

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

LUCAS MACHADO RECKZIEGEL

ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* L. SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTS. 1855 (Coleoptera: Curculionidae)

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

**DOIS VIZINHOS
2020**

LUCAS MACHADO RECKZIEGEL

ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* L. SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTS 1855 (Coleoptera: Curculionidae).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo de Gouvêa

Aos meus pais, que não mediram esforços para que essa conquista fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Á minha família, especialmente a meu pai José Henrique Reckziegel, minha mãe Rosane de Fátima Machado Reckziegel e minha irmã Camila Crestani, a minha esposa Larissa Bortolini que me deram forças e depositaram toda confiança em mim para que esse trabalho fosse realizado.



TERMO DE APROVAÇÃO

ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE
Ocimum basilicum L. SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTS

por

LUCAS MACHADO RECKZIEGEL

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ou esta Monografia ou esta Dissertação foi apresentada em 05 de junho de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Alfredo de Gouvêa

Orientador

Prof. Dr. Laércio R. Sartor

Membro da banca

Rodrigo Mendes Maciel

Membro da banca

Profa. Dra. Angélica S. Mendes

Resp. Pelo Trabalho de Conclusão de Curso

RESUMO

MACHADO, Lucas. **ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* L. SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTS 1855 (Coleoptera: Curculionidae)**. 31f. TCC (Curso Bacharelado em Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020.

Diante de grandes perdas de quantidade e qualidade de grãos de milho armazenados, este trabalho busca um controle alternativo aos produtos sintéticos para a principal praga de estocagem de grãos de milho, *Sitophilus zeamais*. Para o trabalho avaliou-se diferentes concentrações de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. (0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5; 10%), em diferentes métodos de aplicação (imersão, pulverização e volatilização). Foram preparados sete recipientes plásticos (repetição) por tratamento e, em cada placa acondicionados 15 insetos, não sexados, de até 60 dias. As avaliações foram realizadas nos intervalos de 1; 6; 12; 24; 48; 72; 96 horas, quantificando-se os insetos mortos. Óleo essencial de *O. basilicum* é eficaz sob o controle de indivíduos de *S. zeamais*, sendo que as doses de 10% apresentam maior eficiência. Quanto maior o período de exposição ao óleo essencial, maior a mortalidade de *S. zeamais*. O método de pulverização apresenta melhores resultados quando comparado aos demais métodos de aplicação, mostrando grande eficiência com apenas uma hora após a aplicação do óleo essencial. O método de imersão apresenta resultados medianos de controle de indivíduos de *S. zeamais*, aumentando-se consideravelmente somente após 96 horas de aplicação do óleo essencial. O método de volatilização não se mostra eficiente para aplicação do óleo essencial de *O. basilicum* para o controle de indivíduos de *S. zeamais*, dentro dos períodos testados.

Palavras-chave: manjeriço, insetos praga, controle alternativo.

ABSTRACT

MACHADO, Lucas. **INSECTICIDE ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM *Ocimum basilicum* L. ON *Sitophilus zeamais* MOTS 1855 (Coleoptera: Curculionidae)**. 31f. TCC (Curso Bacharelado em Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020.

In view of the great losses in quantity and quality of stored corn grains, this work seeks an alternative control to synthetic products for the main corn grain storage pest, *Sitophilus zeamais*. For the work, different concentrations of essential oil of *Ocimum basilicum* L. (0; 0.31; 0.62; 1.25; 2.5; 5; 10%) were evaluated in different application methods (immersion, spraying and volatilization). Seven plastic containers (repetition) were prepared per treatment and 15 insects, not sexed, of up to 60 days were packed in each plate. Evaluations were performed at intervals of 1; 6; 12; 24; 48; 72; 96 hours, quantifying dead insects. Essential oil of *O. basilicum* is effective under the control of individuals of *S. zeamais*, with doses of 10% showing greater efficiency. The longer the period of exposure to essential oil, the greater the mortality of *S. zeamais*. The spray method presents better results when compared to the other application methods, showing great efficiency with only one hour after the application of the essential oil. The immersion method presents average results of control of individuals of *S. zeamais*, increasing considerably only after 96 hours of application of the essential oil. The volatilization method is not efficient for the application of the essential oil of *O. basilicum* for the control of individuals of *S. zeamais*, within the tested periods.

Keywords: basil, insect pest, alternative control.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO GERAL	10
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 PRAGAS DA CULTURA DO MILHO	11
3.1.2 <i>Sitophilus zeamais</i> Mots 1855 (Coleoptera: Curculionidae)	12
3.2 ÓLEOS ESSENCIAIS E POTENCIAL INSETICIDA DE ORIGEM VEGETAL	13
3.2.1 Óleo Essencial de <i>Ocimum basilicum</i> L.	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 PROCEDIMENTOS GERAIS	16
4.2 CRIAÇÃO DE <i>S. zeamais</i>	16
4.3 EFEITO INSETICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>O. basilicum</i> SOBRE <i>S. zeamais</i>	17
4.3.1 Método 1: Imersão dos Indivíduos de <i>S. zeamais</i> em Óleo essencial de <i>O. basilicum</i> – Efeito de Contato.....	17
4.3.2 Método 2: Volatilização do Óleo essencial de <i>O. basilicum</i> – Efeito Fumigante	17
4.3.3 Método 3: Pulverização nos Grãos de Milho – Efeito de Ingestão	17
4.4 AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE <i>S. zeamais</i>	18
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com enorme potencial produtivo na cultura do milho, produzindo cerca de 92 milhões de toneladas na safra de 2018/2019. Todo esse potencial chama a atenção para o armazenamento dos grãos (CONAB, 2020). No entanto, as perdas são estimadas em 15% durante o processamento e armazenamento, que são ocasionados por ataques de insetos praga. Dentre esses, se destaca o *Sitophilus zeamais* Mots. 1855 (Coleoptera: Curculionidae), praga primária em grãos armazenados de milho (SILVEIRA et al., 2006; COSTA, 2018).

Conhecido como caruncho ou gorgulho-do-milho, *S. zeamais* é considerado como a principal praga de grãos armazenados no Brasil. As larvas e adultos de *S. zeamais* se alimentam internamente de grãos, causando perdas qualitativas e quantitativas e possibilitando a infecção por patógenos que são prejudiciais à saúde humana, como *Aspergillus flavus* produtores de aflatoxina, que é uma micotoxina contaminante (FONTES; ALMEIDA FILHO; ARTHUR, 2003; COITINHO et al., 2010).

O controle mais utilizado atualmente para insetos-praga de grãos armazenados são os produtos químicos sintéticos (COSTA, 2018). Todavia, uma alternativa que causa menor dano ao meio ambiente para o controle de insetos praga é a utilização de óleos essenciais. Isso se deve pois o uso intensivo de produtos químicos convencionais pode acarretar vários problemas como o acúmulo de resíduos tóxicos nos alimentos de consumo humano, contaminação do ambiente e surgimento de resistência entre os insetos (CORRÊA; SALGADO, 2011; JUNG et al., 2013).

