

AMAURY SOARES DE BRITO

ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM *Tribolium*
castaneum HERBST (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Serra Talhada-PE
2015

B
R
I
T
O

A
S.

A
T
I
V
I
D
A
D
E

I
N
S
E
T
I
C
I
D
A

E

R
E
P
E
L
Ê
N
C
I
A

D
E

Ó

...
2
0
1
5

AMAURY SOARES DE BRITO

ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM *Tribolium*
castaneum HERBST (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Vargas de Oliveira

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Romero F. de Oliveira

Serra Talhada-PE
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica

B862a Brito, Amaury Soares de

Atividade inseticida e repelência de óleos essenciais em *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) / Amaury Soares de Brito. – Serra Talhada : O autor, 2015.

53 f.: il.

Orientador: José Vargas de Oliveira.

Coorientador: Carlos Romero F. de Oliveira.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2015.

Inclui Referências.

1. Pragas - Controle. 2. Inseticida Botânico. 3. Repelentes. I. Oliveira, José Vargas de, orientador. II. Oliveira, Carlos Romero F. de, coorientador. III. Título.

CDD 631

AMAURY SOARES DE BRITO

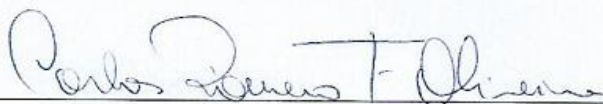
ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM
Tribolium castaneum HERBST (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

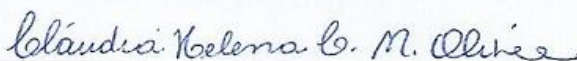
APROVADO em 26/03/2015



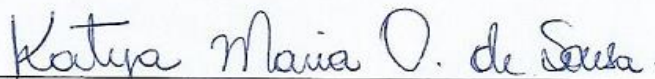
Prof. Dr. José Vargas de Oliveira
Orientador



Prof. Dr. Carlos Romero F. de Oliveira
Co-orientador, examinador interno



Prof. Dr. Claudia Helena C. Matos de Oliveira
Examinadora interna



Prof. Dr. Katya Maria Oliveira de Sousa
Examinadora externa

Serra Talhada-PE
2015

À minha esposa Maria Fernanda, a minha princesa Camila B. Soares e minha mãe Ivonete que estiveram sempre ao meu lado durante toda minha jornada, com todo o amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Maria Fernanda e minha filha Camila Bezerra Soares, que muito me fortaleceram nesta caminhada.

À minha mãe Ivonete, que incansavelmente está sempre atenta às minhas carências.

Ao meu pai Seu Assis, pelos ensinamentos de bom cidadão e questionador.

Aos meus irmãos Maurício, Josineide, Luzineide, Albanete, Ivani e Cleide pelo empenho meu bem querer.

Aos colegas do laboratório de Entomologia e Ecologia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, em especial ao grupo de entomologia Valdeany, Talyta, Suely, Dayane, Taciane e Andreza.

Ao Prof. Carlos Romero de Oliveira e a Prof^ª. Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira, pelo grande apoio e paciência.

Ao Prof. José Vargas de Oliveira pela orientação.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Serra Talhada pelas oportunidades de conhecimento.

Ao colega Douglas Rafael e Mauricea Fidelis pela ajuda nas análises estatísticas e metodologia.

À FACEPE pela bolsa de estudo e pesquisa e equipamentos utilizados.

À CAPES pela bolsa e apoio ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV)

Ao PGPV pela oportunidade de adquirir muita experiência.

Ao Prof. Adriano Simões pelo empenho em fazer o PGPV crescer.

A todos os colegas de curso pelos bons momentos de estudo e diversão: Lucivânia, Gefferson da Filadelfia, Valdeany, Thiago Calado, Luiz Coelho, Ariana, Taciana, Emilene, Francisca e Gleymerson.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pelo conhecimento compartilhado.

Reduce tu huella del desperdicio de alimentos

(FAO, 2015)

RESUMO GERAL

BRITO, Amaury Soares de. **Atividade inseticida e repelência de óleos essenciais em *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)**. 2015. 50 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE – UAST), Serra Talhada-PE. Orientador: Prof. Dr José Vargas de Oliveira.

