

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

GILMARISE DEVENS

EFEITO INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTS., 1885 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS- PR

2016

GILMARISE DEVENS

EFEITO INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTS., 1885 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Trabalho de conclusão do Curso Superior em Ciências Biológicas – Licenciatura, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Bióloga.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Michele Potrich

DOIS VIZINHOS- PR

2016

D489e Devens, Gilmarise.
 Efeito inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots., 1885 (Coleoptera: Curculionidae). /
 Gilmarise Devens – Dois Vizinhos: [s.n], 2016.
 44f.:il.

 Orientadora: Michele Potrich
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
 Ciências Biológicas. Dois Vizinhos, 2016.
 Bibliografia p.37-44

 1.Efeito químico (inseticida). 2.Óleos essenciais.
 I.Potrich, Michele, orient. II.Universidade Tecnológica
 Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III.Título

CDD:570

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso n°. 27

**Efeito inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* MOTS., 1985
(Coleoptera: Curculionidae)**

por

Gilmarise Devens

Este trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às _____ horas do dia **08 de dezembro de 2016**, como requisito parcial para obtenção do título de Biólogo (Curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos). O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

Profa. Dra. Natália Ramos Mertz
UTFPR-Dois Vizinhos

Profa. Dra. Michele Potrich
Orientador
UTFPR-Dois Vizinhos

Eng. Florestal Mestranda
Luma Dalmolin Stenger
UTFPR-Dois Vizinhos

Prof. Dr. Elton Celton de Oliveira
Coordenador do Curso de Ciências
Biológicas
UTFPR-Dois Vizinhos

“O termo de aprovação assinado se encontra na Coordenação do Curso.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente á Deus pela vida, por me guiar e atender minhas preces.

Agradeço aos meus pais, Nelson Devens e Sueli Maria Devens e a minha irmã, Luziane Samara, pelo apoio, orações e por todo carinho que recebo, por serem minha fonte de amor.

À Silvania Estela Radin, pela compreensão e paciência. Muito obrigada!

Ao meu esposo, Deni, pelo apoio, companheirismo, paciência, pelos incentivos, pelas horas de estudo que permaneceu ao meu lado, por ser meu porto seguro e principalmente pelo seu amor. A você meu amor incondicional!

Agradeço a Fernanda Colombo por disponibilizar do seu tempo para me auxiliar no laboratório. Obrigada Fer!

A todos os colegas da turma, que no decorrer desses anos se tornaram amigos, principalmente a Ana Flavia pelo companheirismo nos trabalhos. Aprendi muito com todos!

Meu agradecimento, de forma muito especial, a prof^a. Dr^a. Michele Potrich, pelas orientações, pela enorme paciência, pelos ensinamentos. Minha eterna gratidão!

“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir.”

Cora Coralina

RESUMO

DEVENS, Gilmarise. **Efeito inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots., 1885 (Coleoptera: Curculionidae)**. 2016. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

Sitophilus zeamais Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) é um dos principais insetos de grãos armazenados, causando prejuízos consideráveis por comprometerem a qualidade final do produto, inviabilizando seu uso e comercialização. O controle químico (inseticidas) é o mais utilizado para minimizar os efeitos deste inseto. No entanto, devido ao uso indiscriminado, os inseticidas vêm causando efeitos indesejáveis como seleção de populações de insetos resistentes, resíduos em alimentos e contaminação do ambiente. Desta forma, métodos alternativos, como o uso de óleos essenciais têm se apresentado como uma forma eficaz e promissora no controle de *S. zeamais*. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de laboratório, o efeito inseticida dos óleos essenciais de *Cymbopogon nardus* (Citronela), *Pogostemon cablin* (Patchouli) e *Lavandula dentada* (Lavanda) sobre *S. zeamais*. Para isto, estes óleos foram testados nas metodologias de volatilização, imersão e aplicação em grãos de arroz. Para estes bioensaios os óleos essenciais foram utilizados na concentração de 5%, diluído em água destilada esterilizada contendo Tween 80[®] (0,01%). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições contendo 15 insetos adultos não sexados cada. A cada 24 h, por um período de 10 dias, foi avaliado o número de insetos mortos. Para o método de volatilização o óleo essencial de *P. cablin* e *L. dentada* provocaram mortalidade a *S. zeamais* de 63,33% e 55,55%, respectivamente, após 10 dias de avaliação. O óleo essencial de *C. nardus* (15,55%) não diferiu da testemunha (5,55%) para esta técnica. Para o método de aplicação no alimento, os óleos de *C. nardus* (75,55%), *P. cablin* (68,88%) e *L. dentada* (66,66%) apresentaram efeito inseticida provocando mortalidade significativa a *S. zeamais* após 10 dias de avaliação. Na técnica de imersão os óleos *P. cablin*, *C. nardus* e *L. dentada* provocaram mortalidade significativa em *S. zeamais* com valores de 98,88%, 93,33% e 75,55% respectivamente, depois de 10 dias de avaliação. Os óleos essenciais utilizados neste estudo apresentam atividade inseticida por contato, fumigação e inalação, destacando-se nas três técnicas *P. cablin* e *L. dentada*.

Palavras-Chave: Gorgulho-do-milho. *Cymbopogon nardus*. *Lavandula dentada*. *Pogostemon cablin*

ABSTRACT

DEVENS, Gilmarise. **Insecticide effect of essential oils on *Sitophilus zeamais* Mots., 1885 (Coleoptera: Curculionidae)**. 2016. 44 f. Completion of course work (Undergraduate Degree in Biological Sciences - Licenciatura), Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

Sitophilus zeamais Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) is one of the main insects of stored grains, causing considerable damages and compromising the final quality of the product, it makes it impossible to use and commercialize. Chemical control (insecticides) is the most used to minimize the effects of this insect. However, due to the indiscriminate use, the insecticides have been causing undesirable effects such as selection of resistant insect populations, residues in food and environmental contamination. Thus, alternative methods such as the use of essential oils have been presented as an effective and promising way to control *S. zeamais*. In this context, the objective of this work was to evaluate, under laboratory conditions, the insecticidal effect of *Cymbopogon nardus* (Citronella), *Pogostemon cablin* (Patchouli) and *Lavandula dentada* (Lavender) on *S. zeamais*. For this, they were tested in the methodologies of volatilization, immersion and application in rice grains. For the bioassays the essential oils were used in the 5% concentration, diluted in sterile distilled water containing Tween 80[®] (0,01%). The experimental design was completely randomized in six replicates with 15 insects adults not sexed. Every 24 hours, for a period of 10 days, the number of insects dead was evaluated. For the volatilization method, the essential oil of *P. cablin* and *L. dentada* caused mortality to *S. zeamais* in 63,33% and 55,55%, respectively, after 240 h of evaluation. The *C. Nardus* essential oil(15,55%) did not differ from the control (5,55%) for this technique. For the method of application in the food, the oils of *C. Nardus* (75,55%), *P. cablin* (68,88%) e *L. dentada* (66,66%) presented an insecticidal effect causing significant mortality on *S. zeamais*, after 10 days of evaluation. In the immersion technique the oils *P. cablin*, *C. Nardus* and *L. dentada* resulted in significant mortality on *S. zeamais* with values of 98,88%, 93,33% and 75,55%, respectively, after 10 days of evaluation. The essential oils tested in this study show insecticidal contact, fumigation and inhalation activity, highlighting the oils of *P. cablin* e *L. dentada*.

Keywords: Corn weevil. *Cymbopogon nardus*. *Lavandula dentada*. *Pogostemon cablin*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de mortalidade (\pm E. P.) de *S. zeamais* quando expostos a diferentes óleos essenciais em técnica de avaliação por volatilização após 10 dias (27 ± 2 °C e U.R de $55 \pm 10\%$, fotoperíodo 12 horas).....28

Tabela 2 – Porcentagem de mortalidade (\pm E. P.) de *S. zeamais* quando expostos a diferentes óleos essenciais em técnica de avaliação por pulverização no alimento após 10 dias (27 ± 2 °C e U.R de $55 \pm 10\%$, fotoperíodo 12 horas).....31

Tabela 3 – Porcentagem de mortalidade (\pm E. P.) de *S. zeamais* quando expostos a diferentes óleos essenciais em técnica de avaliação por imersão após 10 dias (27 ± 2 °C e U.R de $55 \pm 10\%$, fotoperíodo 12 horas).....34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - diluição dos óleos essenciais e testemunha (água + Tween 80®).....	24
Figura 2 – Frasco contendo bioensaio de volatilização com disco de papel filtro impregnado com 1 mL de óleo essencial, 1 cm de pérolas de vidro nº4, disco de papel filtro sem óleo essencial, 20 g de arroz com 15 insetos adultos não sexados de <i>S. zeamais</i> , acondicionado em câmara BOD com fotoperíodo de 12 h e temperatura média de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e U.R de $55 \pm 10\%$.	25
Figura 3 - Frascos contendo bioensaio de aplicação no alimento com 20 g de arroz , 1 mL de óleo essencial e 15 insetos adultos não sexados de <i>S. zeamais</i>	26
Figura 4 – bioensaio de imersão contendo 15 adultos de <i>S. zeamais</i> não sexados, após contato com o óleo essencial, alocados em 20 g de arroz sem tratamento.	27
Figura 5 - Porcentagem de mortalidade acumulada de <i>S. zeamais</i> quando exposto ao tratamento de volatilização de óleos essenciais.....	29
Figura 6 - Porcentagem de mortalidade acumulada de <i>S. zeamais</i> quando exposto ao tratamento de arroz pulverizado com óleos essenciais.....	32
Figura 7- Porcentagem de mortalidade acumulada de <i>S. zeamais</i> quando exposto ao tratamentode imersão com óleos essenciais.	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 GRÃOS ARMAZENADOS	14
2.2 <i>Sitophilus zeamais</i> MOTSCHULSKY, 1885 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).....	15
2.2.1 Biologia	15
2.2.2 Danos	16
2.3 CONTROLE.....	18
2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS.....	19
2.4.1 Óleo essencial de <i>Pogostemon cablin</i> Benth. (Lamiaceae).....	21
2.4.2 Óleo essencial de <i>Lavandula dentada</i> (Lamiaceae)	21
2.4.3 Óleo essencial de <i>Cymbopogon nardus</i> . (L.) Rendle (Poaceae).....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR VOLATILIZAÇÃO, SOBRE <i>S. zeamais</i>	25
3.2 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, APLICADOS EM ARROZ, SOBRE <i>S. zeamais</i> .	26
3.3 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR IMERSÃO, SOBRE <i>S. zeamais</i>	26
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR VOLATILIZAÇÃO, SOBRE <i>S. zeamais</i>	28
4.2 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, APLICADOS EM ARROZ, SOBRE <i>S. zeamais</i> .	31
4.3 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR IMERSÃO, SOBRE <i>S. zeamais</i>	33
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Sitophilus zeamais Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) conhecido como gorgulho-do-milho, destaca-se entre as pragas de grãos armazenados por apresentar ampla distribuição geográfica e por ser considerado uma praga primária, infestando grãos no campo, antes do armazenamento (SANTOS, 2013).

