



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JOSÉ HENRIQUE DE CARVALHO**

**TRATAMENTOS ALTERNATIVOS DE SEMENTES DE MILHO PARA  
CONTROLE E REPELÊNCIA DE *Sitophilus zeamais***

**LARANJEIRAS DO SUL  
2019**

**JOSÉ HENRIQUE DE CARVALHO**

**TRATAMENTOS ALTERNATIVOS EM SEMENTES DE MILHO PARA  
CONTROLE E REPELÊNCIA DE *Sitophilus zeamais***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Agronomia da  
Universidade Federal da Fronteira Sul,  
como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2019**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Carvalho, José Henrique de

Tratamentos alternativos de sementes de Milho para controle e repelência de *Sitophilus zeamais* / José Henrique de Carvalho. -- 2019.

27 f. : il.

Orientador: Doutor Lisandro Tomas da Silva Bonome.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR , 2019.

1. Tratamentos de sementes . 2. Controle de pragas.  
3. *Sitophilus zeamais*. I. Bonome, Lisandro Tomas da Silva, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

JOSÉ HENRIQUE DE CARVALHO

**TRATAMENTOS ALTERNATIVOS DE SEMENTES DE MILHO PARA  
CONTROLE E REPELÊNCIA DE *Sitophilus zeamais***

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

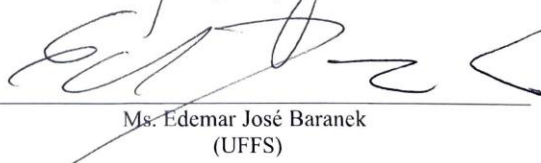
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 03/12/2019

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr.º Lisandro Tomas da Silva Bonome  
(UFFS)



---

Ms. Edegar José Baranek  
(UFFS)



---

Dr.ª Gabriela Silva Moura

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi redigido em forma de artigo de acordo com as normas da “Revista Agropecuária Tropical” disponíveis no anexo A.

As normas de submissão podem ainda ser consultadas diretamente através do site da revista, no link:

<https://www.revistas.ufg.br/pat/about/submissions>

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por me conduzir ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do Sul e pela fidelidade durante este período.

Aos meus pais Aldo Alves de Carvalho e Alice Santos Oliveira de Carvalho, por me proporcionarem esta oportunidade, apoio e cuidado para que este período se concluísse da melhor forma possível. Estendo meus agradecimentos, aos meus familiares por todo apoio, força, cobranças e exemplo de crescimento pessoal e profissional. Em especial, a minha tia Maria Aparecida de Carvalho (*in memoriam*), por todo cuidado, carinho e apoio.

A todos os meus amigos que tive o prazer de conhecer, caminhar com vocês foi um grande prazer. Sem dúvidas a companhia de cada um tornou este período mais importante.

Aos técnicos de laboratório Ellen, Diogo, André, Edemar, Fernanda, Vanessa por sempre estiveram dispostos a contribuir no desenvolvimento do trabalho.

Aos membros da banca examinadora por aceitarem o convite e pelas contribuições neste trabalho.

Finalmente, ao meu professor orientador, Lisandro Tomas da Silva Bonome, por se dispor a me orientar, pela paciência, conselhos, companheirismo e por sempre estar dispostos a transmitir todo seu conhecimento e experiência.

## Lista de figuras

- Figura 1. Porcentagem de umidade de sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes tratamentos alternativos aos 0, 50, 100 e 150 dias de armazenamento. .... 15
- Figura 2. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* imediatamente após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Alamanda; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre..... 17
- Figura 3. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* 50 dias após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Alamanda; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre..... 18
- Figura 4. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* 100 dias após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Alamanda; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre..... 18
- Figura 5. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* 150 dias após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Alamanda; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre..... 18
- Figura 6. Porcentagem de infestação de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho tratadas com diferentes produtos alternativos em diferentes tempos de armazenamento. .... 19
- Figura 7. Peso de mil sementes de milho tratadas com diferentes produtos alternativos em diferentes tempos de armazenamento. .... 21
- Figura 8. Influência de tratamentos alternativos na germinação de sementes de *Zea mays*, aos 0, 50, 100 e 150 dias de armazenamento..... 22
- Figura 9. Índice de Repelência para *Sitophilus zeamais* em sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes tratamentos alternativos e armazenadas por 0, 50, 100, 150 dias..... 23

## Sumário

Introdução .....	10
Material e Métodos .....	12
Resultados e Discussão .....	15
Conclusões .....	24
Referências .....	24
ANEXO A- Diretrizes para autores: Normas para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Tropical .....	27



## TRATAMENTOS ALTERNATIVOS DE SEMENTES DE MILHO PARA CONTROLE E REPELÊNCIA DE *Sitophilus zeamais*

José Henrique de Carvalho<sup>1</sup>, Lisandro Tomas da Silva Bonome<sup>2</sup>, Isaías Luis Leal<sup>1</sup>,  
Gabriela Silva Moura<sup>3</sup>, Isis Bruna Portolan<sup>4</sup>

### Resumo

O *Sitophilus zeamais*, praga primária de grãos e sementes de milho armazenadas, tendo como principal método de controle o expurgo com inseticidas fumigantes de elevada toxicidade. A partir da valorização de agroecossistemas com bases produtivas mais sustentáveis, tem-se buscado formas de controle de insetos-praga menos impactantes aos organismos não alvo. Avaliou-se o efeito do tratamento com produtos alternativos no controle e repelência de *Sitophilus zeamais* e na qualidade fisiológica de sementes de *Zea mays* cv. Catarina durante o armazenamento. Foram testados pós vegetais e minerais de alamanda, alho, cinamomo, gengibre, cinza de eucalipto, cal virgem, terra de diatomácea e testemunha, na proporção de 5g/kg de sementes. A qualidade fisiológica das sementes, o controle e repelência dos insetos, foram avaliados aos 0, 50, 100 e 150 dias de armazenamento, através dos parâmetros: teor de umidade, germinação, peso de mil sementes, sementes infestadas, mortalidade e repelência de insetos. Empregou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com quatro repetições. Cal virgem, cinamomo, gengibre e a terra de diatomácea foram os que apresentaram maior ação repelente durante o armazenamento. As maiores taxas de mortalidade de insetos foram alcançadas com cinza de eucalipto e terra de diatomácea, com 92% e 100%, sem prejudicar a qualidade fisiológica das sementes de milho até 150 dias de armazenamento. Palavras-chave: Bioinseticidas, gorgulho-do-milho, armazenamento, caruncho, *Zea mays*.