Tribolium castaneum é uma praga secundária que causa perdas quantitativas e qualitativas nos estoques de grãos de diversos cereais e seus derivados. O seu controle é realizado com diversas aplicações de inseticidas e a consequência dessa prática é a contaminação ambiental, das pessoas e a seleção de populações de insetos resistentes. Novos métodos de controle, como o uso de óleos essenciais estão adquirindo força por mitigar impactos negativos. Seguindo esta linha de raciocínio o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito fumigante, de contato e repelente de óleos essenciais no controle do *T. castaneum*. Foram usados óleos essenciais das plantas *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae), *Foeniculum vulgare* Mill (Lamiaceae), *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae), *Citrus sinensis* (L) Osbeck (Rutaceae), *Citrus aurantium* L., *Croton helitropiifolius* Kunth, *Croton blanchetianus* Baill e *Croton pulegioidorus* Baill (Euphorbiaceae). Nos testes de fumigação diferentes concentrações dos óleos foram aplicadas em tiras de papel filtro presas na parte inferior da tampa da câmara de fumigação (0,5L), na qual continha 20 gramas de substrato alimentar e 20 insetos adultos de *T. castaneum* não sexados. A mortalidade dos insetos foi avaliada após 120 horas de exposição em estufa incubadora tipo B.O.D, a 30°C e 70 % UR. Para os testes de contato, diferentes concentrações dos óleos foram diluídas em acetona e aplicados em discos de papel filtro (9 cm Ø), e na testemunha foi aplicado apenas acetona P.A. Após a evaporação do solvente os discos foram colocados em placas de Petri e liberados 20 insetos adultos não sexados, e a mortalidade avaliada após 24 horas de exposição, em estufa incubadora tipo B.O.D. Os testes de repelência foram efetuados em arenas compostas por dois potes ligados a uma caixa central. Em um pote de uma extremidade foi depositado substrato alimentar umedecido com concentrações do óleo essencial diluído em acetona, e no pote da outra extremidade (testemunha) foi depositado apenas alimento; vinte insetos adultos não sexados foram liberados na caixa central, ficando expostos por 48 horas para avaliação da preferência. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições; os dados dos testes de fumigação foram submetidos à análise de regressão, e os dos testes de contato submetidos à análise de probit. O índice de repelência foi calculado pela fórmula $IR=2 \cdot G/(G+P)$ e a porcentagem de repelência (PR) pela fórmula $[PR=(NC-$

NT)/(NC+NT)*100]. Nos testes de fumigação o óleo de *C. aurantium* apresentou 100% de mortalidade na concentração de 490 µL/L ar e *F. vulgare* 93% de mortalidade com a concentração de 900 µL/L. ar. Nos testes de contato para *E. citriodora* foram obtidas $CL_{50}=0,5035 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ e $CL_{99}=0,8478 \mu\text{L}/\text{cm}^2$. Para *C. winterianus* foram estimadas $CL_{50}=0,9760$ e $CL_{99}= 5,1983 \mu\text{L}/\text{cm}^2$. *F. vulgare* obteve as menores concentrações com $CL_{50}=0,0157$ e $CL_{99}= 0,0216\mu\text{L}/\text{cm}^2$. Os óleos de *E. citriodora* *C. winterianus* apresentaram efeito repelente e *C. winterianus* e *F. vulgare* reduziram a emergência de adultos.

Palavras-Chave: Pragas de grãos armazenados, inseticidas botânicos, bioatividade, efeito repelente.

ABSTRACT

BRITO, Amaury Soares de. **Insecticidal activity and repellency of essential oils in *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)**. 2015. 50 f. Dissertation (Master in Plant Production - Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE – UAST), Serra Talhada-PE. Advisor: Teacher Dr. José Vargas de Oliveira.

