcance altos níveis.

O tratamento T5 (dose 0,5 kg/t) causou mortalidade de *S. oryzae* inferior às proporcionadas pelos tratamentos T6, T7 e T8 (doses 1, 2 e 4 kg/t) na maioria dos tempos avaliados, não diferindo significativamente dessas doses apenas no décimo dia após aplicação de TD. Os tratamentos T4 e T5 (doses 0,25 e 0,5 kg/t) não diferiram dos tratamentos T1, T2 e T3 (testemunha, doses 0,0625 e 0,125 kg/t) até o quarto dia de avaliação, e causaram maiores índices de mortalidade nas avaliações subsequentes.

De acordo com os dados obtidos para o número de adultos vivos de *S. oryzae* no final do período de avaliação do experimento (Figura 2), os tratamentos T5, T6, T7 e T8 (doses 0,5, 1, 2 e 4 kg/t) não apresentaram diferença significativa entre si. Todas essas doses de TD proporcionaram números de gorgulhos vivos inferiores aos obtidos nos demais tratamentos.

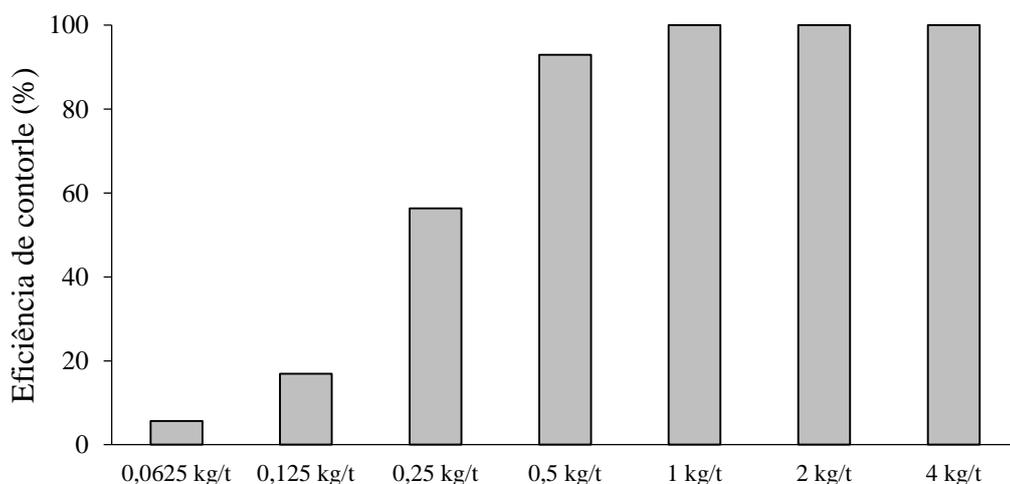
Figura 2 – Médias (\pm EP) de adultos vivos de *Sitophilus oryzae* após 10 dias de exposição em grãos de aveia-preta tratadas com doses de terra diatomácea. Barras com diferentes letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).



Vale ressaltar que em T5 (dose 0,5 kg/t) os insetos permaneceram vivos por mais tempo, o que em condições reais de armazenamento poderia levar a maiores perdas quantitativas e qualitativas devido à alimentação dos adultos nos grãos de aveia-preta, além da possibilidade de colocarem ovos nos grãos, o que levaria ao aumento populacional ao final da geração. Assim, embora sob o ponto de vista técnico os tratamentos T5, T6, T7 e T8 (doses 0,5, 1, 2 e 4 kg/t) tenham apresentado alta eficiência de controle de *S. oryzae* (Figura 3), o tratamento T5 não seria viável pensando-se em erradicar a praga para não haver mais perdas.

Esses resultados corroboram Pinto Júnior et al. (2008), que afirmam que concentrações acima de 750 g/t de TD mostram melhores resultados no controle de *S. oryzae* em sementes de trigo. A dose comercial de Insecto[®], produto comercial à base de terra de diatomácea utilizada no estudo, segundo Lorini et al. (2009) é de 1-2 kg/t; tais doses, no presente estudo constituídas pelos tratamentos T6 e T7, tiveram uma alta eficiência de controle de *S. oryzae*. A dose de 4 kg/t (T8) também obteve ótimos resultados quanto à eficiência de controle da praga, e não diferiu de T6 e T7. Assim, a utilização de uma dose muito superior seria desnecessária, já que as doses inferiores dos tratamentos T6 e T7 (1 e 2 kg/t) demonstraram a mesma eficiência de controle de *S. oryzae* no período de 10 dias. Portanto, a dose de T6 (1 kg/t) foi a que melhor mostrou eficiência em função do tempo, além de ser uma dose com uma quantidade de produto que poderá ser economicamente melhor.