### Abstract

*Sitophilus zeamais*, primary pest of stored corn grains and seeds, having as its main control method the purge with high toxicity fumigant insecticides. From the valorization of agroecosystems with more sustainable productive bases, we have been looking for ways of controlling less impacting pest insects to non-target organisms. The effect of alternative product treatment on the control and repellency of *Sitophilus zeamais* and on the physiological quality of *Zea mays* cv. Catarina during storage. Plant and mineral powders of alamanda, garlic, cinnamon, ginger, eucalyptus ash, virgin lime, diatomaceous earth and control were tested at a rate of 5g / kg of seeds. The physiological quality of seeds, control and insect repellency were evaluated at 0, 50, 100 and 150 days of storage, through the following parameters: moisture content, germination, weight of one thousand seeds, infested seeds, mortality and insect repellency. A completely randomized statistical design with four replications was used. Virgin lime, cinnamon, ginger and diatomaceous earth showed the highest repellent action during storage. The highest insect mortality rates were achieved with eucalyptus ash and diatom soil, with 92% and 100%, without affecting the physiological quality of corn seeds up to 150 days of storage.

Keywords: Bioinsecticides, corn weevil, storage, weevil, *Zea mays*.

## Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de elevada expressão para a economia brasileira, e por ser uma cultura adaptável a diferentes condições edafoclimáticas vem sendo amplamente explorada no território nacional. Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor e segundo maior exportador do grão, com uma área plantada de 62,465 milhões de hectares 2018/2019 (Deral 2019). Em 2018, o Paraná foi o segundo estado com maior área plantada de milho no país, com 2.404.297 hectares, totalizando a primeira e segunda safra (Ibge 2019). Na primeira safra de 2019, estima-se uma produção de 3,124 milhões de toneladas para o estado. (Deral 2019).

Cerca de 46% de toda a produção de milho nacional é proveniente da agricultura familiar. Esses agricultores costumam semear sementes adquiridas por meio de trocas com vizinhos, familiares, feiras ou de sua própria produção. Tais sementes, em sua maioria, são armazenadas de uma safra para outra sem nenhum controle de sanidade, apresentando elevado potencial para a infestação de pragas e patógenos associados a elas (Barros 2007).

A preservação da qualidade fisiológica das sementes para a semeadura é de suma importância para o êxito econômico da cultura, pois além da semente constituir o principal insumo agrícola, por abrigar características agronômicas obtidas por seleção natural e artificial, ela representa um dos principais veículos de disseminação ou introdução de patógenos numa área. Assim, o armazenamento de grãos e sementes quando realizado de forma inadequada poderá acarretar enormes prejuízos a cultura, os quais poderão ser ocasionados por fatores de ordem biótica e/ou abiótica (Deusdará 2014).

Dentre os fatores bióticos, o de maior relevância durante o armazenamento do milho é o *Sitophilus zeamais*. Esse inseto é classificado como praga primária da cultura,

por possuir elevada taxa de reprodução, infestação cruzada e capacidade de infestar internamente grãos e sementes de milho, causando enormes perdas quantitativas e qualitativas para a cultura (Lorini et al. 2015).

O controle de insetos-pragas associados aos grãos e sementes armazenadas é realizado basicamente através da utilização de insumos sintéticos, em que o expurgo com produtos fumigantes a base de fosfina é o principal método empregado, devido seu amplo espectro de ação e rapidez de controle. Entretanto, seu uso indiscriminado, associado ao baixo número de produtos registrados, dificultando a rotação de grupos químicos, contribui para a resistência do inseto, bem como, contamina o meio ambiente e causa intoxicação aos operadores.

Esses e outros fatores têm estimulado o desenvolvimento de novas pesquisas na busca por produtos alternativos, de fácil degradabilidade no ambiente, de baixo impacto aos organismos não-alvo e que minimizem os custos de produção (Lima-mendonça et al. 2013, Ootani et al. 2013). Como estratégias preventivas para o armazenamento de sementes, tem-se destacado o uso de pós derivados de vegetais (Mateus et al. 2017, Campos et al. 2014, Bini & Simonetti 2016, Silva et al. 2015), e pós inertes como a terra de diatomácea (Lima et al. 2014, Silva et al. 2012).

Novas metodologias para o tratamento de sementes, se mostra como base para uma agricultura sustentável. Entretanto, as pesquisas têm tido como foco maior o controle e repelência do inseto em grãos, desconsiderando, a influência dos tratamentos na qualidade fisiológica das sementes necessitando assim de mais estudos relacionados ao seu uso, quando destinado a sementes (Ferreira et al. 2017).

Tendo em vista os danos causados por *Sitophilus zeamais* às sementes de milho, a necessidade de se minimizar a aplicação de produtos químicos sintéticos, além da busca por práticas mais sustentáveis no controle de pragas de sementes armazenadas, objetivou-

se avaliar o efeito do tratamento com produtos alternativos no controle e repelência de *Sitophilus zeamais* e na qualidade fisiológica de sementes de *Zea mays* cv. Catarina durante o armazenamento.

### **Material e Métodos**

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Fisiologia Vegetal, Germinação e Crescimento de Plantas e Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Laranjeiras do Sul - PR. As sementes crioulas de milho da cultivar Catarina foram obtidas de produtores de sementes de Laranjeiras do Sul, PR.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, adotando-se um arranjo fatorial 8 (tratamentos) x 4 (períodos), com quatro repetições. Sendo os tratamentos: Alamanda (*Allamanda cathartica* Linnaeus), alho (*Allium Sativum* Linnaeus), gengibre (*Zingiber officinale* Linnaeus), cinamomo (*Melia azedarach* Linnaeus), cal virgem, cinza de eucalipto (*Corymbia citriodora* Hook) e terra de diatomáceas, todos na proporção de 5g/kg de semente e testemunha (sem tratamento). Para o fator tempo os níveis consistiram de quatro períodos de armazenamento: 0, 50, 100 e 150 dias.