Tribolium castaneum is a secondary pest that causes quantitative and qualitative losses in grain stocks of various cereals and derivatives. Your control is performed with several applications of insecticides and the consequence of this practice is the environmental contamination of people and the selection of resistant insects populations. New methods of control, such as the use of essential oils are gaining strength to mitigate negative impacts. Following this line of reasoning the objective of this study was to evaluate the fumigant action, contact and repellent of essential oils in control of *T. castaneum*. Were used essential oils of plants *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae), *Foeniculum vulgare* Mill (Lamiaceae), *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae), *Citrus sinensis* (L) Osbeck (Rutaceae), *Citrus aurantium*, *Croton helitropiifolius* Kunth, *Croton blanchetianus* Baill and *Croton pulegiodoris* Baill (Euphorbiaceae). In fumigation different concentrations of test oils were applied on filter paper strips attached on the bottom of the fumigation chamber cover (0.5 L), which contained 20 grams of food substrate and 20 adults of *T. castaneum* unsexed. The insect mortality was recorded after 120 hours of exposure in B.O.D kiln incubator, at 30 °C and RH 70±5%. For the contact test, different concentrations of the oils were diluted in acetone and applied to filter paper disks (9 cm Ø) and the control was applied only acetone. After evaporation of the solvent, the disks were placed in petri dishes and 20 adult insects released unsexed, and the mortality was assessed after 24 hours of exposure in BOD. The repellency tests were performed in arenas composed of two pots connected to a central box. In a pot of one end moistened feed substrate was mixed deposited with concentrations of the essential oil diluted in acetone, in the other pot (control) was deposited only food; Twenty insects do not sexed adult were released in the central box, being exposed for 48 hours to evaluate the preference. Was used a completely randomized design with four replications; data fumigation tests were submitted to regression analysis, and the contact tests submitted to probit analysis. The repellent rate was calculated by the formula $IR=2*(G+P)$ and the percentage of repellency (PR) by the formula $[PR=(NC-NT)/(NC+NT)*100]$. In fumigation tests *C. aurantium* oil showed 100% mortality at a concentration of 490 µL/L air, and *F. vulgare* 93% mortality at the concentration of 900 µL/L air. In contact tests for *E. citriodora*

were obtained $LC_{50} = 0.5035 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ and $CL_{99} = 0.8478 \mu\text{L}/\text{cm}^2$. For *C. winterianus* were estimated $LC_{50} = 0.9760$ and $5.1983 CL_{99} = \mu\text{L}/\text{cm}^2$. *F.vulgare* got the lowest concentrations with $LC_{50} = 0.0157$ and $CL_{99} = 0,0216 \mu\text{L}/\text{cm}^2$. The oils of *E. citriodora* and *C. winterianus* showed repellent effect and *C. winterianus* and *F. vulgare* reduced adult emergence.