Os danos ocasionados por *S. zeamais* são de ordem qualitativa e quantitativa, uma vez que este inseto pode perfurar grãos sadios para sua alimentação e oviposição, possibilitando a instalação de patógenos e pragas secundárias, ocasionado à perda de peso e poder germinativo das sementes. Dependendo do grau de infestação e dos danos ocasionados, o uso dos grãos pode ser comprometido ou mesmo inviabilizado, causando perdas econômicas (LORINI et al. 2015).

O controle deste inseto é realizado principalmente, pelo método químico que consiste no uso de inseticidas químicos utilizados tanto como forma preventiva como curativa (LORINI et al. 2015). No entanto, o uso indiscriminado desses produtos vem causando efeitos indesejáveis para o ambiente e para o homem. Desta forma, novas pesquisas são necessárias para encontrar alternativas que sejam mais seguras, eficientes e economicamente viáveis no controle de *S. zeamais*. O uso de produtos naturais oriundos do metabolismo secundário de plantas como vegetais (RESTELLO; MENEGATT; MOSSI, 2009) e óleos essenciais (VEDOVATTO et al. 2015), são uma opção por apresentar resultados de toxicidade e repelência às pragas de grãos armazenados.

Deste modo, os óleos essenciais, derivados de plantas com ação inseticida são de fácil aquisição, preparo e aplicação, apresentam menor risco de contaminação ambiental, pois são facilmente biodegradados, além de não contaminarem os alimentos com resíduos tóxicos. O emprego do uso de óleos essenciais no controle de *S. zeamais*, mostra-se bastante promissor.

Desta forma, este estudo visa avaliar o efeito inseticida dos óleos de *Cymbopogon nardus* (L.), Rendle (Citronela), *Lavandula dentada* (L) (Lavanda) e *Pogostemon cablin* (Patchouli). Estas plantas apresentam metabolitos secundários como terpenos (monoterpenos, sesquiterpenos), que conferem ao óleo essencial ação fungicida, anti-inflamatória, bactericida, aromática, inseticida e repelente.

Cymbopogon nardus, conhecida como citronela, é rica em monoterpenos, como citronelal e citronelol, compostos com ação inseticida e repelente, respectivamente (GOMES; FAVERO, 2011; OOTANI et al., 2011). Estudos comprovam que o óleo essencial desta planta possui atividade inseticida pelos métodos de volatilização e pulverização contra insetos da ordem Coleoptera, como os cascudinhos de aviário *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) e ao besourinho dos grãos *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831). (Coleoptera: Laemophloeidae) Para *S. zeamais*, em bioensaio de repelência, este óleo essencial não demonstrou-se eficaz (OOTANI et al., 2011). Sabendo que este óleo apresenta ação inseticida, é necessário estudos sobre o potencial do mesmo em diferentes metodologias de aplicação sobre *S. zeamais*.

Lavandula dentada, conhecida popularmente por lavanda, apresenta como principais compostos químicos os monoterpenos (cinoel, linanol) e sesquiterpenos (limoneno). Estudos realizados com óleos essenciais de outras plantas, que também apresentam em suas propriedades estes compostos químicos, comprovaram a ação inseticida contra insetos da ordem Coleoptera, incluindo *S. zeamais* (PRATES; SANTOS, 2002).

O óleo essencial de *P. cablin* também apresenta ação repelente e inseticida contra insetos (ZHU et al, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2013). Esta característica é devido à presença de terpenos, principalmente patchoulol. Um estudo realizado sobre o efeito deste óleo em *S. zeamais*, demonstrou que houve mortalidade e repelência destes insetos (SANTOS, 2013).

Os óleos essenciais de citronela, lavanda e patchouli apresentam compostos químicos que podem ocasionar toxicidade a *S. zeamais*. No entanto, percebe-se uma carência de estudos sobre a ação destes óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados, incluindo *S. zeamais* por diferentes técnicas de aplicação.

Em face do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar, em condições de laboratório, a atividade inseticida dos óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus*), lavanda (*Lavandula dentada*.) e patchouli (*Pogostemon cablin*), pelos métodos de volatilização, imersão e aplicação em grãos de arroz, sobre *S. zeamais*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GRÃOS ARMAZENADOS

O Brasil é um dos países que se destaca no cenário internacional pela produção de grãos. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção estimada para a safra 2015/2016 é de 209 milhões de toneladas de grãos como feijão, arroz, soja, algodão, milho, trigo, cevada e outros (CONAB, 2016).

A produção de grãos se faz expressiva devido à possibilidade de estocar grande parte do que é produzido, permitindo a sua comercialização conforme as necessidades de mercado. Entretanto, o processo de armazenamento está sujeito às deteriorações e perdas devido a interações entre os fenômenos físicos, como temperatura e umidade, químicos, como a disponibilidade de oxigênio e biológicos pela ação de micro-organismos, insetos, roedores e pássaros. As perdas durante a fase de armazenamento são elevadas e irrecuperáveis por se tratar do produto final (PIMENTEL; SANTOS; LORINI, 2011).

A conservação inadequada dos grãos em armazéns graneleiros de grande capacidade estática, com sistema deficiente ou inexistente de controle de temperatura, deficiências na aeração, presença de insetos determinam as perdas quantitativas e qualitativas, no entanto, o processo de armazenamento deve manter os grãos com o mínimo de perdas (LORINI, 2008; LORINI et al., 2015).

Deste modo, os insetos constituem o principal fator de danos ocasionados nos grãos durante o período de armazenagem, pois podem causar a perda parcial ou total do produto, dependendo do grau de infestação (ALMEIDA; GOLDFARB; GOUVEIA, 1999). Segundo Lorini et al. (2015), a qualidade dos grãos afetados é prejudicada, pois ocorre à redução do teor de massa seca, perda de poder germinativo das sementes e contaminação por ácaros e fungos. Desta forma, o uso dos grãos é comprometido acarretando em um menor valor ou mesmo inviabilizando sua comercialização.

Dentre os insetos, o gorgulho *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885, pertencente à ordem Coleoptera, família Curculionidae destaca-se como uma das principais pragas que infestam grãos armazenados, ocasionando prejuízos consideráveis à esta produção (ESTRELA et al., 2006).

2.2 *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1885 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

2.2.1 Biologia

Sitophilus zeamais pertence à família Curculionidae, na qual estão descritas cerca de 40.000 espécies (LIMA JUNIOR, 2011). São encontrados praticamente em todas as regiões quentes e tropicais do mundo (LEÃO, 2007). *S. zeamais* destaca-se como uma das mais importantes pragas associadas aos grãos armazenados (VEDOVATTO et al., 2015). Este inseto possui numerosos hospedeiros, podendo infestar grãos a campo, como nas unidades de armazenamento, apresentado elevado potencial biótico, capacidade de penetração em grãos (ALMEIDA; GOLDFARB; GOUVEIA, 1999; GALLO et al, 2002;).

Os adultos de *S. zeamais* são de vida longa, podendo alcançar até 140 dias, apresentam de 2,0 a 3,5 mm de comprimento, de coloração castanho-escuro, com quatro manchas avermelhadas nas asas anteriores, denominados élitros (LORINI; SCHNEIDER, 1994). Outra característica singular do adulto desta espécie é a projeção da cabeça a frente dos olhos, na forma de rostró curvado bem definido, com o aparelho bucal mastigador em seu ápice. Os machos apresentam o rostró mais curto e grosso, já nas fêmeas, o rostró é mais longo e afilado (LORINI; SCHNEIDER, 1994; GALLO et al, 2002).

Durante seu ciclo de vida, a postura média de uma fêmea é de 282 ovos, sendo que o período de incubação oscila entre 3 e 6 dias, e o ciclo de ovo até a emergência é de 34 dias, passando por quatro instares. É possível que o *S. zeamais* complete de 8 a 10 gerações anuais (GALLO et al. 2002; LORINI, 2008).

A postura dos ovos depende de fatores ecológicos como umidade, luminosidade e temperatura (GALLO et al., 2002). Os ovos raramente são colocados em grãos com umidade inferior a 10,5%, e tanto a duração do ciclo larval como a mortalidade dos estágios imaturos é aumentada em grãos com menos de 13% de umidade (LEÃO, 2007). O desenvolvimento é acelerado em grãos com teor de umidade entre 14 e 16% (GALLO et al., 2002; LIMA JUNIOR, 2011). As fêmeas perfuram os grãos com a mandíbula, formando pequenos orifícios onde depositam os ovos individualmente. Após isto, a cavidade é coberta com uma secreção gelatinosa, produzida pelas glândulas associadas ao ovipositor, selando o ovo no grão,

dificultando assim a percepção dos orifícios de postura (GALLO et al. 2002; EVANS 1981 apud LEÃO, 2007).