Figura 3 – Eficiência de controle (%) de adultos de *Sitophilus oryzae* após 10 dias de exposição em grãos de aveia-preta tratadas com doses de terra diatomácea com base na fórmula de Abbott.



6 CONCLUSÃO

As doses de 0,5, 1, 2 e 4 kg/t de terra diatomácea se mostraram altamente eficientes no controle do *Sitophilus oryzae* em grãos de aveia-preta.

A dose de 1 kg/t de terra diatomácea é a melhor dose recomendada para o controle de *S. oryzae* em programas de manejo integrado de pragas de grãos armazenados de aveia-preta por proporcionar rápida mortalidade em função do tempo de exposição, sem a necessidade de gastar com altas quantidades do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267,1925.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 29 de Ago. 2020

AGROLINK. Sementes de aveia preta são as mais utilizadas para cobertura do solo. **Editora Gazeta**. 21 de Out. 2019. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/sementes-de-aveia-preta-sao-as-mais-utilizadas-para-cobertura-do-solo_425625.html>. Acesso em 30 de Ago. 2020.

ALMEIDA, F. S; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: IAPAR, 1985. 468 p.

ALTIERI, M. A.; SILVA E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos. 2003. 226 p.

ALVES, L. F. A. et al. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 115-118, 2006.

ATUI, M. B.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. Avaliação de metodologia para a detecção de resíduos de terra diatomácea em grãos de trigo e farinha. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 1, p. 11-16, 2003.

BALOCH, U. K. **Integrated Pest Management in Food Grains**. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Pakistan Agricultural Research Council, Islamabad, Pakistan, 1992. 117 p.

BERTELS, A. **Entomologia Agrícola Sul-Brasileira**. Rio de Janeiro: Jornal do Comércio, 1956.

BOFF, M. I. C.; SARTORI, D. V.; BOGO, A. Efeito de extratos de *Piper nigrum* L. sobre o caruncho-do-feijoeiro, *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 31, n. 1, p. 17-22, 2006.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

COTTON, R. T.; WILBUR, D. A. Insects. In: CHRISTENSEN, C. M. (Ed.). Storage of cereal grains and their products. **American Association of Cereal Chemists**, Minnesota, St. Paul: p. 281-318, 1982.

DE LIMA JÚNIOR, A. F.; DE OLIVEIRA, I. P.; DA ROSA, S. R. A.; DA SILVA, A. J.; DE MORAIS, M. M. Controle de pragas de grãos armazenados: uso e aplicação de fosfetos. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, 2012.

DE SOUZA, A. R.; DA SILVA, T. M.; SANTOS, J. F. L.; PREZOTO, F. Seleção e desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) em três substratos. **Magistra**, v. 24, n. 2, p. 160-163, 2012.

EVANS, D. A., The biology of stored products Coleoptera, 1981. In: CHAMP, B.R., HIGHLEY, E. (Eds.), Proceedings of the Australian Development Assistance Course on the Preservation of Stored Cereals. **CSIRO Division of Entomology Canberra**, p. 149–185, 1983.

FEROLLA, F. S. **Avaliação forrageira da Aveia-preta (*Avena strigosa*. Schreb.) e Triticale (*Xtriticosecale*. Wittimack) sob corte e pastejo em diferentes épocas de plantio no Norte do Estado do Rio de Janeiro**. 2005. 100 f. Tese (Mestrado em Produção Animal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. 2005.

FONTES, L. S.; ALMEIDA FILHO, A. J.; ARTHUR, V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n. 3, p.303-307, 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATIS-TA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GALLO, D. et al. **Manual de Entomologia Agrícola**, São Paulo: Editora Agronômica Ceres LTDA., 1978.

GOLOB, P. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford. v.33, n. 1, p. 69-79, 1997.

HILL, D. S. **Pests of stored products and their control**. Boca Raton: CRC Press, 1990.

JAIROCE, C. F.; TEIXEIRA, C. M.; NUNES, A. M.; HOLDEFER, D. R.; KRÜGER, A. P.; GARCIA, F. R. Efficiency of inert mineral dusts in the control of corn weevil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 2, p. 158-162, 2016.

JAIROCE, C. F. et al. Eficiência de pós minerais inertes no controle do gorgulho do milho. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 2, p. 158-162, 2016.

JÚNIOR, A. L. M.; JÚNIOR, M. M.; DE PAIVA, W. R. S. C.; DOS SANTOS BARRETO; H. C. Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Sitophilus zeamais* em milho armazenado. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 5, n. 1, p. 27-32, 2007.