Keywords: Pests of stored grain, botanical insecticides, bioactivity, repellent effect.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ontogenia do <i>Tribolium castaneum</i> . Fonte: Dönitz (2013)	17
Figura 2- Processo de extração de óleos essenciais no aparelho Clevenger (A), armazenamento em potes de cor âmbar (B) e purificação dos óleos em Evaporador Rotativo (C). Fonte: Brito (2015).....	24
Figura 3- Recipiente e substrato alimentar para a criação de <i>Tribolium castaneum</i> . Fonte: Brito (2015).	24
Figura 4- Câmaras de fumigação.....	25
Figura 5- Estufa incubadora tipo B.O.D.....	25
Figura 6- Montagem do teste de contato: (A) coletando acetona; (B) liberando os insetos no centro do papel tratado e (C) placas armazenadas em estufa tipo B.O.D. Fonte: Brito (2015).	26
Figura 7- Avaliação de teste de contato e os materiais usados. Fonte: Brito (2015).....	26
Figura 8- Arenas usadas no teste de repelência: (A) potes das extremidades com substrato alimentar e (B) Liberação dos insetos na caixa central. Fonte: Brito (2015).	28
Figura 9- Mortalidade do <i>Tribolium castaneum</i> submetido ao óleo essencial de <i>Citrus aurantium</i> em diferentes concentrações. Temperatura 30 °C, UR 70 ± 5%, fotofase 12 horas.	29
Figura 10- Mortalidade do <i>Tribolium castaneum</i> submetido ao óleo essencial de <i>Foeniculum vulgare</i> em diferentes concentrações. Temperatura 30 °C, UR 70 ± 5%, fotofase 12 horas....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Componentes do óleo essencial de <i>Croton heliotropiifolius</i> . Adaptado de Silva (2006).	19
Tabela 2- Componentes do óleo essencial de <i>Croton pulegiodorus</i> . Adaptado de Silva (2006).	19
Tabela 3- Componentes do óleo essencial de <i>Eucalyptus citriodora</i> . Adaptado de Olivero-Verbel et al. (2010)	20
Tabela 4- Concentrações dos óleos essenciais usados nos testes de contato.....	26
Tabela 5- Efeito de contato de óleos essenciais sobre adultos de <i>Tribolium castaneum</i> em farelo de milho. Temperatura: 30 °C, UR 70 e fotofase de 12 horas.....	30
Tabela 6- Efeito Repelente de diferentes concentrações dos óleos de <i>Eucalyptus citriodora</i> , <i>Cymbopogon winterianus</i> e <i>Foeniculum vulgare</i> sobre o <i>Tribolium castaneum</i> . Temperatura 30 °C, UR 70 ±5%.	31
Tabela 7- Porcentagem de redução do número de ovos depositados por <i>Tribolium castaneum</i> em farelo de milho tratado com óleo e testemunha. Temperatura 30 °C, UR 70±5%, fotofase 12 horas.	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL	16
2.2	A PRAGA, <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i>	16
2.3	USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS	18
2.	MATERIAL E MÉTODOS	23
2.2.	AQUISIÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	23
2.4	CRIAÇÃO DE <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i>	24
2.3.	TESTES DE FUMIGAÇÃO.....	24
2.4.	TESTES DE CONTATO.....	25
2.5.	TESTE DE REPELÊNCIA	27
3.	RESULTADOS	29
3.2.	TESTE DE FUMIGAÇÃO.....	29
3.3.	TESTE DE CONTATO	30
3.4.	TESTES REPELÊNCIA	31
4.	DISCUSSÃO	33
5.1.	TESTE FUMIGAÇÃO.....	33
5.2.	TESTES DE CONTATO.....	34
5.3.	TESTE DE REPELÊNCIA	36
6.	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O besouro *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) é uma das pragas secundárias mais importantes no armazenamento de cereais, atacando principalmente o embrião. Desenvolve-se em todos os tipos de cereais moídos, como farelos, farinhas, rações, fubás, também em chocolates e raízes de gengibre (LOECK, 2002; LORINI, 2010). Em decorrência das perdas provocadas por este inseto, durante muito tempo vem sendo aplicados inseticidas químicos sintéticos

para o seu controle, os quais podem provocar a contaminação dos cereais (WMO, 2010), intoxicações aos aplicadores e a seleção de populações de insetos resistentes aos princípios ativos (DAUTERMAN & HODGSON, 1978; BENHALIMA et al., 2004.; PIMENTEL et al., 2010; BOYER et al., 2012).

No intuito de evitar ou minimizar os efeitos indesejáveis decorrente do uso de inseticidas sintéticos, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com métodos de controle alternativos para diversas pragas de produtos alimentícios armazenados, como o uso de pós vegetais (OLIVEIRA & VENDRAMIM, 1999), temperaturas extremas (ANDERSON & MUTCHMOR, 1971; ELIOPOULOS et al., 2011), extratos vegetais (ALMEIDA et al., 2004.; JBILOU et al., 2006; RESTELLO et al., 2009; MOBKI et al., 2014), terra de diatomáceas (FIELDS & KORUNIC, 2000; PINTO JUNIOR et al., 2008; MIKAMI et al., 2010), controle biológico (OLIVEIRA et al., 2007) e óleos essenciais (SANTOS et al., 1997.; COITINHO et al., 2006; ABBASIPOUR et al., 2011). Os óleos essenciais são produzidos pelo metabolismo secundário das plantas (BERNAYS & CHAMPMAN, 1994; SCHULZE et al., 2005; KROYMANN, 2011), apresentam aroma característico e podem ser extraídos de diferentes partes dos vegetais, como folhas, flores, frutos, sementes, cascas e rizomas (BAKKALI et al., 2008). O método de extração mais comum é por hidrodestilação (TRIPATHI et al., 2000; WANG et al., 2006; ZAPATA & SMAGGHE, 2010).