O óleo essencial é extraído de poucas famílias de plantas, sendo uma das que mais se destaca a família Lamiaceae, a qual pertence *Ocimum basilicum* L., conhecido como manjeriço, que é uma das plantas medicinais e aromáticas mais consumidas no mundo. O óleo essencial extraído dessa planta é utilizado nas indústrias químicas, farmacêuticas e de flavorizantes. O estudo com óleo essencial de *O. basilicum* também têm apresentado resultados satisfatórios para o controle de insetos-praga (CARVALHO FILHO et al., 2006).

Nesse sentido, pesquisas são desenvolvidas para que haja a diminuição dos impactos causados pela utilização de produtos químicos sintéticos, optando-se por produtos naturais. Dessa forma, o uso de óleos essenciais pode ser uma técnica promissora, por possuir propriedades que podem ter efeito inseticida ou repelente sobre algumas pragas (CORRÊA; SALGADO, 2011; JUNG et al., 2013).

Considerando os fatores nocivos e a importância do referido inseto-praga, surge uma grande demanda por estudo que estimulem o emprego de produtos e técnicas naturais, como o emprego de substâncias biologicamente ativas. Assim, o objetivo do desenvolvimento do presente trabalho foi avaliar o efeito inseticida do óleo essencial de *O. basilicum*, sobre *S. zeamais*, em condições de laboratório.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito inseticida do óleo essencial de *Ocimum basilicum* (manjeriço), sobre *Sitophilus zeamais* (gorgulho-do-milho).

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar diferentes doses (0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5 e 10%) de óleo essencial de *O. basilicum* a *S. zeamais*.

Avaliar diferentes métodos de aplicação do óleo essencial de *O. basilicum* (imersão de indivíduos de *S. zeamais*, pulverização dos grãos de milho e volatilização/fumigação) sobre a mortalidade de *S. zeamais*.

Avaliar a mortalidade de *S. zeamais* em diferentes períodos (1; 6; 12; 24; 48; 72; 96 horas), após aplicação das diferentes dosagens de óleo de *O. basilicum* nos diferentes métodos de aplicação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PRAGAS DA CULTURA DO MILHO

O milho *Zea mays* L. é considerado um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, em que, fornece produtos utilizados para a alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria, em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas nos grãos (SOUZA; PIRES, 2013). Devido ao crescimento da população existe a necessidade de se aumentar a produção de grãos e diminuir as perdas que ocorrem nas safras, decorrentes de falhas na colheita, transporte e armazenamento (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

Na cultura no milho, as pragas que mais causam danos são os insetos de solo, conhecidos como as pragas iniciais da cultura. Os danos causados por esses insetos são relevantes pelo fato de atacarem a lavoura de milho desde o plantio até a fase de plântula, período que ocorre em torno de 25 a 30 dias após a germinação (VIANA; CRUZ; WAQUIL, 2012). Outras pragas que acometem a cultura, são as pragas de parte aérea, as quais são responsáveis por consumirem as folhas, reduzindo a área fotossintética, e conseqüentemente a produção de grãos (WORDELL FILHO et al., 2016).

No campo, a cultura do milho está sujeita ao ataque de variadas pragas que podem comprometer a produtividade, e são destacadas as de maior impacto a larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*), lagarta elasm (*Elasmopalpus lignosellus*), lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*), cigarrinha-do-milho (*Daubulus maidis*), percevejo-barriga-verde (*Dichelops furcatus*), lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e a lagarta-daespiga (*Helicoverpa zea*) (CRUZ, 2007).

Já em condições de armazenamento, são vários os insetos que danificam os grãos de milho, ocasionando diferentes perdas, como, perda de peso, redução valor nutritivo, redução da qualidade e diminuição do valor comercial. Sendo que, o gorgulho ou caruncho (*Sitophilus zeamais*) e a traça-dos-cereais (*Sitotroga cerearella*) são caracterizadas como principais pragas do setor de armazenagem. No entanto, os grãos também ficam subordinados ao ataque de ácaros, microrganismos, roedores e pássaros (PIMENTEL et al., 2011).

Nessa acepção, o conhecimento do hábito alimentar de cada praga faz-se necessário, para poder identificar o manejo adequado a ser adotado (ALMEIDA FILHO et al., 2002). Nesse contexto, é importante salientar que as pragas são classificadas

em primárias e secundárias. As pragas primárias são aquelas que atacam grãos e sementes saudáveis, perfurando grãos ou sementes para adentrar e completar o seu desenvolvimento, dentre essas pode-se citar o *S. zeamais* e *Sitophilus oryzae* (GALLO et al., 2002). Já as pragas secundárias são aquelas que requerem que o grão esteja danificado para poder se alimentar no interior do mesmo e ali se multiplicar, tendo como exemplo o *Oryzaephilus surinamensis* (LORINI et al., 2010).

3.1.2 *Sitophilus zeamais* Mots 1855 (Coleoptera: Curculionidae)

S. zeamais são besouros pequenos de 2,0 mm a 3,5 mm, com coloração castanho-escuro e quatro manchas avermelhadas nos élitros. Nos machos a cabeça é mais curta e grossa, e nas fêmeas mais afilada e longa. As larvas e as pupas variam sua coloração entre amarelo-clara e branca, com cabeça marrom-escura (GALLO et al., 2002; LORINI et al., 2010).

Conhecido como gorgulho-do-milho, *S. zeamais* é encontrado em regiões quentes e tropicais do planeta, atacando principalmente a cultura do milho, seguido de trigo, arroz e sorgo. Apresenta elevado potencial biótico, sendo um inseto polífago com grande variedade de hospedeiros, realizando infestação cruzada e facilidade de penetração para o interior dos grãos, danificando-os (GALLO et al., 2002).

Esses são capazes de infestar o milho no campo e no armazenamento, causando perdas relevantes. O *S. zeamais* ataca diretamente as sementes armazenadas, para alimentar-se do seu interior, ocasionando sua destruição parcialmente ou integralmente, afetando o embrião e os demais componentes presentes. As larvas e adultos dessa praga se alimentam internamente dos grãos, causando perdas qualitativas e quantitativas e incrementando a infecção por patógenos que são prejudiciais à saúde humana, como *Aspergillus flavus* produtores das aflatoxinas (FONTES et al., 2003). Também causam perdas na qualidade dos grãos, com perdas de massa e do poder germinativo, desvalorizando o valor comercial, e propiciando grandes prejuízos aos produtores (COSTA, 2018).