As larvas de 2 a 3 mm de comprimento são de coloração amarelo-clara, do tipo curculioniforme, carnudas e com a cabeça de cor marrom-escura, e as pupas apresentam cor branca leitosa (GALLO et al., 2002; LORINI, 2008). Após a eclosão, a larva se alimenta da parte interna do grão enquanto se desenvolve. Em casos de duas ou mais larvas presentes em um mesmo grão, estas podem apresentar canibalismo sobre os indivíduos fracos ou pequenos. A fase de pupa também ocorre no interior do grão. O adulto, logo que emerge, cava a saída para o exterior, deixando o orifício de emergência característico. (GALLO et al., 2002; LIMA JUNIOR, 2011).

2.2.2 Danos

Conhecido popularmente por caruncho ou gorgulho do milho, este inseto é considerado uma praga agrícola que danifica principalmente grãos armazenados, como milho, feijão, aveia, trigo, arroz, dentre outros grãos e sementes. No entanto, por apresentar infestação cruzada, também tem a capacidade de atacar e danificar grãos no campo (GALLO et al., 2002; LORINI et al., 2015).

Sitophilus zeamais é considerado uma praga primária interna, pois é capaz de infestar grãos íntegros e sadios, devido à presença de mandíbulas desenvolvidas, que rompem as películas protetoras e penetram nos grãos, alimentando-se de seu conteúdo interno, desta forma há uma redução de peso, qualidade física, fisiológica e nutricional da semente (GALLO et al., 2002). Também, por completarem seu ciclo evolutivo no interior do grão, abrem o caminho para o ataque de outros insetos ou mesmo contaminação da massa dos grãos por impurezas. Sendo assim, os danos nos grãos ocasionados pelo besouro *S. zeamais* podem ser originadas tanto pelos adultos quanto pelas larvas (TAVARES; VENDRAMIM, 2005).

A perda de peso em grãos armazenados é maior conforme o tempo e o número de insetos em contato com os grãos. Estudos realizados em condições de laboratório comprovam que, em uma infestação com 50 insetos em 500 g de milho híbrido, a perda de peso dos grãos chega a 15% após um período de 120 dias (CANEPELLE et al., 2003). Resultados semelhantes foram obtidos por Antunes et al. (2011), na qual a perda de peso chegou a 17%

em 120 dias. A infestação de *S. zeamais* em grãos armazenados compromete a qualidade dos grãos armazenados. Para as indústrias de alimento, a perda de qualidade é mais preocupante que a perda de peso.

A presença de insetos vivos ou mortos, ou mesmo partes de seu corpo como asas, pernas, resíduos produzidos por estes, como excreções, alterações de odor, umidade e de temperatura alteram a qualidade do produto, pois comprometem as características químicas e nutricionais, levando a uma redução do valor comercial ou mesmo a inviabilização do uso para fins alimentícios (SANTOS et al., 2002; ALENCAR et al., 2011).

No que se refere à interferência na germinação de grãos infestados por *S. zeamais*, Santos; Maia e Cruz (1990) comprovaram que em sementes de milho a redução na germinação foi significativa desde a deposição do ovo, afetando 13% do poder germinativo, chegando ao índice de 94% até a fase de pupa/adulto. Ainda segundo os autores, a redução na germinação ocorre devido aos danos nas partes vitais do embrião. Além disso, em sementes que apresentavam orifícios de emergência dos carunchos adultos, houve um intenso aparecimento de fungos o que contribuiu para a redução do poder germinativo (PRATES; SANTOS, 2002).

Além dos danos ocasionados em grãos, tanto no campo como em armazenamento, *S. zeamais* pode atacar produtos industrializados como farinhas, massas, macarrões, bolachas e chocolates (GALLO et al., 2002; LORINI et al., 2015). Além disso, os casos de danos em frutíferas têm sido cada vez mais comuns. Relatos de prejuízos ocasionados por *S. zeamais* na cultura da videira, perfurando as bagas e aumentando assim a podridão dos frutos pela proliferação de bactérias foi realizado por Botton; Lorini e Afonso (2005). Estes autores verificaram que em parreirais de *Vitis vinifera* os danos nas bagas chegaram a 80%.

A flutuação populacional de *S. zeamais* e a distribuição destes em plantas de pessegueiro na região de Pelotas, Rio Grande do Sul, ocasiona danos tanto em cultivares precoces como em tardios, sendo que a maior incidência é na fase de colheita. Já a cultura de macieira, também desta região, é atacada no período de maturação que perdura sete semanas. A infestação nos cultivares de macieira e pessegueiro ocorre em frutos que estão acima de 1,7m do solo, sendo os machos os primeiros a infestarem os pomares (NÖRNBERG et al., 2013).

2.3 CONTROLE

O método químico é o mais utilizado na tentativa de minimizar os prejuízos causados por *S. zeamais* em grãos armazenados. O uso de inseticidas químicos é feito de forma preventiva ou curativa e se destacam por apresentarem efetividade, baixo custo e serem de fácil manejo (TAVARES; VENDRAMIM, 2005; LORINI et al. 2015).

A utilização de inseticidas químicos para o controle de pragas em grãos teve início durante a Segunda Guerra Mundial, devido a pesquisas por produtos biocidas. Seu uso foi amplamente difundido em meados da década de 50 com o uso do DDT, inseticida organoclorado, dieldrin, clordano, dentre outros. Estes inseticidas sintéticos mostraram-se muito mais potentes e menos específicos que os naturais, até então utilizados para o controle de insetos pragas, sendo estes últimos substituídos (VEIGAS JUNIOR, 2003).

Tradicionalmente, para o controle de infestações em grãos armazenados utiliza-se a técnica de pulverização como tratamento preventivo e a técnica de expurgo ou fumigação para o tratamento curativo (LORINI et al, 2015). Na técnica de pulverização ocorre a aplicação do inseticida sobre os grãos visando protegê-los contra o ataque de pragas. Já a técnica de fumigação, consiste na liberação de um gás (fosfina), no interior do lote de grãos em concentração letal para as pragas. O gás difunde-se na forma de moléculas isoladas e penetra em toda a massa de grãos agindo sobre a fauna existente (LORINI et al, 2015).

A fosfina (PH₃, proveniente de fosfito de alumínio ou de magnésio) é um biocida geral, altamente tóxico, liberado na presença de umidade do ar, sendo eficaz no controle de todas as fases (ovo, larva, pupa e adultos) das pragas de grãos e sementes armazenadas. A fosfina atua no sistema respiratório, inibindo a respiração celular dos insetos (SMIDERLE; CICERO, 1999; REZENDE, 2011; LORINI et al., 2015).

De acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT, 2016), os inseticidas registrados para o controle de *S. zeamais* são à base de organofosforado, piretroides, fosfeto de alumínio e magnésio, sendo eles: Actellic 500 EC[®], Fermaq[®], Fertox[®], Pounace 384 EC[®], Prostore 25 CE[®], Starion[®] e Triller EC[®].

No entanto, com o uso indiscriminado, a eficácia dos inseticidas contra os insetos considerados pragas passou a ser cada vez menor, ocasionando a seleção de populações de insetos resistentes, sendo necessário aumentar sua dosagem na aplicação (VEIGAS JUNIOR,

2003; SANTOS, 2013). Estudos comprovam que *S. zeamais* apresenta resistência aos inseticidas organofosforados, (GUEDES et al., 1995; RIBEIRO, 2001; SILVA et al., 2013), piretróides (OLIVEIRA et al., 2005; SOUZA et al., 2009), e a fosfina (PIMENTEL, et al. 2009).

Os inseticidas ainda apresentam outros efeitos indesejáveis, como a destruição de organismos não alvos, ressurgimento e explosão secundária de praga, assim como efeitos ambientais adversos e risco a saúde humana tanto pelo manuseio como pelo consumo de produtos contaminados por inseticidas (GULLAN; CRANSTON, 2007; SANTOS, 2013).

Neste contexto, alternativas que apresentam um menor impacto econômico e ecológico tem se destacado (VALINI, 2013). A utilização de produtos naturais derivados de plantas, têm se mostrado promissoras, por apresentarem resultados satisfatórios no controle de pragas de grãos armazenados. O uso de plantas com ação inseticidas é um dos métodos alternativos mais estudados em todo mundo para o controle de pragas de produtos armazenados, como os coleópteros do gênero *Sitophilus* (PROCÓPIO et al. 2003).

2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS

O uso de plantas com propriedades inseticidas é uma prática antiga, sendo utilizadas antes mesmo do advento de orgânicos sintéticos (GALLO et al., 2002; TAVARES; VERDRAMIM, 2005). Algumas plantas produzem metabólitos secundários que possuem atividade inseticida, agindo nas funções fisiológicas e bioquímicas dos insetos (COITINHO et al., 2011).

As principais substâncias desses metabólitos como rotenoides, piretroides, alcaloides e terpenoides podem ser encontradas em toda planta ou em determinadas partes desta, (VEIGAS JUNIOR, 2003). Estes componentes são abundantes em óleos essenciais de plantas, e podem afetar o crescimento, desenvolvimento e a reprodução de insetos em grãos armazenados (RESTELLO; MENEGATT; MOSSI, 2009). O efeito tóxico dos óleos essenciais podem estar relacionados ao ponto de entrada das toxinas, uma vez que os óleos podem ser inalados, ingeridos ou ainda absorvidos pelo tegumento dos insetos (ESTRELA et al., 2006).

O uso de óleos essenciais tem como características a facilidade de aquisição, preparo e aplicação, bem como apresentam menor risco de contaminação ambiental, pois são facilmente biodegradados, além de proporcionar maior segurança para o agricultor, tanto no manejo quanto no consumo de alimentos (SILVA et al. 2007; SILVA et al. 2012).