Os óleos essenciais já são bem conhecidos e muitos autores afirmaram que os compostos apresentam baixa toxicidade a vertebrados e alta toxicidade a insetos (BERNAYS & CHAMPMAN, 1994.; SHAYA et al., 1997.; OLIVEIRA & VENDRAMIM, 1999.; CHOI et al., 2004.; SCHULZE et al., 2005.; LIU et al., 2007). Isso direcionou o seu uso no controle de insetos de importância agrícola, urbanas e de grãos armazenados, atuando por

ingestão, contato e fumigação; além de exercerem efeito repelente (SAROUKOLAI et al., 2010.; KIM et al., 2010.; LI et al., 2010.; SUTHISUT et al., 2011).

O modo de ação dos óleos essenciais não é muito conhecido, mas estudos mostraram que alguns agem na inativação de enzimas neurotransmissoras, como a acetilcolina e a octopamina, provocando a paralisia dos insetos (O'BRIEN, 1978.; KOSTYUKOVSKY et al., 2002; MIKHAIEL, 2010).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos fumigante, de contato e repelente de óleos essenciais no controle do *T. castaneum* em farelo de milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2014), a produção de grãos de milho para as safras 2014-2015 no Brasil foi estimada em 78.915,500 toneladas. Estes grãos e sub-produtos estão sujeitos a intensos ataques de insetos-praga (primárias e secundárias), que são responsáveis por perdas quantitativas e qualitativas em todo o mundo (LEE et al., 2002.; OBENG-OFORI, 2005), algo em torno de 10% em países desenvolvidos (EMBRAPA, 2015).

As principais pragas de grãos armazenados são: *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae), *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), *Lasioderma serricorne* Fabricius (Coleoptera: Anobiidae), *Sitotroga cerealella* Oliver (Lepidoptera: Gelechiidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) e *Ephestia elutella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) (SANTOS et al.,1997.; LEE et al., 2002.; LORINI, 2010).

2.2 A PRAGA, *Tribolium castaneum*

Esse inseto destaca-se como uma das pragas secundárias mais importantes de cereais armazenados (LOECK, 2002). Os adultos medem entre 3 – 4,5 mm de comprimento, corpo achatado, de lados paralelos, cor marrom avermelhada e espaço entre os olhos de 33% da largura da cabeça, a larva é elateriforme (REES, 2007) e apresenta sete estádios (Figura 1) (DÖNITZ et al., 2013).

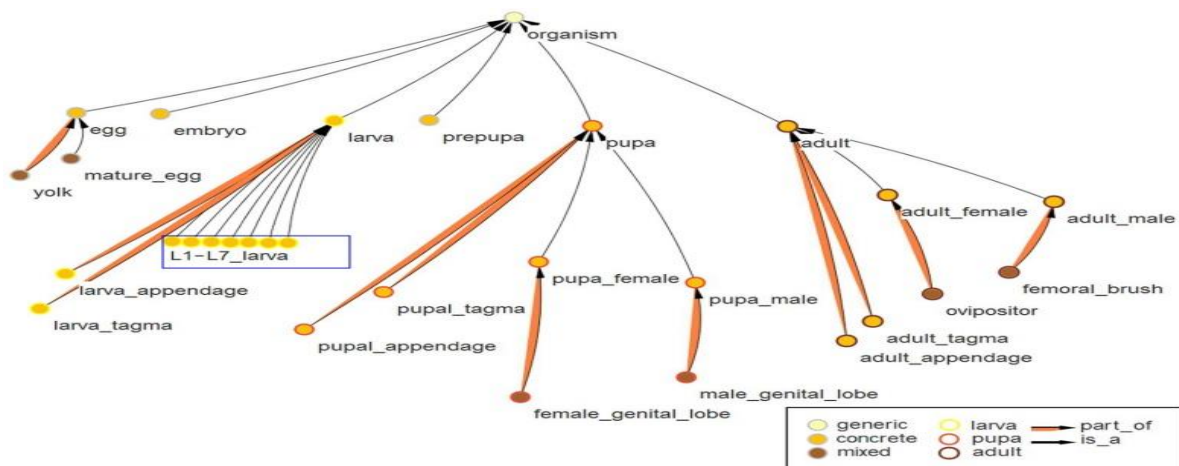


Figura 1- Ontogenia do *Tribolium castaneum*. Fonte: Dönitz (2013).