As principais características ambientais favoráveis ao desenvolvimento de *S. zeamais* que contribuem para o aumento da severidade sobre grãos de milho, são a temperatura entre 23 e 35 °C, umidade relativa do ar, e umidade das sementes de 12 a 15% (GILBERT, RAWORTH; 1996; SEDLACEK et al., 1991).

O manejo químico sintético é o mais utilizado para o controle do *S. zeamais* em grãos de milho. Os grãos podem ser tratados durante o transporte, ou ao serem ensacados ou armazenados. Como método curativo, a aplicação é realizada quando os grãos já apresentarem infestação do inseto-praga. Sendo assim, é realizada a fumigação dos grãos, mantendo-os em local bem vedado, para que o tratamento seja mais eficaz, evitando a saída de produto (LORINI et al., 2010).

Por conseguinte, novas alternativas e controle são fundamentais para auxiliar em um bom manejo da população do inseto-praga, buscando uma redução na utilização dos produtos químicos sintéticos.

3.2 ÓLEOS ESSENCIAIS E POTENCIAL INSETICIDA DE ORIGEM VEGETAL

Os óleos essenciais são metabólitos secundários que são extraídos de diversas partes das plantas como flores, frutos, cascas, raízes e rizomas, mas principalmente dos tricomas glandulares das folhas. Seus constituintes químicos são principalmente os derivados dos compostos terpênicos, como os mono e sesquiterpenos e os fenilpropanoides (CASSEL; VARGAS, 2006; MIRANDA et al., 2016).

Os metabólitos secundários de origem vegetal de determinadas plantas podem ser usados como inseticidas. Esses inseticidas naturais apresentam menor taxa residual ao meio ambiente quando comparado a produtos químicos, além da ação eficaz aos insetos, diminuição da exposição aos produtos tóxicos ao homem e plantas, e proporcionam poucos danos a insetos e ácaros benéficos (CLOYD, 2004).

Possuem características voláteis, lipofílicas, líquidas e odoríferas (OLIVEIRA, 2012) e desempenham papel importante à sobrevivência no seu habitat. Em sua forma natural na natureza possuem função na atração de agentes polinizadores, como atraentes ou repelentes de outros organismos e resistência a estresses ambientais, como reguladores da taxa de decomposição da matéria orgânica no solo e como agentes antimicrobianos. Industrialmente, podem ser utilizados como antioxidantes, fitoterápicos, ou aromatizantes dos alimentos, dentre outros usos (PEREIRA; MORREIRA, 2011; TAIZ et al., 2017).

Os metabólitos secundários são compostos pelos terpenóides, limonóides, rocamidas, furanocumarinas, cromenos, alcalóides e acetogeninas (VIEIRA et al., 2007). Esses materiais de origem vegetal podem causar distúrbios nos insetos, como

repelência, redução do crescimento, afetar a oviposição e causar deficiência no desenvolvimento de insetos adultos (RESTELLO et al., 2009).

Estudo nesse âmbito têm apresentado resultados satisfatórios para o controle de insetos-praga (JUNG et al., 2013). A utilização dos óleos, podem apresentar efeitos aos insetos como repelência, redução da taxa de crescimento e fecundidade, rompimento de cutícula, inibição da motilidade e da respiração, deterrência, e efeito sobre os ciclos bioquímicos (COPPING; MENN, 2000).

Em trabalho realizado com o óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Bignoniaceae) sobre *S. zeamais*, Fazolin et al. (2007) observou que ao aplicar o método de contato em papel-filtro e de fumigação apresentou os melhores resultados, tendo a mortalidade próxima a 100%. De forma similar, o efeito inseticida e repelente dos óleos essenciais de Eucalipto (*Corymbia citriodora*) e Citronela (*Cymbopogon nardus*) foram avaliados sobre *S. zeamais*, os óleos essenciais das duas plantas apresentaram efeitos positivos, tanto para efeito inseticida, quanto para repelente (OOTANI et al., 2011).

3.2.1 Óleo Essencial de *Ocimum basilicum* L.

Ocimum basilicum L. conhecido popularmente como manjeriço, pertence à família Lamiaceae, utilizado em larga escala para a extração de óleo essencial, é uma planta originária da Ásia tropical introduzida no Brasil pela colônia italiana. O Gênero *Ocimum* é constituído por várias espécies conhecidas por manjeriço com as mais diversas indicações farmacológicas (VENÂNCIO, 2006).

O óleo essencial obtido de *O. basilicum* é muito utilizado na culinária, na aromatização de alimentos e bebidas, condimentos, na indústria farmacêutica, de cosméticos e perfumaria (LORENZI; MATOS, 2002). Também é utilizado para problemas digestivos, infecções bacterianas e parasitas intestinais (LORENZI; MATOS, 2008).

O óleo essencial de *O. basilicum* é extraído principalmente das folhas e inflorescências, apresentando o linalol como componente majoritário. Sua propriedade inseticida e repelente é muito utilizada para conservação de grãos, e além do linalol, possui estragol, farnesene, eugenol e cineol, todos possuidores de propriedades repelentes (MARTINS et al., 2010; MARTINEZ-VELAZQUEZ et al., 2011; OTTAI et al., 2012).

A toxicidade de óleo essencial de plantas do gênero *Ocimum* já foi testada sobre o controle de *Rhyzopertha dominica* (LÓPEZ et al., 2008), *Tribolium castaneum* (MISHRA et al., 2012), *Zabrotes subfasciatus* (FRANÇA et al., 2012), *Anopheles funestus* (BELONG et al., 2013), *Tribolium castaneum* (MAGALHÃES et al., 2015), e *Sitophilus Oryzae* (POPOVIC et al., 2015). Quando testado sobre *S. zeamais*, o óleo essencial de *O. gratissimum* proporcionou alta mortalidade dos insetos (ASAWALAM et al., 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos.

4.1 PROCEDIMENTOS GERAIS

O milho utilizado para a realização de todos os experimentos era transgênico, mas sem tratamentos posteriores que pudessem interferir na análise do experimento. Foram mantidos no freezer por três dias, com temperatura em torno de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, para a eliminação de qualquer outro tipo de inseto que pudesse existir.

4.2 CRIAÇÃO DE *S. zeamais*

A criação mantida no laboratório de Controle Biológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, serviu como fornecedora dos insetos adultos utilizados no presente estudo.

Para a criação, adultos de *S. zeamais* foram colocados em recipientes de vidro com capacidade de volume de três litros, juntamente com grãos milho orgânico e semi-orgânico (sem tratamento com inseticidas químicos sintéticos), sendo os recipientes fechados com tecido tipo voil para aeração. Os recipientes de vidro foram mantidos em ambiente com temperatura de $25 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade de 50-70% e fotoperíodo de 12 horas. Os insetos foram alimentados em um período de 25 a 30 dias, para a postura dos ovos. Por conseguinte, os adultos foram retirados dos grãos de milho e acondicionados em outro recipiente com milho, para uma nova postura.