KORUNIC, Z. Review diatomaceous earths: a group of natural insecticides. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 34, n. 1/2, p. 87-97, 1998.

KUSCHEL, G. A phylogenetic classification of Curculionoidea to families and subfamilies. **Memoirs of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 14, p. 5-33, 1995.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 80 p.

LORINI, I.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO; J. D. B.; HENNING, A. A. Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento. **Embrapa Soja**-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2009.

LORINI, I.; MORÁS, A.; BECKEL, H. **Tratamento de sementes armazenadas com pós inertes à base de terra de diatomáceas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 4 p.

MACHADO, L. A. Z. Aveia: forragem e cobertura do solo. **Embrapa Agropecuária Oeste**-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2000.

MARICONI, F. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas: Pragas das plantas cultivadas e dos produtos agrícolas armazenados**. São Paulo: Nobel, 1976.

MARTINAZZO, A. P.; FARONI, L. R. D. A.; BERBERT, P. A.; REIS, F. P. Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle do *Rhizopertha dominica* (F.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1063-1069, 2000.

METCALF, C. L.; FLINT, W. P. **Destructive and useful insects: their habit and control**. London: McGrawHill, 1962. 1087p.

MERLADETE, A. **Produção de trigo no RS deve ser superior a 2 milhões de toneladas**. AGROLINK. 2020. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/producao-de-trigo-no-rs-deve-ser-superior-a-2-milhoes-de-toneladas_435402.html>. Acesso em 30 de Ago. 2020.

MOHAN, S.; FIELDS, P. G. A simple technique to assess compounds that are repellent or attractive to stored-products insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 38, p. 23-31, 2002.

MORAES, A.; LUSTOSA, S. B. C. Forrageiras de inverno como alternativas na alimentação animal em períodos críticos. **Simpósio sobre Nutrição de Bovinos**, v. 7, p. 147-166, 1999.

PASINATO, C.; SCARIOT, M. A.; RICARDO, J. Qualidade de sementes de aveia preta submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenagem. **Anais da VII Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica - VII JIC**. p. 5, 2017.

PINTO JÚNIOR, A. R.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N.; CERUTI, F. 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**, v. 38, n. 8, p. 2103-2108, 2008.

PORTAS, A. A.; VECHI, V. A. de **Aveia preta - boa para a agricultura, boa para a pecuária**. Artigo em Hypertexto. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/AveiaPreta/index.htm>. Acesso em 15 Jul. 2020.

PRATES, H. S.; FRATTINI, J. A. Principais pragas dos grãos armazenados e recomendações para seu controle. **Cati - Boletim Técnico**, Campinas, v. 89, p. 26, 1976.

RUPOLLO, Galileu. **Efeitos da Umidade e do Sistema de Armazenamento na Qualidade Industrial de Grãos de Aveia**. 2003. Universidade Federal de Pelotas, 2003.

SÁ, J. P. G. **Utilização da aveia na alimentação animal**. Londrina: IAPAR, 1995.

SANTOS, J. P. Recomendações para o controle de pragas de grãos e sementes armazenadas. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Eds.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. **Potafós**, p. 197-233, 1993.

STATSOFT, Inc. **Statistica** (data analysis software system), version 7. StatSoft Inc., Tulsa, 2004.

SCHÖLLER, M.; FLINN, P. W. Parasites and Predators. In: SUBRAMANYAM, B. H.; HAGSTRUM, D. W. (Eds.). *Alternatives to Pesticides in Stored Product IPM*. **Integrated Management of Insects in Stored Products**. Norwell, Kluwer Academic Publishers, p. 229-271, 2000.

SCHUCH, L. O. B., NEDEL, J. L., MAIA, M. D. S., ASSIS, F. D. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p. 127-134, 1999.

SCHUCH, L.O.B. et al. **Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta**. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SHAZALI, M. E. H.; SMITH, R. H. Life history studies of internally feeding pests of stored sorghum: *Sitotroga cerealella* (Ol.) and *Sitophilus oryzae* (L.). **Journal of Stored Products Research**, v. 21, n. 4, p. 171-178, 1985.

SOARES, M. A., ZANUNCIO, J. C., LEITE, G. L. D., REIS, T. C., SILVA, M. A. Controle biológico de pragas em armazenamento: uma alternativa para reduzir o uso de agrotóxicos no Brasil? **Unimontes Científica**, v. 11, n. 1/2, p. 52-59, 2011.

VITAL, M. V. C. et al. Insetos em experimentos de ecologia de populações: um exemplo de abordagem didática. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 287-290, 2004.