São conhecidas 36 espécies de *Tribolium* como pragas de cereais, estando distribuídas nas Américas, África, Ásia e Austrália (ANGELINI & JOCKUSCH, 2008). São adaptadas a ambientes áridos (DUNCAN, 2003) e apresentam grande habilidade de atrair outros indivíduos, pois os machos liberam o feromônio de agregação 4,8-dimetildecanal, ao encontrarem alimento (PHILLIPS, 1997). Quando em ambiente favorável à reprodução, às fêmeas escolhem o parceiro para a cópula (EDVARDSSON & ARNQVIST, 2000) e controlam a quantidade de esperma que cada um depositará na espermateca (FEDINA et al., 2004). Essa praga detecta a fonte de recurso pelo odor (SEIFELNASR et al., 1982), vôa e caminha em sua direção (AHMAD et al., 2013a). Apesar de preferir farinhas e farelos, se alimenta de uma dieta com mais de 15 itens. Também ataca grande variedade de cereais e rações animais, bem como o embrião de grãos perfurados, devido o seu aparelho bucal não lhe permitir romper os grãos intactos (TREMATERRA et al., 2000; LAZZARI & LAZZARI, 2009). Na falta de farinhas alimenta-se até mesmo de fungos (AHMAD et al., 2013b), conferindo ao alimento infestado um odor desagradável característico devido à presença de quinonas, substâncias irritantes e pungentes, excretadas por glândulas de defesa odoríferas, situadas nos segmentos torácicos e abdominais (HAPP, 1968; ATHIÉ & PAULA, 2002).

As larvas e adultos de Tenebrionidae apresentam hábitos alimentares semelhantes, sendo dotados de aparelho bucal e tubo digestivo adaptados para ingerir e triturar alimentos sólidos, e contêm enzimas digestivas distribuídas de forma similar nos adultos e larvas (LAZZARI & LAZZARI, 2009). Quando atacam sementes podem provocar a redução da germinação e vigor. Também, o alimento infestado apresenta-se contaminado com insetos vivos e mortos, exúvias, fezes, e outros fragmentos que podem acarretar perda da qualidade e

do valor comercial. Em decorrência da atividade metabólica podem aumentar a temperatura e a umidade do ambiente, favorecendo a entrada de outros organismos (LAZZARI & LAZZARI, 2009).

Através das glândulas do seu sistema endócrino (HAPP, 1968), liberam substâncias que podem ser prejudiciais a outros organismos após o consumo, como Metil-1,4-benzoquinona (MBQ), Etil-1,4-benzoquinona (EBQ) e 1-Pentadeceno (C15:1) (MARKARIAN et al., 1978.; VILLAVERDE et al., 2007). As benzoquinonas são derivadas do *p*-dipenol presentes nas glândulas como glicosídeos (CHIMPPENDALE, 1978).

2.3 USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

As plantas produzem uma série de compostos voláteis, a partir do metabolismo de lipídeos (componentes do metabolismo secundário), classificados em cinco grupos: compostos nitrogenados, fenólicos, terpenóides, ácidos orgânicos e compostos sulfurados (BERNAYS & CHAMPMAN, 1994.; SCHULZE et al., 2005; KROYMANN, 2011). Esses compostos formam os óleos essenciais (ZHU-SALZMAN et al., 2005), que dão cheiro e sabor característicos às folhas, flores, frutos, sementes, cascas e rizomas (BAKKALI et al., 2008). São sintetizados nas plantas pela via mevalonato, podendo ser induzidos ou não pelo jasmonato (SCHULZE et al., 2005). O método mais comum de extração dos óleos essenciais é a hidrodestilação (TRIPATHI et al., 2000; WANG et al., 2006; ZAPATA & SMAGGHE, 2010).