Muitas pesquisas sobre óleos essenciais têm comprovado que o uso destes é eficaz como alternativa no controle de *S. zeamais* (COITINHO et al., 2011). Os óleos essenciais de *Piper hispidinervum* (pimenta longa) e *Piper aduncum* (pimenta de macaco), apresentam efeito inseticida sobre *S. zeamais*, sendo que sua eficácia é dependente da via de intoxicação e da concentração do óleo aplicado. *P. hispidinervum* apresenta eficácia pela via de intoxicação por contato em superfície contaminada e *P. aduncum* apresenta bons resultados pela via de intoxicação por fumigação e contato por aplicação tópica (ESTRELA et al., 2006; COITINHO et al., 2011). O óleo essencial de *Piper marginatum* (pimenta do mato), apresentou proteção eficiente às sementes de milho contra o ataque do *S. zeamais*, durante 120 dias de armazenamento (COITINHO et al., 2010).

Tanaecium nocturnum (corimbó), é tóxico a *S. zeamais* pelo método de fumigação, contato e aplicação tópica, sendo que concentrações acima de 4 % (m/v) são promissoras no controle deste inseto (FAZOLIN et al., 2007). O efeito inseticida e repelente do óleo essencial de *Tagetes patula* (cravo de defunto) sobre *S. zeamais*, foi comprovado por Restello, Menegatt e Mossi (2009). Os autores observaram que o óleo essencial foi repelente na concentração de 10 µL e teve efeito fumigante nas concentrações de 30 e 50 µL provocando 100% de mortalidade dos insetos.

Estudos também foram realizados com os óleos essenciais de *Pothomorphe umbellata* (Paroparoba), *Peumus boldus* (Boldo do Chile), e *Philippiana Laureliopsis* (Tepa) comprovando que todas têm propriedades inseticidas por efeito de contato, fumigação e ação repelente contra *S. zeamais* (PAULIQUEVIS; FAVERO, 2015; RODRÍGUES et al., 2015). O óleo essencial do *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia), provoca 100% de mortalidade em *S. zeamais* pelo método de contato após 48 horas de tratamento (JAIROCE et al., 2016).

Neste contexto, percebe-se que os óleos essenciais provocam diversos efeitos sobre *S. zeamais*, comprovando assim que é possível e viável seu uso como uma alternativa para o controle destas pragas.

2.4.1 Óleo essencial de *Pogostemon cablin* Benth. (Lamiaceae)

Pogostemon cablin Benth. é pertencente à família Lamiaceae, conhecida por patchouli, é uma planta arbustiva, perene, adaptada a condição climática quente e úmida (ROCHA, 2015). Apresenta importância econômica por produzir óleo essencial que é extraído por destilação a vapor de suas folhas secas. Este óleo apresenta diversas propriedades, dentre as quais se destaca a atividade antibacteriana, aromaterápicas, antioxidante, inseticida e repelente contra insetos (DE SANT'ANA et al., 2010).

Dentre as principais substâncias presentes no óleo essencial de patchouli, destacam-se os sesquiterpenos, principalmente como patchoulol, α -guaiene e α -patchouleno, α -bulseno, que regulam seu aroma caracterizando um forte odor balsâmico amadeirado com nuances herbáceas e floral (DE SANT'ANA et al., 2010; STORCK et al, 2013).

Estudos demonstraram que os compostos do óleo essencial de Patchouli apresenta efeito inseticida sobre formigas urbanas como *Camponotus melanoticus*, *Camponotus novogranadensis* e *Dorymyrmex thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) e sobre formigas cortadeiras do gênero *Atta* sp. (Hymenoptera: Formicidae) (ALBUQUERQUE et al., 2013; ROCHA, 2015). O óleo essencial de patchouli é potencialmente tóxico para as populações de *S. zeamais* por diferentes vias de exposição (contato, fumigação e repelência) causando mortalidade, repelência, inibição do crescimento populacional e do consumo de grãos. Por apresentar resultados positivos no controle deste inseto, esta é uma alternativa viável ao uso de inseticidas tradicionais e ao manejo de populações resistentes, sendo também uma fonte promissora para novas moléculas inseticidas (SANTOS, 2013).

2.4.2 Óleo essencial de *Lavandula dentada* (Lamiaceae)

Lavandula dentada, conhecida popularmente por lavanda, é uma planta pertencente a família Lamiaceae, originária da Europa e atualmente é cultivada em regiões de clima temperado em todo mundo (BONA et al., 2012). É apreciada mundialmente devido à produção de óleo essencial utilizado na indústria de perfumaria, cosmética, alimentícia e terapêutica (MASSETO et al., 2011).

Os principais compostos químicos presentes no óleo essencial da lavanda são os monoterpenos oxigenados (1,8-cineol, fenchona, linalol, α -fenchol e cânfora), monoterpenos hidrocarbonados (α -pineno, β -pineno e limoneno), sendo também encontrados sesquiterpenos oxigenados e hidrocarbonados em menores concentrações. Estes compostos conferem ações antifúngica, bactericida, anti-inflamatória, analgésica, além de atuarem como repelente e inseticida (MASSETO et al., 2011). A ação de repelência do óleo essencial de lavanda já foi constatada ao ácaro ectoparasita *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari: Varroidae) (NEIRA et al., 2004).

Estudos comprovaram a ação inseticida dos óleos de *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto de Camanduli) *Eucalyptus cameronii* (Eucalipto) e óleo da casca de *Citrus aurantium* (Laranja amarga) aos besouros de cereais *Rhyzopertha dominica* Fabricius 1972, (Coleoptera: Bostrycidae), ao besouro castanho *Tribolium castaneum* Herbst. 1797, (Coleoptera: Tenebrionidae), e a *S. zeamais* (SANTOS et al., 1997). Estes óleos apresentam como compostos químicos os monoterpenos cineol e limoneno, que também são encontrados no óleo essencial de lavanda.

2.4.3 Óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (Poaceae)

Cymbopogon nardus, popularmente conhecido como capim citronela, é uma planta originária da Índia. O óleo essencial extraído desta planta é empregado principalmente nas indústrias farmacêuticas e cosméticas. Os principais componentes químicos do óleo essencial de citronela são os monoterpenos e sesquiterpenos como o geraniol, citronelol, citronelal, elemol, linalol e limoneno, conferindo ação repelente, acaricida, fungicida, bactericida e aromática (REIS et al, 2006; CASTRO, 2010).

Estudos realizados com o óleo essencial de citronela comprovam sua ação repelente contra o pulgão *Brevicoryne brassicae* Linnaeus, 1758 (Hemiptera: Aphididae) (LIMA et al. 2008). Também verificou-se que o óleo essencial de citronela apresenta efeito tóxico agudo-tópico sobre ninfas do barbeiro *Triatoma infestans* Klug 1834, (Hemiptera: Reduviidae) (GOMES; FAVERO, 2011). A ação do óleo de citronela apresentou efeito positivo quanto testado pelo método de pulverização em cascudinho dos aviários *Alphitobius diaperinus*

(Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) obtendo resultados significativos com mortalidade dos insetos 24 horas após a aplicação (MARQUES et al., 2013).

Estudos sobre o efeito de repelência do óleo essencial de citronela em *S. zeamais* já foram realizados, porém não foi comprovado sua eficácia (CRUZ et al., 2012). Os autores afirmam que a necessidade de novas pesquisas a fim de avaliar a viabilidade do uso deste óleo para a proteção de grãos armazenados contra pragas como *S. zeamais*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus de Dois Vizinhos, no qual os óleos essenciais de citronela (*C. nardus*), lavanda (*L. dentada*) e patchouli (*P. cablin*) foram testados no controle de *S. zeamais*.

Os adultos de *S. zeamais* utilizados em todas as fases do experimento são provenientes da criação do próprio laboratório, os quais são criados em frascos de vidros transparentes, vedados com tecido fino e alimentados com grãos de arroz parboilizado. Os óleos essenciais foram fornecidos pela empresa Garden City, de Ibuina, São Paulo.

O alimento disponibilizado para *S. zeamais* durante o experimento foi arroz parboilizado o qual foi previamente acondicionado em saco plástico e mantido em freezer, sob temperatura de -10°C durante 48 h, para a eliminação de eventuais infestações de insetos. Após este período no freezer, os grãos foram transferidos para frascos plásticos com tampa esterilizados e mantidos no laboratório sob temperatura ambiente, por 24 h para seguinte infestação.

Para os bioensaios de volatilização, imersão e aplicação sobre alimento utilizou-se à concentração de 5% de cada óleo essencial, diluído em água destilada esterilizada, contendo Tween 80[®] (0,01%). A testemunha, em todas as técnicas de aplicação, constou de água destilada esterilizada contendo Tween[®] 80 (0,01%) (Figura 1).



Figura 1 - diluição dos óleos essenciais e testemunha (água + Tween 80[®])

Todos os bioensaios contendo os insetos, foram acondicionados em câmara climatizada, tipo BOD (Biological Oxygen Demand), com fotoperíodo de 12 horas e temperatura média de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e U.R de $55 \pm 10\%$. A cada 24 h, por um período de 10 dias, avaliou-se o número de insetos mortos.

3.1 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR VOLATILIZAÇÃO, SOBRE *S. zeamais*

Para este bioensaio, adotou-se a metodologia de Restello; Menegatt; Mossi (2009). Disco de papel-filtro com 18 cm de diâmetro foi impregnado com 1 mL de óleo essencial na concentração 5%, utilizando-se um pipetador automático. Este disco, posteriormente, foi acondicionado em frascos de plástico de 250 mL, contendo tampas perfuradas para permitir as trocas gasosas. Para evitar o contato direto dos insetos com o óleo impregnado no papel filtro, adicionou-se uma camada de 1 cm de pérolas de vidro nº. 4, esterilizadas. Acima da camada de pérolas, foi colocado mais um disco de papel-filtro sem a presença do óleo essencial. Sobre esta camada de papel-filtro foram colocados 15 insetos adultos de *S. zeamais*, não sexados, juntamente com 20g de arroz (Figura 2). O mesmo procedimento foi realizado para a testemunha, totalizando quatro tratamentos com seis repetições cada.