O recipiente contendo o milho com a postura de ovos foi mantido nas mesmas condições, por um período de sete dias até a emergência dos adultos. Conforme metodologia adaptada de Procópio et al. (2003), o procedimento foi efetuado por contínuas gerações de modo a assegurar a quantidade de adultos necessários para a execução dos experimentos. O ciclo de vida do *S. zeamais* é em torno de 140 dias, período de oviposição de 104 dias, do ovo a emergência dos adultos gira em torno de 34 dias quando o milho é o alimento. Para os experimentos, foram utilizados insetos de até 60 dias, da mesma geração e não sexados.

4.3 EFEITO INSETICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *O. basilicum* SOBRE *S. zeamais*

Foram testadas as seguintes concentrações de óleo essencial de *O. basilicum*: 0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5 e 10%. O óleo foi diluído em água destilada e Tween 80%. Para a avaliação do efeito das diferentes concentrações de óleo essencial foram realizados métodos de aplicação, descritos a seguir.

4.3.1 Método 1: Imersão dos Indivíduos de *S. zeamais* em Óleo essencial de *O. basilicum* – Efeito de Contato

No método de contato por imersão, 15 indivíduos de *S. zeamais* foram imersos por 10 segundos em cada tratamento. Após a imersão os insetos foram colocados em placas de Petri (150 mm de diâmetro) contendo 15 g de grãos de milho.

4.3.2 Método 2: Volatilização do Óleo essencial de *O. basilicum* – Efeito Fumigante

Para o método de volatilização também conhecido como fumigação, utilizou-se papel filtro impregnado com 1 mL da concentração de óleo a ser testada ao fundo de placas de Petri (150 mm de diâmetro). Sobre o papel foi colocado uma camada de pérolas de vidro e acima mais uma camada de papel filtro, evitando assim o contato direto dos insetos com o óleo essencial. Em seguida, foram adicionados 15 g de grãos de milho e 15 indivíduos de *S. zeamais* em cada placa.

4.3.3 Método 3: Pulverização nos Grãos de Milho – Efeito de Ingestão

No método de pulverização, 15 gramas de grãos de milho foram pulverizados por tratamento, com as diferentes concentrações de óleo essencial, utilizando bomba a vácuo (Fanen®), calibrada a 1,2 kgf/cm², com 1 mL de pulverização. Em seguida, 15 gramas de grãos de milho foram alocados em placas de Petri (150 mm de diâmetro), onde logo após também se alocaram 15 indivíduos de *S. zeamais*.

4.4 AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE *S. zeamais*

Após montagem dos experimentos, todo material experimental foi acondicionado em câmara climatizada tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand), em temperatura de 28 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas.

Para a avaliação da mortalidade, contou-se o número de indivíduos de *S. zeamais* mortos de cada repetição, extrapolando para porcentagem. Como o inseto pode se fingir literalmente de morto, no momento da contagem de indivíduos mortos, foi estimulado os insetos dentro do recipiente do experimento a movimentos com a pinça para que fosse realmente diagnosticado a mortalidade.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com sete repetições para cada tratamento, em esquema bifatorial. O fator A correspondeu ao método de aplicação do óleo (imersão, pulverização e volatilização), e o fator B correspondeu as doses de óleo essencial de *O. basilicum* (0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5 e 10%). A variável resposta correspondeu ao número de indivíduos mortos nos períodos de 1; 6; 12; 24; 48; 72; 96 horas após aplicação do óleo essencial.

Para todos os experimentos os dados foram analisados quanto a distribuição da normalidade dos resíduos, utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Atendendo os pressupostos, foram submetidos a análise de variância (teste F) e análise de regressão, com auxílio do programa estatístico Rbio® (BHERING, 2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, em todos os períodos analisados, ambos os fatores e sua interação foram estatisticamente significativos ao nível de 5% de probabilidade do erro, rejeitando-se assim a hipótese de nulidade H₀ (Tabela 1).

Tabela 1 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de variância para as variáveis uma hora, seis horas, 12 horas, 48 horas, 72 horas e 96 horas, de um experimento bifatorial com três métodos de aplicação (imersão, pulverização e volatilização) e seis doses de óleo de essencial de *O. basilicum* (0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5 e 10%), conduzido em delineamento inteiramente casualizado. UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, 2020.

Fonte de variação	GL	QM						
		1 hora	6 horas	12 horas	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
Método de aplicação (A)	2	4040,50*	3917,10*	3961,70*	4250,70*	4495,00*	5429,70*	5348,60*
Dose de óleo (B)	5	2885,20*	3329,10*	3900,10*	4072,40*	3925,70*	3750,70*	3819,00*
A x B	10	1416,10*	1323,30*	1221,60*	1336,70*	1335,20*	1290,30*	1314,50*
Erro	36	14,00	19,70	37,90	37,00	49,40	126,70	233,70
Total	53	-	-	-	-	-	-	-
Média geral (mortalidade)	-	10,99	2,38	4,88	5,00	5,56	8,00	41,67
CV (%)	-	32,23	34,95	44,1	41,77	44,82	52,41	41,42

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

Os resultados apontam que com uma hora após a aplicação do óleo essencial foi possível observar mortalidade de *S. zeamais*. Para os métodos de imersão dos insetos e pulverização dos grãos, conforme aumentou-se a dose de óleo essencial, aumentou-se também o número de indivíduos mortos. Através do método de pulverização a mortalidade ultrapassou 90%. Já com método de imersão a mortalidade foi de aproximadamente 35%, e utilizando-se o método de volatilização não foi observado mortalidade dos indivíduos.

Resultado similar foi observado após seis, 12, 24, 48 e 72 horas de aplicação do óleo essencial. A mortalidade de *S. zeamais* para os métodos de imersão e pulverização, aumentou conforme aumentou-se a dose de óleo essencial. Através do método de pulverização a mortalidade permaneceu em torno de 90% assim como observado com uma hora de aplicação. Já com método de imersão a mortalidade aumentou para aproximadamente 50%, e utilizando-se o método de volatilização não foi observado mortalidade dos indivíduos (Figura 1).