Os óleos essenciais, geralmente apresentam baixa toxicidade a mamíferos e alta toxicidade a insetos (BERNAYS & CHAMPMAN, 1994; SHAYYA et al., 1997; CHOI et al., 2004; SCHULZE et al., 2005; LIU et al., 2007). O seu uso no controle de insetos-praga já é bem difundido, sendo aplicados de diferentes maneiras, e atuando nos insetos por ingestão, contato e fumigação, podendo também exercer repelência, principalmente contra adultos (KIM et al., 2010; LI et al., 2010; SAROUKOLAI et al., 2010; SUTHISUT et al., 2011). Entre os modos de ação conhecidos são mencionados a inativação de enzimas neurotransmissoras, como a acetilcolina e a octopamina, provocando a paralisia do inseto (O'BRIEN, 1978; KOSTYUKOVSKY et al., 2002).

Diante do cenário atual, os óleos essenciais surgem como uma alternativa ao uso de inseticidas sintéticos, os quais apresentam efeitos colaterais, como o brometo de metila que afeta a camada de ozônio (WMO, 2010) e a fosfina, que por ser um dos mais usados, tem

proporcionado a seleção de populações resistentes em várias regiões (BENHALIMA et al., 2004; PIMENTEL et al., 2009). Muitos outros compostos provocam também intoxicações aos aplicadores e consumidores e podem deixar resíduos nos grãos (HOULDEN et al., 1990).

O gênero *Croton* (Euphorbiaceae) contém algumas espécies conhecidas popularmente pelo uso medicinal e científico (SILVA, 2006; DÓRIA et al., 2010). Os óleos das espécies *Croton heliotropiifolius* St.Hill e *C. pulegiodorus* foram usados para o controle de larvas de *Aedes aegypti* L., vetor do vírus da Dengue, com resultados promissores; também apresentaram a identificação dos componentes dos óleos das duas espécies, sendo 24 substâncias para o óleo de *C. heliotropiifolius* (Tabela 1) e 55 para *C. pulegiodorus* (Tabela 2). Para *C. heliotropiifolius* os componentes majoritários foram β -cariofileno (38,21%), Biccilogermacreno (20,90%) e Germacreno-D (12,36 %).

Tabela 1- Componentes do óleo essencial de *Croton heliotropiifolius*. Adaptado de Silva (2006).

Componentes	%	Componentes	%
α -Pineno	0,34	Sesquicineol	3,60
Sabineno	0,48	δ -Cadineno	1,45
Mirceno	0,92	Germacreno-B	0,56
α -Felandreno	0,23	Espatuleno	2,48
p-Cimeno	0,15	Óxido de cariofileno	1,20
Limoneno	3,62	β -Bisabolol	0,91
1,8-Cineol (Eucaliptol)	0,20	α -Bisabolol	1,41
γ -Terpineno	0,70	β -Cariofileno	38,21
Linalol	0,28	α -Humuleno (α -Cariofileno)	3,88
Acetato de bornila	0,37	Germacreno-D	12,36
α -Copaeno	0,17	Biccilogermacreno	20,90

Tabela 2- Componentes do óleo essencial de *Croton pulegiodorus*. Adaptado de Silva (2006).

Componentes	%	Componentes	%
α -Pineno	0,02	α -Cubebeno	0,03
Sabineno	0,03	Ciclosativeno	0,49
β -Mirceno	0,04	α -Copaeno	0,52
δ -3-Careno	0,04	β -Bourbonerio	0,12
o-Cimeno	0,04	β -Elemeno	0,77
Limoneno	0,32	(Z)-Cariofileno	0,05
β -Felandreno	0,04	α -Gurjuneno	0,14
γ -Terpineno	0,09	β -Cariofileno	21,80
Linalol	0,20	β -Gurjuneno	0,18
Borneol	0,21	Geranil acetona	0,21
Terpin-4-ol	0,07	α -neo-Cloveno	0,12
α -Terpineol	0,03	β -Farneseno	0,22
Acetato de bornila	0,96	α -Humuleno	3,75
2-Undecanona	0,02	Alo-Aromadendreno	0,82