Figura 2 – Frasco contendo bioensaio de volatilização com disco de papel filtro impregnado com 1 mL de óleo essencial, 1 cm de pérolas de vidro nº4, disco de papel filtro sem óleo essencial, 20 g de arroz com 15 insetos adultos não sexados de *S. zeamais*, acondicionado em câmara BOD com fotoperíodo de 12 h e temperatura média de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e U.R de $55 \pm 10\%$.

3.2 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, APLICADOS EM ARROZ, SOBRE *S. zeamais*

Para este bioensaio aplicou-se 1 mL do óleo essencial da concentração 5% sobre 20g de arroz, os mesmos foram homogeneizados manualmente por 30 segundos. Posteriormente, o arroz contendo o óleo essencial foi alocado no interior de frascos de plástico com capacidade de 250 mL e adicionados 15 adultos não sexados de *S. zeamais*. Os frascos foram fechados com tampa perfurada (Figura 3). Para a testemunha realizou-se o mesmo procedimento, totalizando quatro tratamentos e seis repetições cada.



Figura 3 - Frascos contendo bioensaio de aplicação no alimento com 20 g de arroz , 1 mL de óleo essencial e 15 insetos adultos não sexados de *S. zeamais*.

3.3 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR IMERSÃO, SOBRE *S. zeamais*

Para este bioensaio 15 insetos adultos não sexados de *S. zeamais* foram colocados em frascos de plástico de 250 mL e imersos em 1 mL de óleo essencial, na concentração 5%, durante 60 segundos. Em seguida, estes insetos foram transferidos para frascos de plástico com capacidade de 250 mL contendo 20g de arroz. Posteriormente estes frascos foram fechados com tampa perfurada para permitir as trocas gasosas (Figura 4). Realizou-se o

mesmo procedimento para a testemunha, totalizando quatro tratamentos e seis repetições cada.



Figura 4 – bioensaio de imersão contendo 15 adultos de *S. zeamais* não sexados, após contato com o óleo essencial, alocados em 20 g de arroz sem tratamento.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os bioensaios foram montados em delineamento experimental inteiramente casualizado com seis repetições, sendo cada bioensaio repetido duas vezes, realizando-se análise conjunta dos resultados. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR VOLATILIZAÇÃO, SOBRE *S. zeamais*

Na avaliação pelo método de volatilização verificou-se que os óleos essenciais de *P. cablin* e *L. dentada* provocaram mortalidade significativa em *S. zeamais* com valores de 63,33% e 55,55%, respectivamente, depois de 10 dias. O óleo essencial de *C. nardus* provocou mortalidade em 15,55% dos insetos depois de 10 dias, não diferindo da testemunha (5,55%) (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de mortalidade (\pm E. P.) de *S. zeamais* quando expostos a diferentes óleos essenciais em técnica de avaliação por volatilização após 10 dias (27 ± 2 °C e U.R de $55 \pm 10\%$, fotoperíodo 12 horas).

Tratamento	Técnica de Avaliação
	Volatilização
Testemunha (água+Tween)	5,55 \pm 3,18 a
<i>Pogostemon cablin</i> (Patchouli)	63,33 \pm 9,85 b
<i>Lavandula dentada</i> (Lavanda)	55,55 \pm 5,35 b
<i>Cymbopogon nardus</i> (Citronela)	15,55 \pm 4,76 a
P	0,001
Coefficiente de variação (%)	44,06

Notas: (1) Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verificou-se que o óleo essencial de *P. cablin* provocou mortalidade em *S. zeamais* 48 h após a exposição, aumentando progressivamente até a mortalidade acumulada de 63,33% após 10 dias de avaliação (Figura 5).

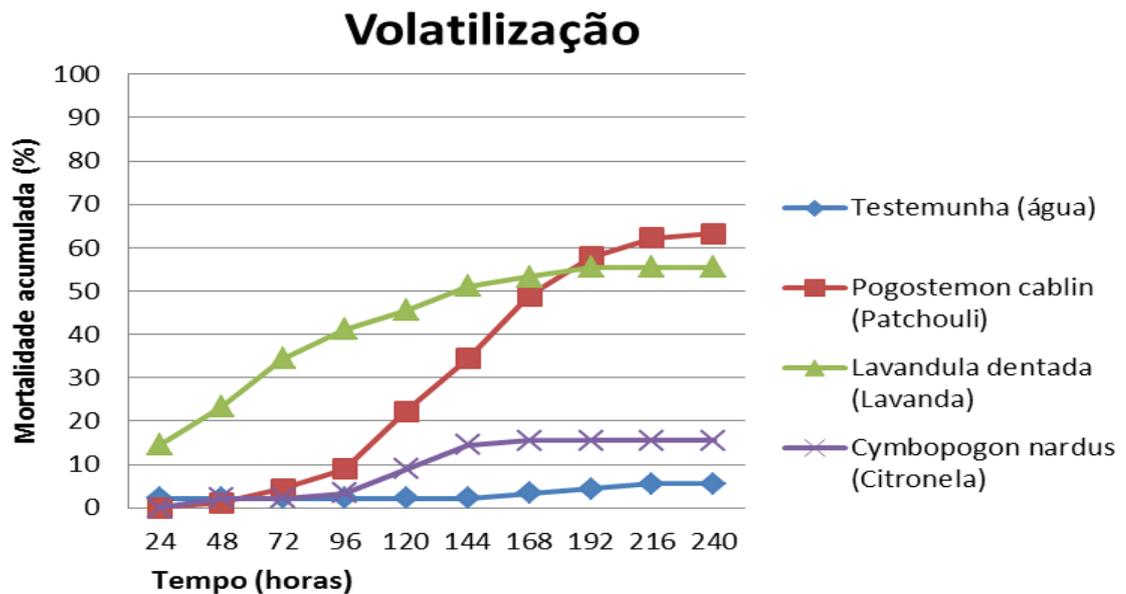


Figura 5 - Porcentagem de mortalidade acumulada de *S. zeamais* quando exposto ao tratamento de volatilização de óleos essenciais.

O óleo essencial de *P. cablin* demonstrou toxicidade a insetos como cupins *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) (ZHU et al., 2003), a lagarta falsa medideira *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) (MACHIAL et al., 2010), a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) (YANG et al., 2010) e Formigas urbanas como as *Camponotus melanoticus*, *Camponotus novogranadensis* e *Dorymyrmex thoracicus* (Hymenoptera: formicidae) (ALBUQUERQUE et al., 2013). Santos (2013) obteve 50% de mortalidade em insetos adultos de *S. zeamais* ao utilizar óleo essencial de *P. cablin* pela técnica de pulverização nas primeiras 48 h de avaliação.

O efeito inseticida de *P. cablin* sobre *S. zeamais* pode ser atribuído à presença dos compostos sesquiterpenos como α -bulneseno (13,95%), α -guaieno (11,96%) e principalmente ao seu composto principal patchoulol (30,60%), (ALBUQUERQUE et al., 2013; SANTOS, 2013). Estes compostos apresentam alta volatilidade e forte odor de longa duração (SANTA'ANA et al., 2010). No método de volatilização, o efeito do óleo essencial ocorre principalmente pela inalação dos compostos do óleo essencial através dos espiráculos, uma vez que o inseto não tem contato direto com o óleo essencial (YANG et al., 2010). Presume-se que a inalação dos compostos do óleo essencial de *P. cablin* podem ter comprometido a entrada de oxigênio para a respiração dos insetos (KNNAK; FIUZZA, 2010)

O óleo de *L. dentada* também provocou mortalidade significativa sobre *S. zeamais*. Seu efeito tóxico ocasionou mortalidade acumulada de 14% dos insetos já nas primeiras 24 h

de exposição. Após 144 h de avaliação a mortalidade atingiu 50 % e 55,55% após 240 h (Figura 5).

Esses dados decorrem da possível ação dos compostos majoritários de lavanda, como os monoterpenos linalol, cânfora, 1,8-cineol, α -pineno, β -pineno e limoneno (MASETTO et al., 2011). Os compostos limoneno e 1,8-cineol possuem ação inseticida em a importantes pragas de grãos armazenados incluído *S. zeamais* (RESTELLO; MENEGATT; MOSSI, 2009).

Estes mesmos compostos são encontrados no óleo essencial de *Eucalyptus camaldulensis* (Myrtaceae) e foram isolados e avaliados por Prates e Santos (2002), quanto ao efeito por volatilização em *S. zeamais*, em que os compostos 1,8-cineol e limoneno provocaram mortalidade de 100% enquanto os compostos α -pineno, β -pineno e linalol provocaram mortalidade de 98,3, 96,7 e 81,7%, respectivamente. A técnica consistiu na utilização de um vidro de 2 L, vedado com folha de alumínio. No interior do frasco foi adicionado três gotas do composto e deixado para evaporação. Logo acima do fundo do frasco foi suspensa uma gaiola de arame contendo 20 insetos adultos e após 24 h avaliou-se a mortalidade de *S. zeamais*.

As substâncias α -pineno, 1,8-cineol, β -pineno e limoneno apresentam capacidade de evaporação total (100%) em um curto espaço de tempo, variando de 02:15 à 24 h (PRATES; SANTOS, 2002). Este fato explica a mortalidade de *S. zeamais* logo nas primeiras horas de exposição ao óleo de lavanda, comprovando seu efeito inseticida.