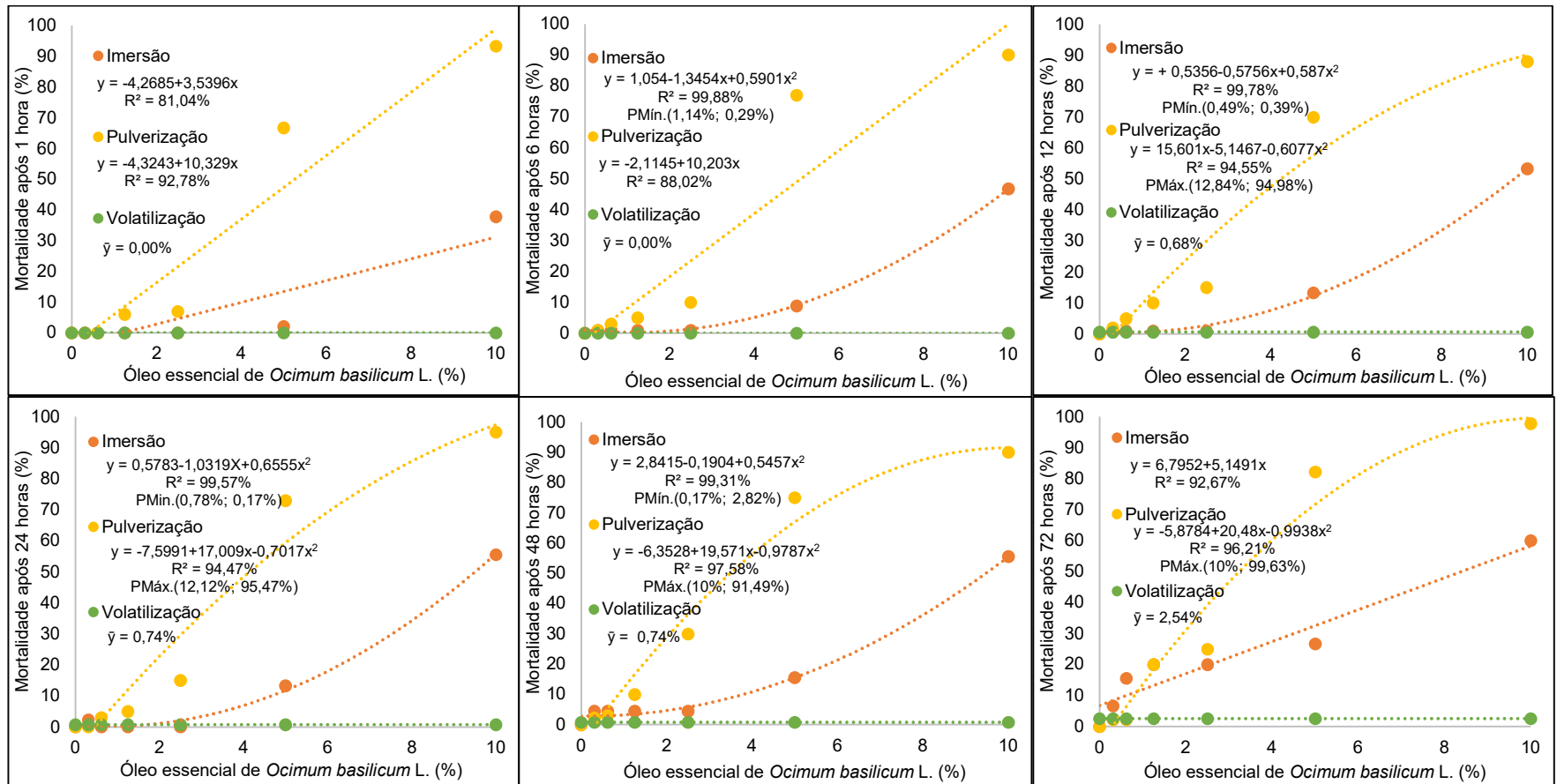


Figura 1 - Avaliação de mortalidade (%) de *S. zeamais* após aplicação de óleo de essencial de *O. basilicum* (0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5 e 10%), com três métodos de aplicação (imersão, pulverização e volatilização) e seis doses, conduzido no delineamento inteiramente casualizado. UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, 2020.

No último período de avaliação (96 horas), o método de pulverização dos grãos de milho, mostrou aproximadamente 100% de eficiência no controle de *S. zeamais*, e o método de imersão proporcionou a mortalidade de aproximadamente 80% dos indivíduos. Também foi possível observar aumento na resposta da mortalidade pelo método de volatilização, até então não observado no período de 72 horas, alcançando 15% de mortalidade para todas as doses utilizadas (Figura 2).

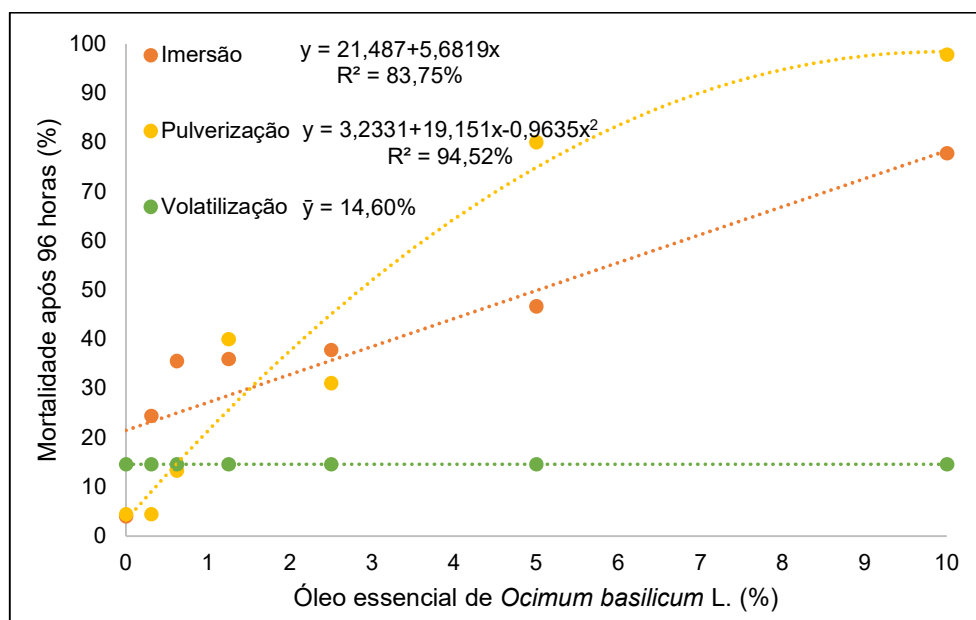


Figura 2 - Avaliação de mortalidade (%) de *S. zeamais* após 96 horas da aplicação de óleo essencial de *O. basilicum* (0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5 e 10%), com três métodos de aplicação (imersão, pulverização e volatilização) e seis doses, conduzido no delineamento inteiramente casualizado. UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, 2020.

De maneira geral a maior dose de óleo essencial de *O. basilicum* (10%) aplicada através do método de pulverização dos grãos de milho se mostrou mais eficiente. Todavia, o método de imersão dos insetos no óleo essencial também apresentou resultados satisfatórios ao final do tempo avaliado. Já o método de volatilização dentro dos períodos testados não mostrou mesma eficiência que os demais. Também se destaca que, quanto maior o período de exposição ao óleo, maior foi a mortalidade de *S. zeamais*.