Para obtenção dos pós de alamanda, alho, gengibre e cinamomo, realizou-se a desidratação do material em estufa a 40 °C até atingirem massa constante. Concluído esse procedimento realizou-se a trituração em moinho de facas tipo Willye com peneira 2 mm. Com exceção do alho e gengibre que foram utilizados bulbo e caule, para os demais materiais vegetais foram utilizadas as folhas para produção dos pós. Para obtenção da cinza de eucalipto foi incinerada a folha de *Corymbia citriodora* em mufla a 550° por 24 horas e peneirada em malha de tecido tule (malha 1 mm). As sementes foram divididas em amostras de 400 gramas e colocadas em uma sacola plástica totalizando 32 unidades.

Os produtos foram aplicados na proporção de 5g/kg de semente e homogêneos, na qual cada repetição foi acondicionada em sacos de rafia e acomodadas em baldes plásticos de volume aproximado de 20 litros. Após três dias de tratamento foi realizada, em cada repetição, a infestação das sementes com 40 insetos adultos não sexados, de terceira geração, originados da criação base do laboratório de Entomologia. Os baldes plásticos tiveram suas extremidades fechadas com tecido voil para evitar a saída dos gorgulhos das repetições. Durante o período de armazenamento, os tratamentos ficaram no escuro em condições de temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa ambiente.

A cada período de armazenamento: 0, 50, 100 e 150 dias, uma amostra de sementes foi retirada de cada repetição para a realização dos seguintes testes: grau de umidade, mortalidade de insetos, infestação de sementes, peso de mil sementes germinação e repelência de insetos.

A determinação do grau de umidade das sementes foi realizada conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil 2009), pelo método da estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, utilizando-se aproximadamente 40 g de semente por tratamento.

Para avaliação da mortalidade dos insetos, foram utilizadas caixas de plástico transparentes (11cm x 11 cm x 3,5 cm) com 50 gramas de sementes de cada tratamento. Posteriormente, foram adicionados 20 insetos adultos de *Sitophilus zeamais* não sexados, por repetição. Foi avaliada a mortalidade dos insetos em cada tratamento, decorridas 48, 96, 144, 192 e 240 horas de exposição, com quatro repetições.

A avaliação de sementes infestadas foi efetuada seguindo especificações da RAS (Brasil 2009), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Em cada repetição foi verificada o número de sementes perfuradas pelo inseto. As sementes que não tiveram perfurações e danos visíveis do inseto foram imersas em água por período de 12 a 24 horas a fim de amolecê-las e, posteriormente, foram cortadas individualmente de

forma a assegurar uma perfeita observação das estruturas internas, para constatação de ovos, larvas, lagartas e insetos adultos, bem como orifícios de saída de insetos. O resultado foi expresso em porcentagem de sementes infestadas.

O teste para determinar o peso de mil sementes foi realizado conforme metodologia descrita pela RAS (Brasil 2009), onde foram contadas ao acaso, oito repetições de 100 sementes para cada tratamento e pesadas em balança de precisão.

O teste de germinação foi realizado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. Sementes de cada tratamento foram colocadas para germinar em papel germitest previamente umedecido com 2,5 ml de água destilada para cada grama de papel. Os tratamentos permaneceram por sete dias em câmara de germinação mangelsdorf com temperatura a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , conforme preconizado pela RAS (Brasil 2009). As contagens de plântulas normais foram realizadas ao quarto e sétimo dia após a semeadura. No sétimo dia foi contabilizado o total de plântulas normais, anormais, mortas e dormentes e somente as classificadas como normais foram consideradas germinadas (Brasil 2009).

Para o bioensaio de repelência, cada tratamento foi avaliado isoladamente, com o uso de uma arena composta por três recipientes plásticos circulares (placas em acrílico, 10cm x 2cm), com o recipiente central interligado simetricamente aos outros dois por um tubo plástico transparente (10 centímetros) dispostos na forma longitudinal. Em cada recipiente da extremidade da arena foram dispostas 20 gramas de sementes, sendo numa extremidade a testemunha e na outra um tratamento. No recipiente central foram liberados 20 insetos adultos e, após 24 horas, foi contado o número de insetos em cada recipiente. Foram utilizadas 4 repetições para cada tratamento.

O Índice de Repelência (IR) foi determinado pela fórmula  $IR=2G/(G + P)$ , onde  $G = \%$  de insetos no tratamento e  $P = \%$  de insetos na testemunha. Os valores do IR

variam entre 0 - 2, indicando:  $IR = 1$ , planta neutra;  $IR > 1$ , planta atraente e  $IR < 1$ , planta repelente (Lin et al. 1990).

Os resultados obtidos foram inicialmente submetidos a teste de homogeneidade e normalidade, em seguida à análise de variância, e quando significativos foi realizada a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira 2011). Em todas as análises, adotou-se a significância a 0,05.

### Resultados e Discussão

Antes do tratamento as sementes encontravam-se com 10,52% de umidade. Ao final do período de armazenamento observou-se acréscimo 1,62% na umidade das sementes de todos os tratamentos, exceto para as sementes tratadas com cinza de eucalipto e diatomácea. A variação no grau de umidade das sementes já era previsto, devido as sementes estarem armazenadas em embalagem permeável (saco de rafia), que permite as trocas de umidade entre as sementes e o ambiente em que se encontravam.

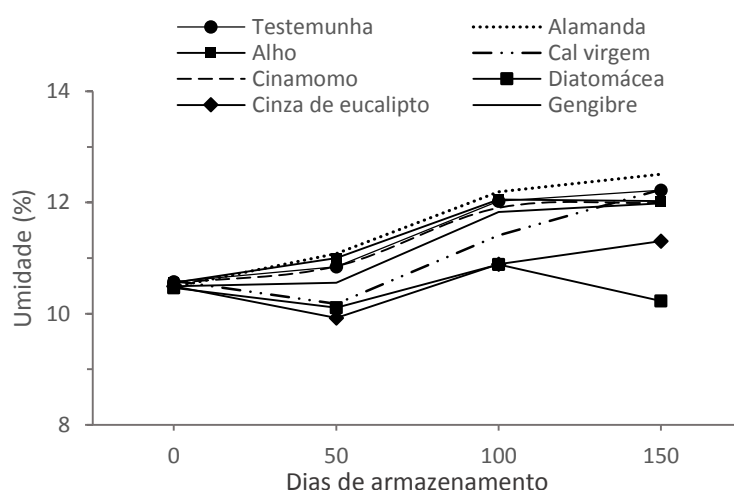


Figura 1. Porcentagem de umidade de sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes tratamentos alternativos aos 0, 50, 100 e 150 dias de armazenamento.