O resultado de mortalidade de *S. zeamais* submetidos a técnica de volatilização com o óleo essencial de *C. nardus* foram de 2% e 9%, respectivamente para o tempo de 24 e 96 h e de 15,55% após 240 h de exposição (Figura 5). Presume-se que a ação do óleo essencial de *C. nardus* ocorre principalmente através do tegumento e pelas vias e ingestão, não possuindo ação pela via de respiração (GOMES; FAVERO et al., 2011), desta forma, justifica-se os resultados não significativos de mortalidade de *S. zeamais* encontrados neste tratamento, quando comparado aos outros óleos essenciais utilizados.

4.2 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, APLICADOS EM ARROZ, SOBRE *S. zeamais*

Verificou-se que os óleos essenciais de *C. nardus*, *L. dentada* e *P. cablin*, quando pulverizados em arroz, provocaram mortalidade significativa em *S. zeamais* com 75,55%, 68,88% e 66,66%, respectivamente, deferindo da testemunha com 35,55% de mortalidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de mortalidade (\pm E. P.) de *S. zeamais* quando expostos a diferentes óleos essenciais em técnica de avaliação por pulverização no alimento após 10 dias (27 ± 2 °C e U.R de $55 \pm 10\%$, fotoperíodo 12 horas).

Tratamento	Técnica de Avaliação
	Pulverização em alimento
Testemunha (água+Tween)	35,55 \pm 2,81 a
<i>Pogostemon cablin</i> (Patchouli)	68,88 \pm 7,23 b
<i>Lavandula dentada</i> (Lavanda)	66,66 \pm 6,66 b
<i>Cymbopogon nardus</i> (Citronela)	75,55 \pm 9,53 b
P	0,003
Coeficiente de variação (%)	27,11

Notas: (1) Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O óleo essencial de *P. cablin* quando aplicado no arroz, alimento de *S. zeamais*, ocasionou mortalidade significativa de 68,88% no último dia de avaliação (240 h). Nas primeiras 24 h de exposição *S. zeamais* provocou índices de 10% de mortalidade, aumentando progressivamente no decorrer dos dias (Figura 6).

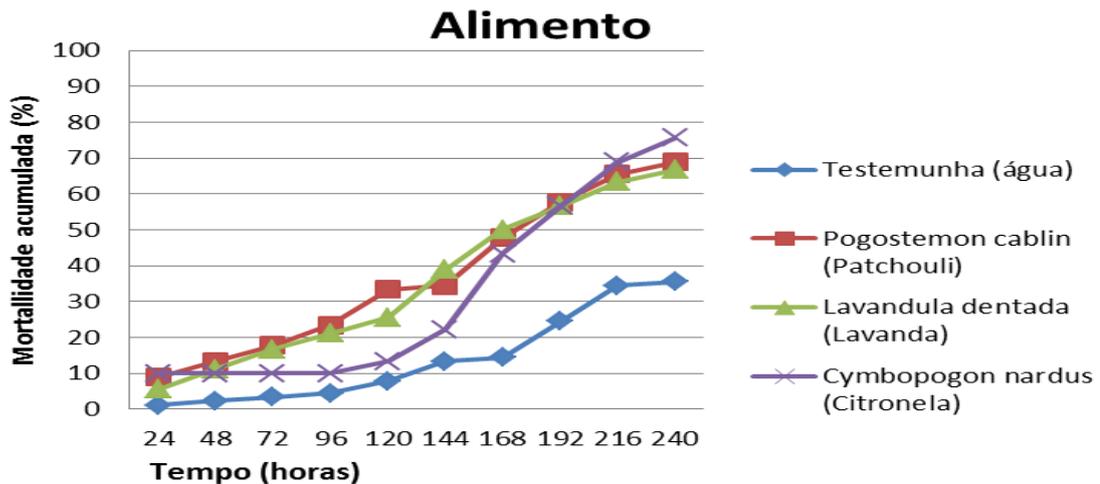


Figura 6 - Porcentagem de mortalidade acumulada de *S. zeamais* quando exposto ao tratamento de arroz pulverizado com óleos essenciais.

O óleo essencial de *L. dentada* apresentou resultados semelhantes ao óleo essencial de *P. cablin*, tanto na porcentagem de mortalidade provocada (66,66%) quanto na curva de mortalidade acumulada. Ambos os óleos essenciais apresentam como características de seus compostos principais a alta volatilidade. Desta forma, presume-se que a mortalidade seja decorrente da toxicidade pelas vias de ingestão e inalação levando o inseto a apresentar ação estabilizadora e fago-inibidora (REGNAULT-ROGER, 1997; KNNAK; FIUZZA, 2010).

O comportamento alimentar dos insetos depende da interação sistema nervoso central com os quimiorreceptores que estão localizados nos tarsos, peças bucais e cavidade oral. Determinados compostos dos óleos essenciais podem atuar sobre os quimiorreceptores inibindo a alimentação dos insetos, pois ocorre o estímulo das células deterrentes específicas que causam comportamento antagônico à alimentação (MORDUE; NISBET, 2000).

Os adultos de *S. zeamais* submetidos a tratamento do arroz com o óleo de *C. nardus*, apresentaram mortalidade acumulada de 10% já nas primeiras 24 h após exposição, mantendo-se estável com esta porcentagem até as 96 h de avaliação. Após 120 h observou-se um acréscimo de mortalidade acumulada chegando a 75,55% nas 240 h de avaliação (Figura 6).

A atividade do óleo essencial de *C. nardus* pode estar associada a capacidade de penetração e a permanência na massa de grãos (OOTANI et al., 2011). O efeito inseticida pode então ser atribuído a ingestão do alimento contaminado pelos compostos do óleo essencial como o citronelal, atuando nas enzimas digestivas e neurológicas, ocasionando a

inibição da acetilcolinesterase (ISMAN, 2006; KNNAK; FIUZZA, 2010; OOTANI et al., 2011).

Os resultados observados para esta metodologia corroboram com estudos que mostram que os terpenos encontrados nos óleos essenciais podem apresentar interferências tóxicas nas funções bioquímicas básicas, fisiológicas e comportamentais dos insetos quando aplicados diretamente sobre a massa de grãos (OOTANI et al., 2011; SANTOS, 2013). Evidencia-se que os óleos essenciais de *P. cablin*, *L. dentada* e *C. nardus* podem ser utilizados em novos estudos para o controle de *S. zeamais* por apresentar efeito inseticida pelas vias de inalação e ingestão.

4.3 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS, POR IMERSÃO, SOBRE *S. zeamais*

Na metodologia de imersão os óleos testados apresentaram resultados significativos quanto a mortalidade de insetos adultos comprovando ação inseticida por intoxicação de contato. O óleo essencial de *P. cablin* provocou mortalidade em 98,88% dos insetos, não diferindo significativamente do óleo essencial de *C. nardus* (93,33%). A porcentagem de mortalidade de *S. zeamais* quando pulverizado com o óleo essencial de *L. dentada* foi de 75,55% não diferenciando dos resultados de *C. nardus*. Porém, os resultados de mortalidade verificados em *S. zeamais* quando imersos com os óleos essenciais diferiram da imersão com água destilada contendo Tween 80[®] (0,01%) (testemunha) que provocou 51,11% de mortalidade de *S. zeamais* (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem de mortalidade (\pm E. P.) de *S. zeamais* quando expostos a diferentes óleos essenciais em técnica de avaliação por imersão após 10 dias (27 ± 2 °C e U.R de $55 \pm 10\%$, fotoperíodo 12 horas).

Tratamento	Técnica de Avaliação
	Imersão
Testemunha (água+Tween)	51,11 \pm 2,81 a
<i>Pogostemon cablin</i> (Patchouli)	98,88 \pm 1,11 b
<i>Lavandula dentada</i> (Lavanda)	75,55 \pm 9,37 c
<i>Cymbopogon nardus</i> (Citronela)	93,33 \pm 4,21 bc
P	0,001
Coefficiente de variação (%)	17,69

Notas: (1) Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O efeito inseticida dos óleos essenciais quando aplicado por vias de contato é dependente da capacidade de seus compostos em ultrapassar o tegumento do inseto interferindo na inibição de acetilcolinesterase; interferência na ação da octopamina; interferência nos canais de cálcio modulados pelo ácido gama-aminoburítico (GABA) e atuação em sítios vulneráveis, como o citocromo P450 (ZHU et al., 2003; ISMAN, 2006; SANTOS, 2013). Além disso, o óleo essencial também pode agir pelas vias de inalação ou mesmo ingestão (KNAAK; FIUZZA, 2010), conforme destacado anteriormente.

Pogestemon cablin provocou mortalidade a *S. zeamais* de 64% na primeira avaliação (24 h) e 73% após 48 h, obtendo progressividade de mortalidade acumulada no decorrer dos dias chegando a 98,88% no último dia de avaliação (240 h) (Figura 7). Santos (2013) utilizando o óleo essencial de *P. cablin* nas concentrações de 0,34 a 0,43 $\mu\text{l ml}^{-1}$ obteve 50% de mortalidade de *S. zeamais* por via de contato após 48 h de avaliação, resultados semelhantes ao da presente pesquisa. Observa-se no gráfico de mortalidade acumulada que os resultados de *P. cablin* estão relacionados principalmente ao tempo de exposição. Este resultado garante um controle mais prolongado de *S. zeamais* em silos de grãos armazenados.

A toxicidade pode estar relacionada à ação sinérgica dos compostos principais deste óleo essencial. Além disso, a complexidade de interação entre seus compostos diminui a possibilidade de resistência a este óleo essencial (SANTOS, 2013).