Em estudo desenvolvido por Santos et al. (2012), os autores avaliaram a eficiência do óleo essencial de *O. basilicum*, sobre a inibição da postura de teleóginas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Os resultados mostraram que a eclosão larval se reduziu conforme aumentou-se da concentração do óleo essencial, todavia, apenas em altas concentrações de 50 e 100% apresentaram melhores resultados, com total inibição da postura.

Segundo Marangoni et al. (2012) a toxicidade de todo ingrediente ativo está associada à dosagem utilizada e ao método de aplicação. Nesse sentido, o resultado obtido sobre o método de aplicação do óleo essencial, pode ser explicado devido ao efeito de contato. Segundo Prates; Santos (2000) os inseticidas (natural ou sintético) mais eficientes são aqueles que apresentam ação por contato, ingestão e ação fumigante, correspondentes aos métodos utilizados no presente estudo, sendo por imersão, pulverização e volatilização, respectivamente.

Assim, é possível inferir que os efeitos das aplicações que ocorreram através da forma de contato no corpo do inseto no presente estudo, que foram através da cutícula (efeito de contato – método de imersão dos insetos), pelo aparelho digestivo (efeito de ingestão – método de pulverização dos grãos) e via sistema respiratório (efeito fumigante – método de volatilização) (PRATES; SANTOS, 2000), podem promover uma mortalidade mais rápida, assim como afirmam Prates e Santos (2000) e observado no presente estudo através do efeito de ingestão.

No método de imersão em que o óleo penetra através da cutícula dos insetos, ocorre inibição da síntese de quitina, provocando desidratação e morte (GARCIA, 2000). Todavia, no presente estudo esse método se mostrou mais lento que o efeito de ingestão, provocando a mortalidade de apenas 30% dos insetos após uma hora de aplicação do óleo essencial. Através do método de pulverização (efeito de ingestão) que apresentou melhores resultados, os insetos ingeriram o óleo essencial que atingiu o sistema digestivo, provocando a morte de mais de 90% dos indivíduos, muito mais rapidamente (em apenas uma hora) do que através do contato pela cutícula ou pela via respiratória através dos demais métodos.

Já a toxicidade via fumigação (via respiratória), apresentada através do método de volatilização no presente estudo, o qual não se mostrou eficiente, pode ser variável conforme espécie de inseto e do tipo de óleo essencial utilizado, bem como os seus componentes, segundo Rajendran; Sriranjini (2008). Ainda, segundo os mesmos autores, a fase de vida dos insetos também é um fator considerável, devido às diferenças nas taxas respiratórias.

Alguns óleos essenciais e seus componentes químicos têm sido efetivos no controle de diversas pragas de grãos armazenados. Óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* aplicados através do método de contato (imersão), apresentaram efeito tóxico para adultos de *S. zeamais* (ESTRELA et al., 2006). Para o método de volatilização (fumigação) resultado diferente ao do presente estudo foi observado por Tapondjou et al. (2005) e Huang et al. (2000) utilizando óleo essencial

de *Eucalyptus saligna*, *Cupressus sempervirens* e *Elettaria cardamomum*, em que esses apresentaram efeito tóxico sobre indivíduos de *S. zeamais*.

Além dos métodos empregados, com relação as substâncias presentes nos óleos essenciais, cineol, linalol e limoneno possuem ação inseticida sobre pragas de grãos armazenados. Dentre esses, linalol e cineol estão presentes no óleo essencial de *O. basilicum* (LUZ et al., 2009), o que possivelmente também pode explicar sua eficácia sobre a mortalidade de *S. zeamais*, todavia, na maior dosagem utilizada (10%).

O cineol e o linalol são monoterpenos, que se caracterizam como compostos de origem vegetal dentre os mais importantes presentes em grande abundância em óleos essenciais. Esses monoterpenos possuem alto potencial para interferências tóxicas em processos bioquímicos básicos nos insetos, principalmente em sua fisiologia (KABEH; JALINGO, 2007; PRATES; SANTOS, 2002).

Em trabalho realizado por Wang et al. (2011), linalol apresentou efeito tóxico sobre *S. zeamais*, causando mortalidade dos indivíduos. Muitas dessas moléculas podem ocasionar danos no sistema nervoso dos insetos, devido ao seu comportamento tóxico ou de repelência (ESTRELA et al., 2006), o que pode ter ocorrido no presente estudo.

O modo de ação em que os óleos essenciais atuam no sistema nervoso dos insetos, está relacionado com a rapidez na mortalidade deles. Podem ocorrer interferências sobre o neuromodulador octopamina que age como neurohormônio, neuromodulador e neurotransmissor, regulando os batimentos cardíacos, os movimentos, o comportamento e o metabolismo dos insetos (COITINHO et al., 2011; ROEDER, 1999), e por fim sua mortalidade.

Diversos estudos demonstram o potencial do uso de óleos essenciais como método alternativo para proteção e controle de sementes de diversas pragas de produtos armazenados no Brasil (MAGALHÃES et al., 2015; SOUZA et al., 2016; ARAÚJO et al., 2017). Assim é possível inferir que os resultados obtidos no presente estudo evidenciam a importância da utilização de óleos essenciais como uma alternativa para o manejo de *S. zeamais* no armazenamento de sementes. A eficiência observada, aliada à baixa toxicidade para o ambiente, rápida degradação, segurança para os aplicadores e consumidores, intensificam a necessidade da continuidade de pesquisas com óleos essenciais dessa e de outras espécies.

Segundo Araújo et al. (2017) existe um fator muito importante a ser observado que muitas vezes é negligenciado nesse tipo de estudo, que é a origem da população

dos insetos. Esse fato foi comprovado em estudo realizado pelos autores com populações de diferentes estados brasileiros, com condições climáticas diferentes, o que se refere a capacidade de cada população a adaptação em condições adversas e resistência ao efeito tóxico dessas substâncias. No estudo de Araújo et al. (2017) as cinco populações de *S. zeamais* exibiram diferentes padrões de efeitos tóxicos e comportamentais quando submetidos aos óleos essenciais de *O. basilicum*, o que justifica a realização de novos estudos que abordem esse aspecto.

Nesse contexto, para melhor compreensão do efeito do óleo essencial de *O. basilicum* sobre *S. zeamais*, recomenda-se a realização de novos estudos, que avaliem populações de insetos de diferentes localidades e maiores concentrações do óleo, principalmente para os métodos de volatilização e imersão. Possivelmente em maiores concentrações, devido ao comportamento linear crescente, também será possível observar maior eficiência em menor tempo após a aplicação, assim como obtido com o método de pulverização dos grãos. Recomenda-se também o estudo sobre o efeito repelente e de outras características como a alterações no comportamento sexual, inibição da oviposição, taxa respiratória, inibição do crescimento e da alimentação, entre outras.