Em todas as variáveis analisadas verificou-se interação entre tratamentos e períodos de armazenamento.

No geral, a mortalidade de *Sitophilus zeamais* foi significativamente afetada pelo tempo de exposição das sementes aos tratamentos, com maior taxa de mortalidade em maiores tempos de exposição (Figuras 2, 3, 4 e 5). Os tratamentos mais promissores foram com cinza de eucalipto, cal virgem, cinamomo e terra de diatomácea. Entretanto, o cinamomo a partir de 50 dias e o cal virgem a partir de 100 dias de armazenamento perderam a eficácia de controle do *Sitophilus zeamais* (Figuras 3, 4 e 5).

Inseticidas botânicos têm sido empregados no controle de insetos pragas por apresentarem metabólitos secundários que pertencem a diferentes classes de substâncias químicas, apresentando atividades biológicas que podem repelir e controlar insetos pragas (Carvalho et al. 2014, França et al. 2012, Mateus et al. 2017). Porém, esses compostos apresentam como desvantagem uma baixa persistência, exigindo muitas vezes aplicações mais frequentes (Menezes 2005).

O cinamomo (*Melia azedarach* Linnaeus) possui em sua constituição a azadiractina (Gottardi 2014). Esse composto atua sobre os quimiorreceptores dos insetos, estimulando as células a desencadearem um processo antagônico a alimentação ou no bloqueio aos fagoestimulantes, como as células receptoras de açúcar, desencadeando um processo de inibição da vontade de se alimentar (Knaak 2010). A presença desse composto no pó de cinamomo pode ter sido o responsável pela mortalidade de 30% dos insetos imediatamente após o tratamento das sementes (Figura 2). Entretanto, a baixa eficiência do produto pode ter ocorrido devido sua elevada taxa de fotodegradação (Knaak 2010).

A cinza de eucalipto e a terra de diatomácea ocasionaram mortalidade superior a 90% a partir de 50 dias de armazenamento das sementes, sendo potencialmente mais letal aos insetos com o aumento do tempo de exposição aos produtos. A cinza de eucalipto, decorridas as 240h de exposição, causou mortalidade superior a 92% aos 50 dias de armazenamento. A mortalidade de 100% foi constatada durante as 144h de exposição do



*S. zeamais* a terra de diatomáceas, dentro do mesmo período de armazenamento. A eficiência de tais produtos já foi relatada na literatura (Akob & Ewete 2007, Kouric 1997, Santos 2017), sendo que a composição química das cinzas, variável entre espécies e órgãos vegetais, pode influenciar no potencial inseticidas dos produtos (Akob & Ewete 2007).

A cinza de eucalipto apresenta cerca de 32,6% de óxido de cálcio (CaO) e 16,9% sílica ou dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>) (Berlini et al. 2005), estes compostos apresentam alta capacidade de desidratação dos insetos. Por outro lado, a terra de diatomácea apresenta em sua composição valores superiores a 60% de dióxido de silício (Kouric; 1997), sendo mais letal aos insetos.

A sílica se adere ao corpo do inseto por carga eletrostática, favorecendo a perda de água pela remoção da cera epicuticular e provocando morte por desidratação (Korunic 1998, Lorini 2003). Outra ação deve-se a obstrução dos espiráculos dos insetos ou penetração em seu corpo pelo sistema respiratório, causando morte por asfixia em intervalo de um a sete dias, dependendo da espécie praga (Lorini et al. 2003).

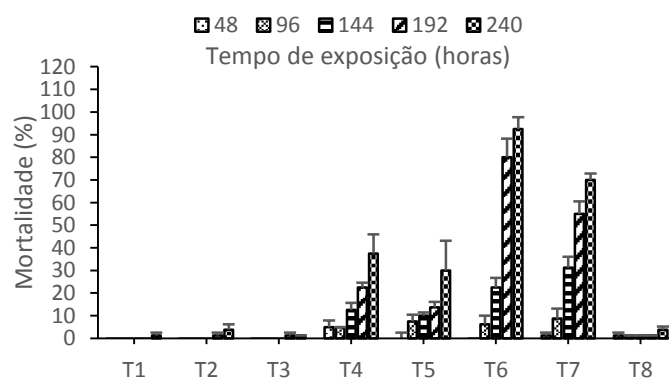


Figura 2. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* imediatamente após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Almandã; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre.

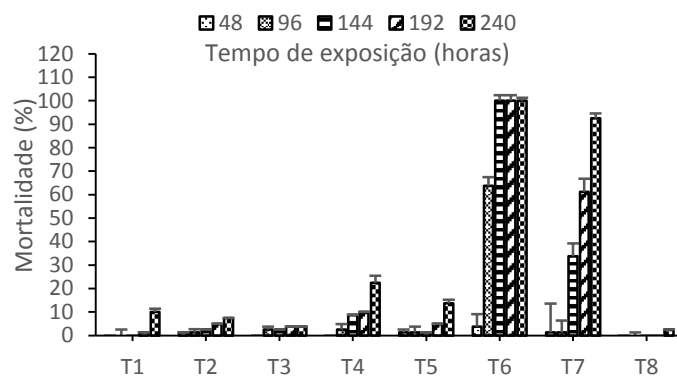


Figura 3. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* 50 dias após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Alamanda; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre.

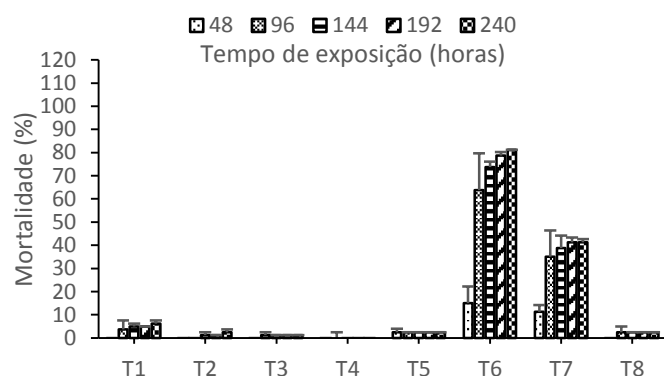


Figura 4. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* 100 dias após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Alamanda; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre.