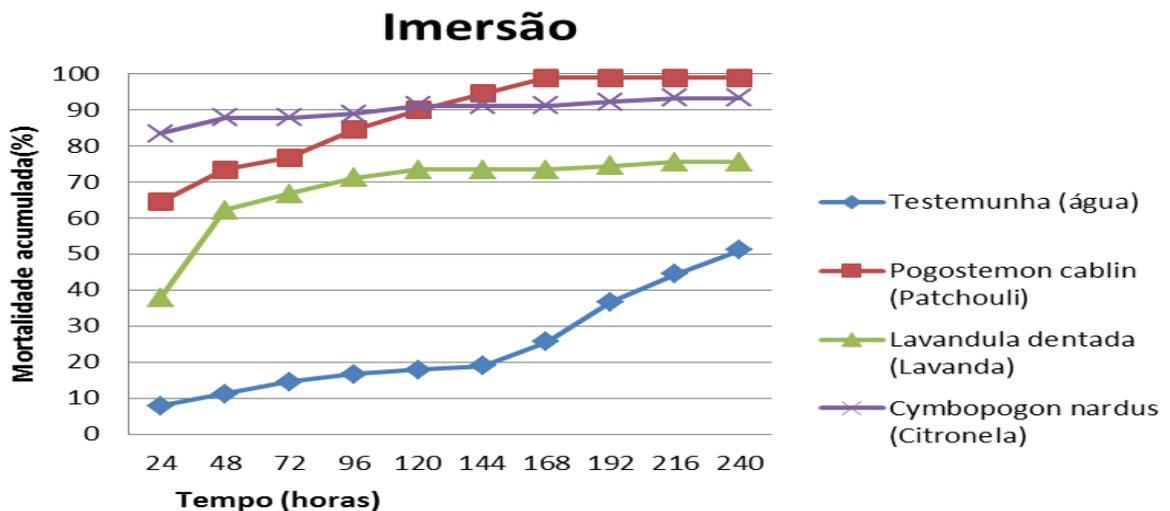


Figura 7- Porcentagem de mortalidade acumulada de *S. zeamais* quando exposto ao tratamento de imersão com óleos essenciais.

Lavandula dentada ocasionou mortalidade em 38% dos adultos de *S. zeamais* de nas primeiras 24 h, acarretando em um aumento de 24% no segundo dia de avaliação (48 h). Após 240 h de avaliação a mortalidade acumulada chegou a 75,55%, não diferindo dos resultados de mortalidade de *S. zeamais* quando imersos com óleo essencial de *C. nardus* (Figura 7).

O óleo essencial de citronela apresentou efeito inseticida logo nas primeiras horas de exposição provocando mais de 80% de mortalidade, causando 93,33% de mortalidade acumulada até o último dia de avaliação (240 h) (Figura 7). Presume-se que a ação do óleo essencial de *C. nardus* seja decorrente do contato com o tegumento do inseto (GOMES; FAVERO, 2011). Os óleos essenciais que possuem ação rápida apresentam indicativo que seu modo de ação está relacionado à ação neurotóxica, interferindo com o neuromodulador octopamina que é encontrada em invertebrados (ISMAN, 2006)

O óleo essencial de citronela, utilizado pelo método de pulverização (na concentração de 20%) sobre o cascudinho dos aviários *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) provocou 81% de mortalidade acumulada após 10 dias de avaliação sobre os adultos (MARQUES et al, 2013).

Considerando os resultados obtidos para a metodologia de imersão, os óleos essenciais utilizados podem ser empregados para o controle de *S. zeamais*, agindo por contato ou inalação. O óleo essencial de *P. cablin* seria o mais indicado para a técnica de imersão por apresentar maior índice de mortalidade e também por seu efeito perdurar por maior tempo.

O uso destes óleos essenciais pode ser uma alternativa promissora para o manejo de *S. zeamais* podendo substituir métodos tradicionais como o uso de inseticidas químicos. No

entanto, pesquisas futuras são necessárias com o intuito de explorar o potencial repelente destes óleos essenciais bem como as dosagens necessárias para controle dessas pragas de grãos armazenadas.

5. CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de *Pogestemon cablin*, *Lavandula dentada* e *Cymbopogon nardus* apresentam efeito inseticida a *S. zeamais* por diferentes vias de exposição, destacando os óleos essenciais de *P. cablin* e *L. dentada*.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Elânia L.D; LIMA, Janaína K. A; SOUZA, Felipe H. O.; SILVA, Indira M. A.; SANTOS, Ana Paula A.; ARAÚJO, Arie F.; BLANCK, Rafaely N.; LIMA, Péricles B.; ALVES, Leandro B. Insecticidal and repellence activity of the essential oil of *Pogostemon cablin* against urban ants species. **Revista Acta Tropica**, São Cristóvão, v. 127, p. 181 – 186, abr. 2013.

ALENCAR, Ernandes R. de.; FARONI, Lêda R. D. A.; FERREIRA, Laíne G.; COSTA, André R. da; PIMENTEL, Marco A. G. Qualidade de milho armazenado e infestado por *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 08-18, jan./fev. 2011.

ALMEIDA, Francisco A. G.; GOLDFARB, Ana C.; GOUVEIA, Josivanda P. G. de. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus spp.* **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.

ANTUNES, Luidi E. G.; VIEBRANTZ, Priscila C.; GOTTARDI, Roberto; DIONELLO, Rafea. G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 615–620, mar. 2011.

BONA, Claudiane M.; MASETTO, Magda A.; DESCHAMPS, Cícero; BIASI, Luís A. Influence of cutting type and size on rooting of *Lavandula dentata* L. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s , Botucatu, v. 14, n. 1, p. 8-11, mar. 2012.

BOTTON, Marcos; LORINI, Irineu.; AFONSO, Ana P. S. Ocorrência de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera:Curculionidae) danificando a cultura de videira no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Passo Fundo, vol. 34, n 2, p. 355-356, Mar./Abr. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento (**CONAB**). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

_____. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (**AGROFIT**). Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>> Acesso em: 16 abr. 2016

CANEPELLE, Maria A. B.; CANEPELLE, Carlos; LÁZZARI, Flávio A.; LÁZZARI, Sonia 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**, São Paulo, v.47, n° 4, p.625-630, 2003.

CASTRO, Henrique G. de; PERINI, Vilma. B. de M.; SANTOS, Gil R.; LEAL, Tarcisio C. A. B.; Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 308-314, abr-jun, 2010.

COITINHO, Rodrigo L. B. de C.; OLIVEIRA, José V.; GODIM JUNIOR, Manoel G. C.; CÂMARA, Cláudio A. G. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 7, p. 1492-1496, jul, 2010.

_____. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos Essenciais para *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1885 (coleoptera: curculionidae). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 172-178, jan./fev., 2011.

CRUZ, Christopher S. de A.; SOUSA, Francinalva C.de; MEDEIROS, Marcos B.; SILVA, Luzia M. M. de; GOMES, Josivanda P. Interferência de óleos essenciais na preferência de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 187-193, jul-set, 2012.

DE SANT'ANA, Trícia C. P. de; VIEIRA, Sylvia D.; BLANK, Arie F.; JESUS, Hugo C. R. de; ALVES, Péricles B. Influência do armazenamento de folhas secas no óleo essencial de patchouli (*Pogostemon cablin* BENTH.) **Revista Química Nova**, v. 33, n. 6, p.1263-1265, fev. 2010.

ESTRELA, Joelma. L. V.; FAZOLIN, Murilo; CATANI, Valdomiro; ALÉCIO, Marcio R.; LIMA, Marilene S. de. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 217-222, fev. 2006.

FAZOLIN, Murilo; ESTRELA, Joelma L. V.; CATANI, Valdomiro; ALÉCIO, Marcio R.; LIMA, Marilene S. de. Atividade inseticida do óleo de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Schum (Bignoneaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 599-604, 2007.

GALLO, Domingos; NAKANO, Octavio; NETO, Sinval S.; CARVALHO, Ricardo P. L.; BAPTISTA, Gilberto C. de; BERTI FILHO, Evoneo; PARRA, José R. P.; ZUCCHI, Roberto A.; ALVES, Sérgio B.; VENDRAMIM, José D.; MARCHINI, Luis C.; LOPES, João R. S.; OMOTO, Celso. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GOMES, Suellem P.; FAVERO, Silvio. Avaliação de óleos essenciais de plantas aromáticas com atividade inseticida em *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera:Reduviidae). **Revista Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 147-151, 2011.

GUEDES, Raul N. C.; LIMA, Josk O. G.; SANTOS, Jamilton P.; CRUZ, Cosme D. Resistance to DDT and pyrethroids in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 31, n. 2, p. 145-150, 1995.

GULLAN, Penny. J.; CRANSTON, Peter S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3ª ed. São Paulo: Roca, 2007.

ISMAN, Murray B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 51, p. 45-66, jan. 2006.

JAIROCE, Carlos F.; TEIXEIRA, Cristiano M.; NUNES, Camila F. P.; NUNES, Adrise M.; PEREIRA, Claudio M. P.; GARCIA, Flávio R. M. Insecticide activity of clove essential oil on bean weevil and maize weevil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20 n. 1, p. 72-77, jan. 2016.

KNAAK, Neiva; FIUZZA, Lidia M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. *Neotropical Biology and Conservation*, São Leopoldo v. 5, n. 2, p. 120 -13232 mai/ago, 2010.

LEÃO, José D. J. **Bioatividade de extratos no controle de *Sitophilud oryzae* (Linné, 1763) em arroz**. 2007. f. 91. Tese (Doutorado em Agronomia) – Área de Concentração em Produção Vegetal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/4/TDE-2008-02-25T113120Z-1316/Publico/JOSE%20LEAO.pdf>. Acesso em: 21 Jan 2015.

LIMA JÚNIOR, Antônio F. **Efeito de diferentes extratos vegetais no controle de *Acanthoscelides obtectus* e *Sitophilus sp.*** 2011. f. 79. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2011. Disponível em:<http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/DISSERTACAO_ANTONIO_FLORENTINO.pdf>. Acesso em: 20 Jan. 2016.

LIMA, Rafaela K.; CARDOSO, Maria G.; MORAES, Jair C.; VIEIRA, Sara S.; MELO, Bruno A.; FILGUEIRAS, Camila C. Composição dos óleos essenciais de anis-estrelado *Illicium verum* L. e de capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: Avaliação do efeito repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). **Revista Bioassay**, Anápolis, v 3, n. 8, p. 79 nov. 2008.