6 CONCLUSÃO

Óleo essencial de *O. basilicum* é eficaz sob o controle de indivíduos de *S. zeamais*, sendo que a dose de 10% apresentam maior eficiência. Quanto maior o período de exposição ao óleo essencial, maior a mortalidade de *S. zeamais*.

O método de pulverização dos grãos (efeito de ingestão) apresenta melhores resultados quando comparado aos demais métodos de aplicação, mostrando alta eficiência com apenas uma hora após a aplicação do óleo essencial.

O método de imersão dos insetos em óleo essencial de *O. basilicum* apresenta resultados medianos de controle de indivíduos de *S. zeamais*, aumentando-se consideravelmente somente após 96 horas de imersão.

O método de volatilização (efeito de fumigação) não se mostra eficiente para aplicação do óleo essencial de *O. basilicum* para o controle de indivíduos de *S. zeamais*, dentro dos períodos testados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, A. J.; FONTES, L. S.; ARTHUR, V. Determinação da perda de peso do milho (*Zea mays*) provocada por *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamais*. **Revista Ecosystema**, v. 27, n. 1, n. 2, 2002.

ARAÚJO, A. M. N.; FARONI, L. R. D; OLIVEIRA, J. V. de; NAVARRO, D. M. A. F.; BARBOSA, D. R. S.; BREDA, M. O.; FRANÇA S. M. de. Lethal and sublethal responses of *Sitophilus zeamais* populations to essential oils. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 2, p. 589-600, 2017.

ASAWALAM, E. F.; EMOSAIRUE, S. O.; HASSANALI, A. Essential oil of *Ocimum grattissimum* (Labiatae) as *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) protectant. **African Journal of Biotechnology**, v. 7 p. 3771-3776, 2008.

BELONG, P.; NTONGA, P. A.; BAKWO FILS, E. M.; DADJI, G. A. F.; TAMESSE, J. L. Chemical composition and residue activities of *Ocimum canum* Sims and *Ocimum basilicum* L essential oils on adult female *Anopheles funestus* ss. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 19, p. 2854-2863, 2013.

BHERING, L. L. RBIO: A tool for biometric and statistical analysis using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 187-190, 2017.

CABALLERO-GALLARDO, K.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. E. Repellent Activity of essential oils and some of their individual constituents against *Tribolium castaneum* Herbst. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 5, p. 1690-1690, 2011.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; BLANK, A. F.; ALVES, P. B.; EHLERT, P. A. D.; MELO, A. S.; CAVALCANTI, S. C. H.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 24-30, 2006.

CASSEL, E.; VARGAS, R. M. F. Experiments and modeling of the *Cymbopogon winterianus*: Essential oil extraction by steam distillation. **Journal of Mexican Chemical Society**, v. 50, n. 3, p. 126-129, 2006.

CHAUBEY, M. K. Fumigant and contact toxicity of *Allium sativum* (Alliaceae) essential oil against *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Dryophthoridae). **Entomology and Applied Science Letters**, v. 3, n. 2, p. 43-48, 2016.

CLOYD, R. Natural indeed: Are natural insecticide safer and better than conventional insecticide? **Illinois Pesticide Review**, v.17, n. 3, 2004.

COITINHO, R. L. B. de C.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. da. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. **Ciência Rural**, v. 40, n. 7, p. 1492-1496, 2010.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CAMARA, C. A. G. da. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 172-178, 2011.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: Conab, 2020.

COPPING, L. G.; MENN, J. J. Review Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. **Pest Manag Science**, v. 56, p. 651-676, 2000.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Insecticidal activities of plants and applications: a review. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, 2011.

COSTA, T. V. **Incidência do gorgulho (*Sitophilus zeamais*) em grãos de milho sob condições de armazenamento em silo vertical**. 73f. Trabalho de Curso (Tecnóloga em Produção de Grãos), Universidade Estadual de Goiás (UEG), Câmpus Posse – GO, 2018.

CRUZ, J. C.; WAQUI, J. M.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. **Cultivo do milho: pragas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007.

DOURADO N. D., FANCELLI, A. L. **Produção de milho**. Guaíba. Editora: Agropecuária, 2000.

ESTRELA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.217-222, 2006.

FARONI, L. R. D. A.; SILVA, J. de S. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: SILVA, Juarez de Sousa et al. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas**. 1. ed. Viçosa: Aprenda fácil, 2000, p. 345-382.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. de. Atividade inseticida do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum (Bignoneaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 599-604, 2007.

FRANÇA, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; ESTEVES FILHO, A. B.; OLIVEIRA, C. M. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. **Acta Amazonica**, v. 42, p. 381-386, 2012.

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, p. 303-307, 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, p. 839-840.

GARCIA, J. L. M. **A importância do nim indiano, o bioprotetor natural**. São Paulo: Associação de Agricultura Orgânica de São Paulo. 2000.15p.

GILBERT, N.; RAWORTH, D. A. Insects and temperature - a general theory. **The Canadian Entomologist**, v. 128, p. 1-13, 1996.

HUANG, Y.; LAM, S.L.; HO, S.H. Bioactivities of essential oil from *Ellateria cardamomum* (L.) Maton. To *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v. 36, n. 2, p. 107-117, 2000.

JUNG, P. H.; SILVEIRA, A. C. da; NIERI, E. M.; POTRICH, M.; SILVA, E. R. L. da; REFATTI, M. Atividade inseticida de *Eugenia uniflora* L. e *Melia azedarach* L. sobre *Atta laevigata* Smith. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 191-196, 2013.

KABEH, J. D.; JALINGO, M. G. D. S. S. Pesticidal effect of bitter leaf plant *Vernonia amygdalina* (Compositae) leaves and pirimiphos-methyl on larvae of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 9, n. 3, p. 452-454, 2007.

LÓPEZ, M.D.; JORDÁN, M.J.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. Toxic compounds in essential oils of coriander, caraway and basil active against stored rice pests. **Journal of Stored Products Research**, v. 44, p. 273-278, 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. p. 544, 2002.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A. Principais Pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento – Série Sementes. **Circular técnica 73**, Embrapa: Londrina – PR, 2010.

LUZ, J. M. Q.; MORAIS, T. P. S.; BLANK, A. F.; SODRÉ, A. C. B.; OLIVEIRA, G. S. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de manjeriço sob doses de cama de frango. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 349-353, 2009.

MAGALHÃES, C. R. I.; OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; BRITO, S. S. S.; MAGALHÃES, T. A.; FERRAZ, M. S. S. Potencial inseticida de óleos essenciais sobre *Tribolium castaneum* em milho armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, supl. III, p. 1150-1158, 2015.