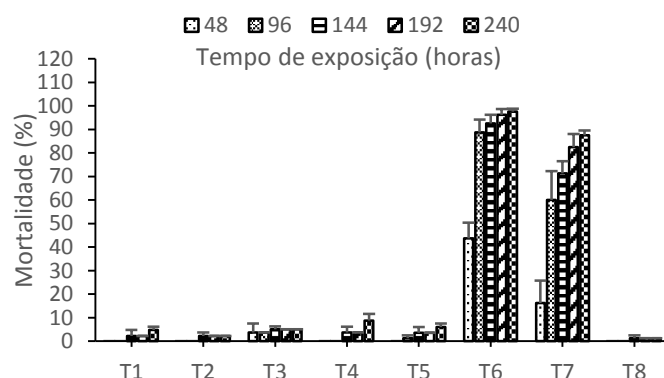


Figura 5. Mortalidade cumulativa de *Sitophilus zeamais* 150 dias após o tratamento de sementes de milho com diferentes produtos alternativos e períodos de exposição. T1: Testemunha; T2: Alamanda; T3: Alho; T4: Cal virgem; T5: Cinamomo; T6: Terra de diatomácea; T7: Cinza de Eucalipto; T8: Gengibre.

Para a variável infestação de insetos percebe-se aumento na porcentagem de sementes de milho infestadas com *S. zeamais* no decorrer do armazenamento (Figura 6). Os tratamentos com terra de diatomácea e cinza de eucalipto foram os menos infestados, provavelmente devido à alta letalidade aos insetos (Figuras 2, 3, 4 e 5).

Em suma, as formulações em pó são eficientes no controle do caruncho, devido a capacidade de aderirem a epicutícula dos insetos e provocar desidratação. Contudo, a maior eficiência dos tratamentos com terra de diatomácea e cinza de eucalipto pode ter ocorrido devido a diferença na granulometria dos materiais utilizados. Ofuya & Dawodu (2002) demonstraram uma relação direta entre a mortalidade de insetos e o tamanho das partículas dos pós vegetais.

O pó de granulometria mais fina apresenta melhor distribuição e adesão a superfície das sementes (Ofuya & Dawodu 2002), fato confirmado com o presente trabalho. Segundo Athanassionou et al. (2005), a interação entre as partículas de produto naturais e as sementes está diretamente correlacionada com a eficiência do produto sobre os insetos.

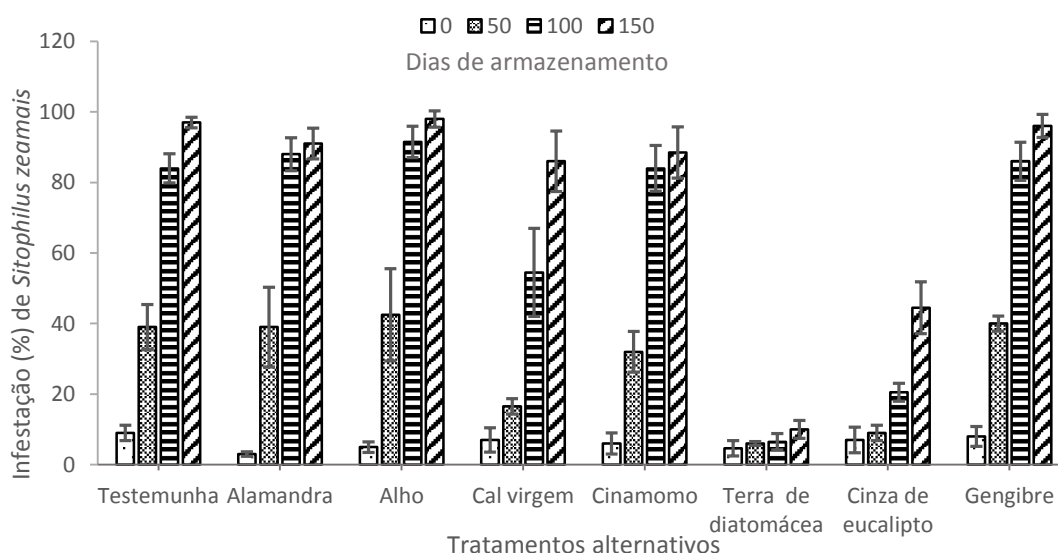


Figura 6. Porcentagem de infestação de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho tratadas com diferentes produtos alternativos em diferentes tempos de armazenamento.

Testemunha	$y = 0,62x + 10,90$ $R^2 = 0,96$
Alho	$y = 0,66x + 10,05$ $R^2 = 0,93$
Cal virgem	$y = 0,55x + 0,25$ $R^2 = 0,95$
Cinamomo	$y = 0,60x + 7,70$ $R^2 = 0,92$
Diatomácea	$y = 0,03x + 4,31$ $R^2 = 0,88$
Cinza	$y = 0,25x + 1,65$ $R^2 = 0,86$
Gengibre	$y = 0,62x + 11$ $R^2 = 0,95$

O peso de mil sementes reduziu linearmente com o período de armazenamento na maioria dos tratamentos. Exceção para as sementes tratadas com terra de diatomácea, que mantiveram o peso de mil sementes estável, e cinza de eucalipto que decresceu apenas após 100 dias de armazenamento (Figura 7).

As menores perdas de peso nas sementes tratadas com terra de diatomácea e cinza de eucalipto deve-se a eficiência dos produtos em causar mortalidade dos insetos, reduzindo a porcentagem de infestação (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6). Segundo Lazzari (1997) e Caneppele et al. (2003) a perda de peso de sementes e grãos está diretamente relacionada com a integridade biológica destas e sua redução pode ser devido a danos causados por insetos e a presença de bolores fúngicos, sendo este último mais acentuado com o aumento da umidade das sementes e o período de armazenamento.