LORINI, Irineu; SCHNEIDER, Sérgio. **Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa**. Passo Fundo: Embrapa, 1994.

LORINI, Irineu. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados**. Passo Fundo: Embrapa, 2008.

LORINI, Irineu; KRZYZANOWSKI, Francisco C.; FRANÇA-NETO, José B.; HENNING, Ademir A.; HENNING, Fernando A. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Brasília: Embrapa, 2015.

MACHIAL Camila M.;SHIKANO Ikkei; SMIRLE Michael; BRADBURY Roderick; ISMAN Murray B. Evaluation of the toxicity of 17 essential oils against *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, v. 66, n. 10, p. 1116-1121, out. 2010.

MARQUES, Camila R. G.; MIKAMI, Adriana Y.; PISSINATI, Aline; SANTOS, Odair J. A. P.; VENTURA, Maurício U. Mortalidade de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) por óleos de nim e citronela. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2565-2574, nov./dez. 2013.

MASETTO, Magda A. M.; DESCHAMPS, Cícero; MÓGOR, Átila F.; BIZZO, Humberto R. Teor e composição do óleo essencial de inflorescências e folhas de *Lavandula dentata* L. em diferentes estádios de desenvolvimento floral e épocas de colheita. **Revista Brasileira Plantas Medicinal**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 413-421, abr. 2011.

MORDUE, Jennifer A. L.; NISBET, Alasdair.J. Azadirachtin from de neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Annais Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 615-632, dez. 2000.

NEIRA, Miguel, C.; HEINSOHN, Paula P.; CARRILLO, Roberto L.; BÁEZ, Andrea M.; FUENTEALBA, Juan A. Efecto de Aceites Esenciales de Lavanda y Laurel sobre el Ácaro *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari:Varroidae). **Revista Agricultura Técnica**, Chillán, v. 64. n. 3,p. 238-244 jul. 2004.

NÖRBERG, Sandro D.; NAVA, Dora E.; GRÜTZMACHER, Anderson D.; BENTO, José M. S.; OZELAME, Ângelo L. HÜBNER, Lucas K. Flutuação populacional e distribuição de *Sitophilus zeamais* em pomares de pessegueiro e macieira. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 358-364, abr. 2013.

OLIVEIRA, Eugênio E.; GUEDES, Alberto S. C. DAMASCENOS, Bruno L.; SANTOS, Camila T. Resistência vs susceptibilidade a piretróides em *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): há vencedor?. **Neotropical Entomology**, Viçosa, v. 34, n. 6 p. 981-990, nov./dez. 2005.

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

PAULIQUEVIS, Carolina F.; FAVERO, Silvio. Atividade insetistática de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* sobre *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19 n. 12 p. 1192–1196, nov. 2015.

PIMENTEL, Marco A. G.; FARONI, Lêda. R. D'A.; GUEDES, Raul. N. C.; SOUSA, Adalberto H.; TÓTOLA, Marcos R. Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 45, n. 1, p. 71-74, 2009.

PIMENTEL, Marco A. G.; SANTOS, J. P.; LORINI, Irineu. **Cultivo de milho**. Embrapa, 7 ed. Set. 2011. Disponível em: <
http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/index.htm>. Acesso em: 20 jan. 2016.

PRATES, Hélio T; SANTOS, Jamilton P. **Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados**. Embrapa Milho e Sorgo, 2002. Disponível em: <
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55467/1/Oleos-essenciais.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2016.

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

REIS, Gelma G.; PEISINO, Allan. L.; ALBERTO, Diogo L.; MENDES, Marisa. F.; CALÇADA, Luis A. Estudo do efeito da secagem em convecção natural e forçada na composição do óleo essencial da citronela (*Cymbopogon nardus*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 47-55, out. 2006.

RESTELLO, Rozane M.; MENEGATT, Cristiane; MOSSI, Altemir J. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophiluszeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, n. 53, v. 2, p. 304–307, jun. 2009.

REZENDE, Arnaldo C. Conservação de produtos armazenados: diferentes tipos de fumigação. **Grãos do Brasil**, Maringá, v. 6, n. 48, p. 09, mai./jun. 2011.

REGNAULT-ROGER, Catherine. The potential of botanical essential oils for insects pest control. **Integrated Pest Management Reviews**, v.2, n. 25, p. 25-34, fev. 1997.

RIBEIRO, Berghem M. **Resistência de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) a inseticidas**: Detecção e mecanismos. 2001. f. 51. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

ROCHA, Anderson G. **Atividade formicida *Pogostemoncablin* e sua nanoformulação sobre formigas cortadeiras**. 2015 f. 55. Tese (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

RODRIGUES Carmem H.; MENDOZA, Carolina R.; MORALES, Itzel B.; AGUAYO, Gonzalo S.; PERRA, Angélica U.; CARES, Inés F.; BOLAÑOS, Luciano M.; MACIEL, Concepción R.; TEJEDA, Angel L.; NAVARRETE, Edgar P.; SALAZAR, Luis B. Bioactivity of *Peumus boldus* Molina, *Laurelia sempervirens* (Ruiz & Pav.) Tul. and *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde (Monimiaceae) essential oils against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Chilean journal of agricultural research**, Concepción, v. 75, n. 3, jul/set 2015.

SANTOS, Anderson, K.; FARONI, Lêda R. D.; GUEDES, Raul N. C.; SANTOS, Jamilton P.; ROZAZDO, Adriano F. Nível de dano econômico de *Sitophilus zeamais* (M.) em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 273-279, jul. 2002.

SANTOS, Jamilton P.; MAIA, João D.; CRUZ, Ivan. Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sito troca cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12 p. 1687- 1692, dez. 1990.

SANTOS, Jamilton P.; PRATES, Hélio T.; WAQUIL, José M.; OLIVEIRA, Alaíde B. Avaliação de substâncias de origem vegetal no controle de pragas de grãos armazenados. **Embrapa**, Sete Alagoas, n. 19, p. 08, nov. 1997. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/478858/1/Pesq.And.19.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

SANTOS, Marcio O. **Análise química e efeitos letais e sub-letais do óleo essencial de patchouli e sua nanoemulsão em populações de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)**. 2013. 54 f. Tese (Mestrado em Biotecnologia de recursos naturais) - Área de concentração Biotecnologia de Recursos Naturais, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

SILVA, Barbosa B.; SILVA, Leonardo S.; MANCIN, Adriana C.; CARVALHO, Gabriel S.; SILVA, Jorlan C.; ANDRADE, Lúcia H. Comportamento do gorgulho-do-milho frente às doses de permetrina. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus v. 4, n. 1, p. 26-34, set. 2013.

SILVA, Danilo F. G.; AHRENS, Dirk C.; PAIXÃO, Magda F.; NETO, Francisco S.; ROMEL, Cátia C.; COMIRAN, Flávia; NAZARENO, Nilceu R. X.; COELHO, Caroline J. Tratamento de milho em grão e espiga com pós inertes no controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v. 7, n. 3, p. 143-151, jan.2012.

SILVA, Francisco de A. S.; AZEVEDO, Carlos A. V. Assistência estatística (**ASSISTAT**). Disponível em: < <http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em: 25 maio 2016.

SILVA, Priscila H. da; TRIVELIN, Paulo C. O.; GUIRADO, Nivaldo; AMBROSANO, Edmilson J.; MENDES, Paulo C. D.; ROSSI, Fabrício; ARÉVALO, Roberto A. Controle alternativo de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col.: Curculionidae) em grãos de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 902-905, fev. 2007.

SMIDERLE, Oscar J.; CICERO, Silvio M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1245-1254, 1999.

SOUZA, Juliana C. dos; FARONI, Lêda R. D.; SIMÕES, Rodrigo de O.; PIMENTEL, Marco A. G.; SOUSA, Adalberto H. Toxicidade de inseticidas piretróides e organofosforados para populações brasileiras de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 75-81, nov./dez. 2009.

STORCK; Rafaellen C.; DESCHAMPS, Cícero; CÔCCO, Lílian C.; MÓGOR, Átila F.; SCHEER, A. de P.; YAMAMOTO, Carlos I. Desenvolvimento vegetativo e produção de óleo essencial de patchouli, sombreamento e aplicação de GA3. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 1999-2006, set./out. 2013.

TAVARES, Márcio A. G. C; VERDRAMIM, José D. Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 34, n. 2, p. 319-323, mar/abr., 2005.

VALINI, Andreia. **Atividade de produtos fitossanitários naturais sobre *Anticarsia gemmatalis* hübner (Lepidoptera: Noctuidae), *Bacillus thuringiensis* subesp. *Kurstaki* e seletividade *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. 2013. f.85. Tese (Mestre em Agronomia) - Área de Concentração: Produção Vegetal, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

VEDOVATTO, Felipe; VALÉRIO JÚNIOR, Claudio; ASTOLFI, Viviane; MIELNICZKI, Pereira A. A.; ROMAN, S.S.1; PAROUL, N.1; CANSIAN, Rogério L. Essential oil of *Cinnamodendron dinisii* Schwanke for the control of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 1055-1060, 2015.

VEIGAS JUNIOR, Cláudio. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Revista Química nova**, Araraquara, v. 26, n. 3, p.390-400, jul/ago., 2003.

YANG, Nian W.; LI, Ai-Lian; WAN, Fang-Hao; LIU, Wan-Xue; JOHNSON, Dan. Effects of plant essential oils on immature and adult sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. **Crop Protection**, Beijing, v. 29, p. 1200 -1207, mai., 2010.

ZHU, Betty.C. R.; HENDERSON, Gregg; YU, Ying.; LAINE, Roger, A. Toxicity and repellency of patchouli oil and patchouli alcohol against Formosan Subterranean termites *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Louisiana, v. 106, n. 51, p. 4585-4588, jul., 2003.