MARANGONI, C.; MOURA, N. F. de; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 95-112, 2012.

MARTINEZ-VELAZQUEZ, G. A.; CASTILLOHERRERA, R.; ROSARIO-CRUZ, J. M.; FLORESFERNANDEZ, J.; LOPEZ-RAMIREZ, R.; HERNANDEZ-GUTIERREZ, E.; LUGO-CERVANTES, C. Acaricidal effect and chemical composition of essential oils extracted from *Cuminum cyminum*, *Pimenta dioica* and *Ocimum basilicum* against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v. 108, n. 2, p. 481-487, 2011.

MARTINS, A. G. L. A.; NASCIMENTO, A. R.; FILHO, J. E. M.; MENDES FILHO, N. E.; SOUZA, A. G.; ARAGÃO, N. E.; SILVA, D. S. V. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alfaces. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1791-1796, 2010.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; RODRIGUES, L. M. A.; FIGUEIREDO, A. C. S. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, p. 213-220, 2016.

MISHRA, B. B.; TRIPATHI, S. P.; TRIPATHI, C. P. M. Repellent effect of leaves essential oils from *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) and *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) against two major stored grain insect pests of Coleopterons. **Nature and Science**, v. 10, p. 50-54, 2012.

OLIVEIRA, M. A. C. de. **Investigação das propriedades anticariogênicas de óleos essenciais: atividade antimicrobiana e caracterização química.** 96f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em biopatologia bucal, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. 2012.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W. de S.; MELLO, A. V. de; DIDONET, J.; PORTELLA, A. C. F.; NASCIMENTO, Ildon R. do. Toxicidade de óleos essenciais de eucalipto e citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 609-618, 2011.

OTTAI, M. E. S.; SAYEDA S. A.; EL DIN, M. M. Genetic variability among some quantitative characters, insecticidal activity and essential oil composition of two Egyptian and French sweet basil varieties. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 6, n. 3, p. 185-192, 2012.

PEREIRA, R. de C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjeriço: cultivo e utilização.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

POPOVIC, Z.; KOSTIC, M.; POPOVIC, S.; SKORIC, S. Bioactives of essential oils from basil and sage to *Sitophilus oryzae* L. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 20, p. 36-40, 2015.

PRATES, H. T.; SANTOS, J. P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados, In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos.** Campinas: IBG, 2000. p. 443-461.

PIMENTEL, M. A. G.; VIEIRA, V. A.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V.; ALBEMAZ, W. M. **Recomendações de boas práticas de armazenamento de milho em espiga para agricultura familiar.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

PROCÓPIO, S. de O.; VENDRAMIM, J. D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SANTOS, J. B. dos. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1231-1236, 2003.

RAJENDRAN, S.; SRIRANJINI, V. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **Journal Stored Products Research**, v. 44, p. 126-135, 2008.

REICHERT JÚNIOR, F. W.; SCARIOT, M. A.; ECKER, S. L.; CAMPOS, A. C. T. de; MENEGUZZO, M.; RADUNZ, A. L.; RADUNZ, L. L.; GALON, L.; TREICHEL, H.; MOSSI, A. J. Estudo do efeito repelente, inseticida do óleo essencial de *Baccharis dracunculifolia* DC no controle de insetos (*Sitophilus zeamais*) em grãos de milho

armazenados. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 8, 2013. Porto Alegre, RS. **Anais...** RS: Porto Alegre, 2013.

RESTELLO, R. M.; MENEGATT, C.; MOSSI, A. J. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 304-307, 2009.

ROEDER, T. Octopamine in invertebrates. **Progress in Neurobiology**, v. 59, n. 5, p. 533-561, 1999.

SANTOS, J. P.; CRUZ, I. **Armazenamento e controle de pragas do milho**. 4. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA. 1987.

SANTOS, F. C. C. dos; FERNANDA SILVEIRA FLORES VOGEL, F. S. F.; MONTEIRO, S.G. Efeito do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sobre o carrapato bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em ensaios in vitro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1133-1139, 2012.

SEDLACEK, J. D.; BARNEY, R. J.; PRICE, B. D.; SIDDIQUI, M. Effect of several management tactics on adult mortality and progeny production of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on stored corn in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, p. 100-105, 1991.

SIANI, A. C.; SAMPAIO, A. L. F.; SOUSA, M. C. de; HENRIQUES, M. das G. M. O.; RAMOS, M. F. de S. Óleos essenciais. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, p. 38-43, 2000.

SILVEIRA, R. D.; FARONI, L. R. D. A.; PIMENTAL, M. A. G.; ZOCOLO, G. J. Influência da temperatura do grão de milho, no momento da pulverização, e do período de armazenamento, na mortalidade de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, pela mistura bifenthrin e pirimifós-metil. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 31, p. 120-124, 2006.

SOUZA, V. N.; OLIVEIRA, C. R. F. de; MATOS, C. H. C.; ALMEIDA, D. K. F. de Fumigation toxicity of essential oils against *Rhyzopertha dominica* (f.) in stored maize grain. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 435-450, 2016.

SOUZA, A. W. A.; PIRES, G. A. **Cultura do milho**. Rio Branco, 2013. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgH8kAE/cultura-milho#>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

VENÂNCIO, A. M. **Toxicidade aguda e atividade antinociceptiva do óleo essencial do *Ocimum basilicum* L. (manjeriçã), em *Mus musculus* (camundongos)**. 110f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2006.

VIANA, P. A.; CRUZ, I.; WAQUIL, J. M. Pragas. In: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (Ed.). **Cultivo do milho**. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

VIEIRA, P. C.; MAFEZOLI, J.; BIAVATTI, M. W. Inseticidas de origem vegetal. In: CORRÊA, A. G.; VIEIRA, P. C. **Produtos Naturais no Controle de Insetos**. 2 ed., São Carlos: Ufscar, p. 75-88, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Artmed, Porto Alegre. 2017

TAPONDJOU, L. A.; ADLER, C.; FONTEM, D. A.; BOUDA, H.; REICHMUTH, C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research**, v. 41, n. 1, p. 91-102, 2005.

WANG, C. F.; YANG, K.; ZHANG, H. M.; CAO, J.; FANG, R.; LIU, Z. L.; DU, S.; S.; WANG, Y. Y.; DENG, Z. W.; ZHOU, L.; Components and insecticidal activity against the maize weevils of *Zanthoxylum schinifolium* fruits and leaves. **Molecules**, v. 16, n. 4, p. 3077-3088, 2011.

WORDELL FILHO, J. A.; RIBEIRO, L. do P.; CHIARADIA, L. A.; MADALÓZ, J. C.; NESI, C. N. Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo. Florianópolis: Epagri, **Boletim Técnico**, n. 170, 2016. p. 82