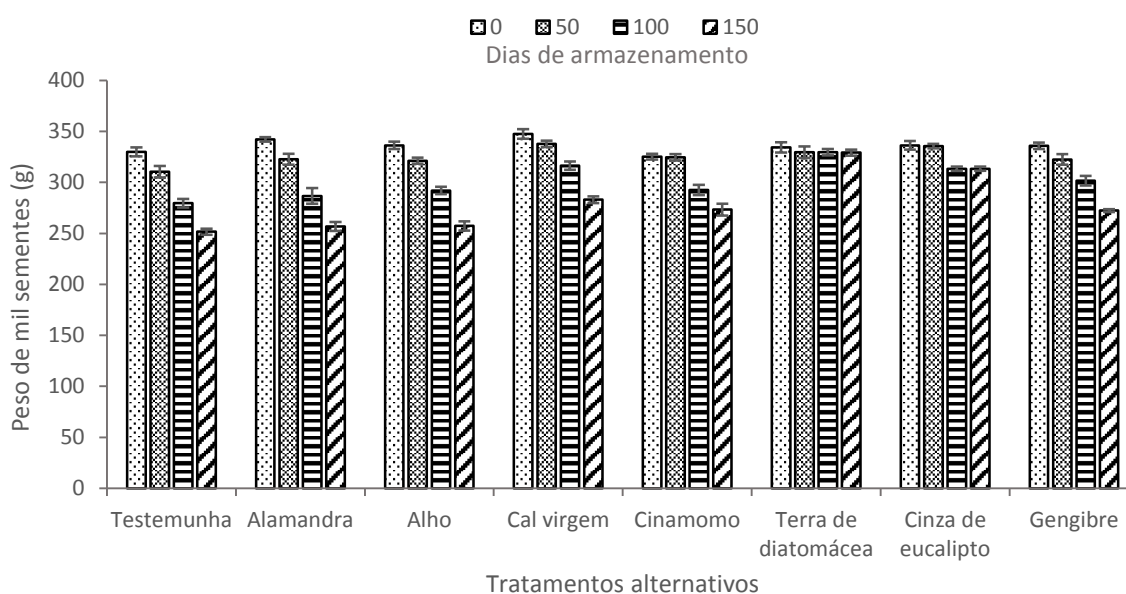


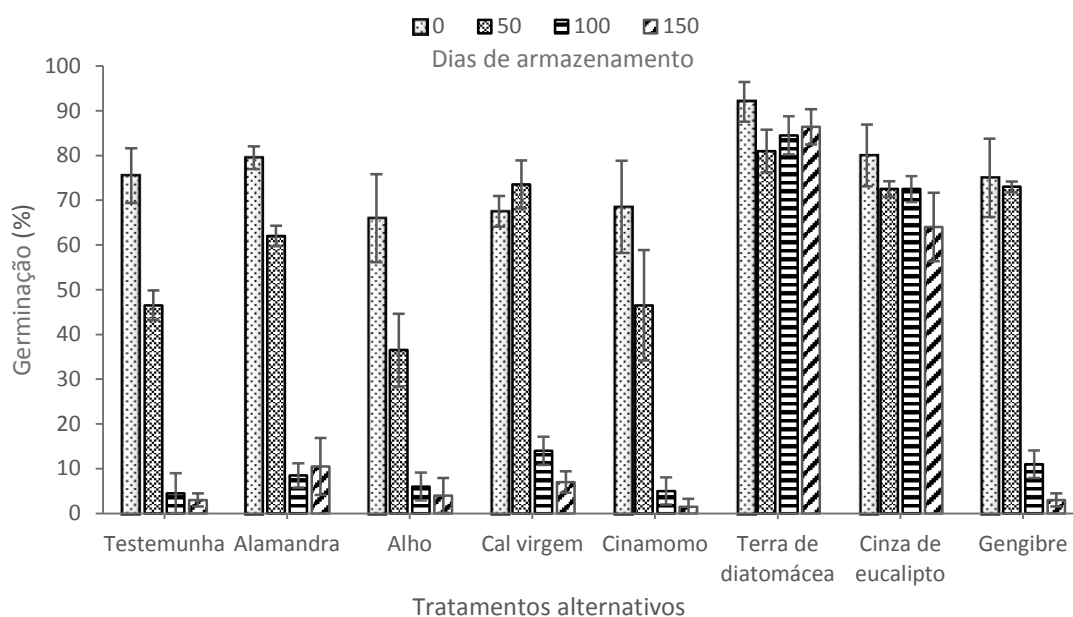
Figura 7. Peso de mil sementes de milho tratadas com diferentes produtos alternativos em diferentes tempos de armazenamento.

A porcentagem de germinação declinou linearmente com o decorrer do armazenamento das sementes de milho em todos os tratamentos, exceção para as sementes tratadas com terra de diatomácea e cinza de eucalipto que mantiveram a germinação alta, 87% e 64% respectivamente, após 150 dias de armazenamento (Figura 8). A redução na germinação das sementes nesses tratamentos durante o armazenamento é atribuída prioritariamente ao envelhecimento das sementes, visto que a porcentagem de infestação com *Sitophilus zeamais* foi pequena em função da alta taxa de mortalidade provocada pelos produtos.

A semente sem tratamento reduziu a germinação de 76% para 3% no final do armazenamento, confirmando a agressividade do *Sitophilus zeamais* as sementes de milho armazenadas. Esse inseto-praga é classificado como primário da cultura, devido sua capacidade de infestar internamente as sementes (Lorini et al. 2015), rompendo o tegumento e se alimentando de seus materiais de reserva (Jiménez et al. 2017). Os danos gerados em decorrência da penetração das larvas e alimentação destas no interior dos grãos e sementes são diversos, podendo se destacar a perda de peso, redução do valor nutritivo e do grau de higiene do produto, contaminação com excrementos, ovos e insetos e redução na germinação das sementes (Gallo et al. 2002).

A eficácia da terra de diatomácea e da cinza de eucalipto sobre a mortalidade e a porcentagem de infestação de *S. zeamays* associada a manutenção da qualidade fisiológica das sementes ao final do armazenamento tornam esses produtos potencialmente úteis para o tratamento de sementes, visto que não são tóxicos aos mamíferos e não agridem o meio ambiente (Menezes 2005). Corroborando com os resultados do presente trabalho, Paixão et al. (2009) constataram que a terra de

diatomácea foi eficiente no controle de *S. zeamais* sem prejudicar a qualidade fisiológica das sementes de milho após 180 dias de armazenamento.



Testemunha  $y = -0,52x + 71,30$   $R^2 = 0,91$

Alamanda  $y = -0,52x + 79,20$   $R^2 = 0,87$

Alho  $y = -0,43x + 60,0$   $R^2 = 0,91$

Cal  $y = -0,48x + 76,60x$   $R^2 = 0,80$

Cinamomo  $y = -0,48x + 66,70x$   $R^2 = 0,92$

Diatomácea  $y = 0,0013x^2 - 0,22x + 91,2$   $R^2 = 0,80$

Cinza  $y = -0,09x + 79,45$   $R^2 = 0,90$

Gengibre  $y = -0,556x + 82,20$   $R^2 = 0,85$

Figura 8. Influência de tratamentos alternativos na germinação de sementes de *Zea mays*, aos 0, 50, 100 e 150 dias de armazenamento.

A repelência é de fundamental importância para a redução da infestação de pragas de armazenamento. A maioria delas apresenta característica de infestação cruzada, podendo ter início tanto no campo de cultivo da cultura quanto nos depósitos de armazenamento das sementes (Jiménez et al. 2017). Assim, a capacidade destes produtos em repelir insetos que estejam contaminando as sementes desde o campo pode contribuir para redução da população indesejável nos locais de armazenamento. Dos produtos alternativos utilizados no presente trabalho o cal virgem, o cinamomo, o gengibre e a terra

de diatomácea foram os que apresentaram maior ação repelente durante o armazenamento.

A terra de diatomácea se destaca como principal produto no combate de *S. zeamais*, pois além de ser eficiente no controle do inseto apresenta alto potencial repelente, contribuindo para que lotes isentos da praga não sejam contaminados no armazenamento. Todavia, o cal virgem, o cinamomo e o gengibre, embora repelentes do *S. zeamais*, parecem não serem eficientes quando o lote de sementes já se encontra contaminado.

Para os tratamentos com almandra e alho, em função das diferentes respostas observadas em relação a repelência, não foi possível avaliar o efeito desses produtos na repelência do *S. zeamais*.

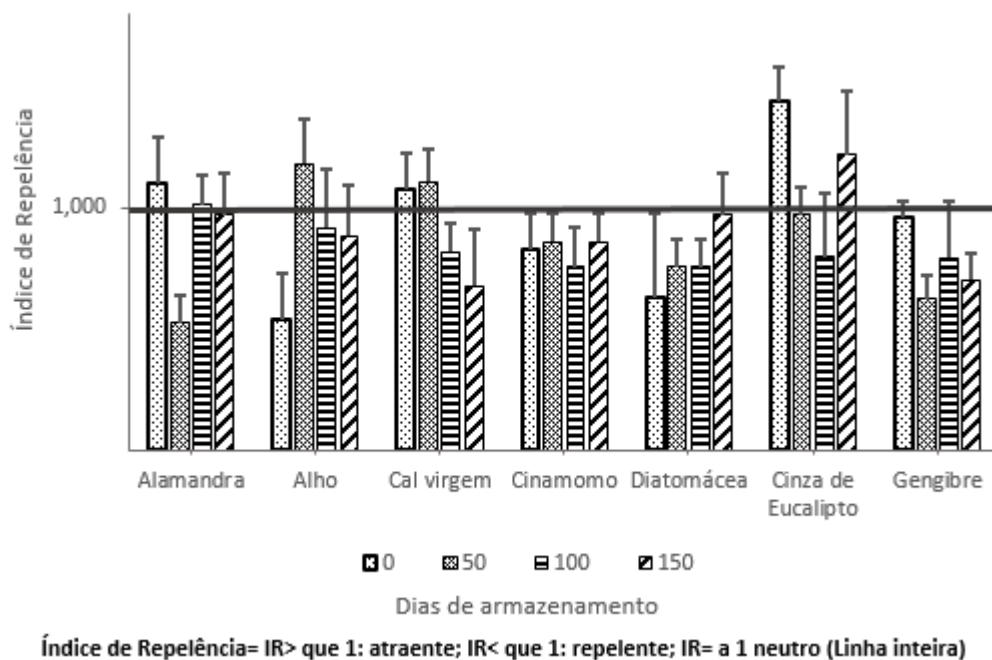


Figura 9. Índice de Repelência para *Sitophilus zeamais* em sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes tratamentos alternativos e armazenadas por 0, 50, 100, 150 dias.

### Conclusões

Os pós minerais de cinza de eucalipto e terra de diatomácea empregados no tratamento de sementes de milho, na dosagem de 5g/kg de sementes, possuem efeito inseticida sobre adultos de *Sitophilus zeamais* até os 150 dias de armazenamento, bem como, atuam na redução da infestação de sementes sem causar danos a sua qualidade fisiológica.

O uso dos tratamentos o cinamomo, o gengibre e a terra de diatomácea apresentam maior ação repelente durante o armazenamento. O pó mineral de cal virgem se mostrou repelente após os 100 dias de armazenamento.

### Referências

- AKOK, C.A; EWETE, F.K. The efficacy of ashes of four locally used plant materials against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Cameroon. *International Journal of Tropical Insect Science*, v. 27, n. 1, p. 21–26, 2007.
- ATHANASSIOU, C.G; KAVALLIERATOS, N.G; ECONOMOU, L.P; DIMIZAS, C.B; VAYIAS, B.J; TOMANOVIC, S; MILUTINOVIC, M. Persistence and Efficacy of Three Diatomaceous Earth Formulations Against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on Wheat and Barley. *Journal of Economic Entomology*, v. 98, n. 4, p. 1404-1412, 2005.
- BARROS, A.S.R. *Produção de sementes em pequenas propriedades*. 2 ed. Instituto Agrônômico do Paraná, 2007. (Circular técnica, 129).
- BINI, L.F; SIMONETTI, A.P.M.M. Controle de caruncho do milho com óleo de nim. *Revista Cultivando O Saber*, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2016.
- BORLINI, M.C; SALES, H.F; VIEIRA, C.M.F; CONTE, R.A; PINATTI, D.G; MONTEIRO, S.N. Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha Parte I: características da cinza (Firewood ash for application in red ceramic Part I: characteristics of the ash). *Cerâmica*, v. 51, n. 319, p. 192-196, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, p. 395, 2009.
- CAMPOS, A.C.T; RADUNZ, L.L; RADÚNZ, A.L; MOSSI, A.J; DIONELLO, R.G; ECKER, S.L. Atividade repelente e inseticida do óleo essencial de carqueja doce sobre o caruncho do feijão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 8, p. 861-865, 2014.



- CANEPPELE, M.A.B; CANEPPELE, C; LÁZZARI, F.A; LÁZZARI, S.M.N. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 47, n. 4, p. 625-630, 2003.
- CARVALHO, G.S; SILVA, L.S; SILVA, L.B; ALMEIDA, M.L.S; PAVAM, B.E PERES, M.T.L.P. Mortalidade e comprometimento do desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae), induzido pelo extrato de sangra d'água *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae). *Comunicata Scientiae*, v. 5, n. 3, p. 331-338, 2014.
- COMIRAN, F; NAZARENO, N.R.X; COELHO, C.J. Tratamento de milho em grão e espiga com pós inertes no controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais*. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 7, n. 3, p. 143-151, 2012.
- DEUSDARÁ, T. T. Seleção de estirpes de *Bacillus thuringiensis* com potencial para o controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). 65 f. Dissertação (mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal do Tocantins, 2014.
- DERAL. Estimativa de safra. 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/safra>>. Acesso em: 26 nov. 2019.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, T.C; NASCIMENTO, D.M; SILVA, É.O. Métodos alternativos para o controle de insetos-pragas em sementes. *Revista de Ciências Agrárias: Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 60, n. 1, p. 112-119, 2017.
- GOTTARDI, R. Avaliação de compostos bioativos no controle de *Sitophilus zeamais* (Col.; Curculionidae) e fungos em grãos de milho armazenados. Porto Alegre. 65 f. Dissertação (mestrado em fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
- IBGE. Produção agrícola municipal. 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 26 nov. 2019.
- JIMÉNEZ, J.C; LA FUENTE, M; ORDÁS, B; DOMÍNGUEZ, L.E.G; MALVAR, R.A. Resistance categories to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in therapy bean (*Phaseolus acutifolius*), new sources os resistance for dry bean (*Phaseolus vulgaris*) breeding. *Crop Protection*, v. 98, n. 1, p. 255-266, 2017.
- KNAAK, N; FIUZA, L.M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 5, n. 2, p. 120-132, 2010.
- KORUNIC, Z. Rapid Assessment of the Insecticidal Value of diatomaceous Earth without conducting. *Journal of Stored Product Research*, v. 33, n. 3, p. 219-229, 1997.

- LAZZARI, F.A. *Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações*. 2 ed. Curitiba. 1997.
- LIMA, J.M.E; FAGUNDES, G.S; SMIDERLE, O.J. Qualidade Fisiológica de Sementes de Feijão-Caupi Tratadas com Terra Diatomácea e Infestadas por Carunchos. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 7, n. 3, p. 733-746, 2014.
- LIMA-MENDONÇA, A; BROGLIO, S.M.F; ARAÚJO, A.M.N; LOPES, D.O.P; DIAS-PINI, N.S. Efeito de pós vegetais sobre *Sitophilus zeamais* (Mots.,1855) (Coleoptera: Curculionidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 80, n. 1, p. 91-97, 2013.
- LORINI, I; KRZYŻANOWSKI, F.C; FRANÇA-NETO, J.B; HENNING, A.A; HENNING, F.A. *Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas*. 1 ed. Embrapa soja. 2015.
- LORINI I. 2001. *Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados*. 2 ed. Embrapa Trigo, 2003.
- MATEUS, A.E; AZEVEDO, F.R; ALVES, A.C.L; FEITOSA, J.V. Potencial da *Moringa oleifera* como inseticida no controle de adultos de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho armazenados. *Revista Acta Iguazu*, v. 6, n 2, p. 112–122, 2017.
- MENEZES, E.L.A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Embrapa Agrobiologia, 2005 (Documentos, 205).
- OFUYA, I; DAWODU, E.O. Aspects of insecticidal action of Piper guineese Schum and Thonn fruit powders against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Nigerian Journal of Entomology*, v. 19, n. 6, p. 40-50, 2002.
- OOTANI, M.A; AGUIAR, R.W; RAMOS, A.C.C; BRITO, D.R; SILVA, J.B; CAJAZEIRA, J.P. Use of essential oils in agriculture. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 4, n. 3, p. 162-174, 2013.
- 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.
- SANTOS, J.P. Repelência e mortalidade de *Sitophilus* sp p. exposto a pó vegetal de eucalipto (*Eucalyptus dunii*). Laranjeiras do Sul, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2987>. Acesso em: 26 nov. 2019.
- SILVA, D.F.G; AHRENS, D.C; PAIXÃO, M.F; SOKARA NETO, F; ROMEL, C.C; SILVA, M.F; TREICHEL, H; SCARIOT, M.A; GOLUNSKI, S; MENEGUZZO, M.R.R; MOSSIL, A.J. 2015. Controle alternativo do *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenado, com o uso de óleo essencial de *Salvia officinalis*. *Simpósio de segurança alimentar alimentação e saúde*, v. 5, p. 1- 4, 2015.

## ANEXO A- Diretrizes para autores: Normas para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Tropical

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção "Agradecimentos" é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade do trabalho, a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa. Experimentos conduzidos em condições de campo devem apresentar dados oriundos de, pelo menos, dois ciclos de produção, ou dois anos de avaliação. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave - em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos Autores).

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, serão publicados apenas em Inglês. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre linhas. A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título* (máximo de 20 palavras); *resumo* (máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); *palavras-chave* (no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por vírgula); *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e Discussão*; *Conclusões*; *Agradecimentos* (se necessário, em parágrafo único); e *Referências*. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos Autores, com suas afiliações e endereços (incluindo *e-mail*) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema "autor-data". Apenas a inicial do sobrenome do Autor deve ser maiúscula e a separação entre Autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo "&" deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, "et al.". Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do

texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sites* particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos Autores, de acordo com a norma NBR 6023:2018, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas (também com corpo 12 e espaçamento duplo) e figuras, dispostas no decorrer do texto, devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*), e suas notas de rodapé exigem chamadas numéricas. Expressões como "a tabela acima" ou "a figura abaixo" não devem ser utilizadas. Quando aplicável, os títulos de tabelas e figuras devem conter local e data. As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT ([www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat) ou [www.revistas.ufg.br/index.php/pat](http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat)) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.

6. Os Autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus Autores, ainda que reservado aos Editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os Autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.