γ -Elemeno	0,07	γ -Muuroleno	0,41
Germacreno D	10,16	Oxido de cariofileno	1,76
Valenceno	0,43	Globulol	0,67
Biciclogermacreno	17,49	Guaiol	1,05
β -Curcumeno	0,28	1,10-di-epi-Cubenol	1,17
Germacreno-A	0,84	10-epi- γ -Eudesmol	0,22
Sesquicineol	1,48	1-epi-Cubenol	0,42
Cubenol	0,68	epi- α -Cadinol	0,81
δ -Cadineno	1,46	epi- α -Muurolol	1,18
Cis-Calameno	0,23	τ -Cadinol	4,22
Cadina-1,4-dieno	0,09	α -Muurolol	2,36
α -Cadineno	0,08	β -Bisabolol	0,48
α -Calacoreno	0,03	β -Copaen-4- α -ol	4,15
β -Germacreno	1,77	-	-

C. pulegiodorus tem como principais componentes β -Cariofileno (21,80 %), Biciclogermacreno (17,49 %) e Germacreno D (10,16%) (SILVA, 2006).

Os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius* e *C. pulegiodorus* apresentaram efeito inseticida sobre *A. aegypti*, sendo que o segundo foi mais eficaz (SILVA, 2006.; DÓRIA et al., 2010). Estas plantas são conhecidas na região Nordeste pelo seu poder cicatrizante.

O óleo essencial de *Eucaliptus citriodora* Hook apresentaram efeito repelente e inseticida contra *T. castaneum* (OLIVERO-VERBEL et al., 2010). Os autores destacaram como principais componentes, citronelal (40%), isopulegol (14,6%) e citronelol (13%), de um total de 29 componentes (Tabela 3). Este óleo também apresentou efeito acaricida (CHAGAS et al., 2002), bactericida (ESTANISLAU et al., 2001) e inibidor do crescimento micelial de fungos que infectam o sorgo (BONALDO et al., 2007).

Tabela 3- Componentes do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*. Adaptado de Olivero-Verbel et al. (2010) .

Constituinte	%	Componentes	%
α -Pineno	0,8	4-Terpineol	1,0
Sabineno	0,1	α -Terpineol	1,0
β -Pineno	2,2	Verbenono	0,3
Mirceno	0,4	Citronellol	13,0
p-Cimeno	1,0	Geraniol	0,1
Limoneno	1,1	Metil citronellato	2,0
1,8-Cineol	3,4	Citronellil formato	0,2
trans- β -Ocimeno	0,2	3,7-Dimetil-6-octenoico acido	1,9
γ -Terpineno	1,5	5-Meil-2-(2-hydroxy-2-propyl)-cyclohexanol	4,7
p-Mentha-3,8-diene	0,6	cis-Jasmono	0,4
Linalool	2,2	trans- β -Caryofilleno	1,8
cis-Rose oxido	0,2	α -Humulene	0,1
Citronellal	40,0	Caryofilleno oxido	0,3
Isopulegol	14,6	-	-

O óleo de *Foeniculum vulgare* Mill. possui como principais compostos o limoneno (41,82%), (E)-anetol (17,92%) e *a*-pineno (11,13%) (GUSMÃO et al., 2013), apresentando elevado efeito inseticida sobre *Zabrotes subfasciatus* (ALVES et al., 2012), *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (GUSMÃO et al., 2013), *Sitophilus oryzae* L. e *Callosobruchus chinensis* L. (KIM et al., 2003).

As plantas cítricas são caracterizadas pela grande quantidade de Limoneno presente nos seus óleos essenciais (HÖGNADOTTIR & ROUSEFF, 2003; DHARMAWAN et al., 2009). A Laranja-amarga (*Citrus aurantium*) apresenta como componentes majoritários o Limoneno (90,78%) e o Mirceno (3,87%) (Terra Flor Aromaterapia, 2013).

O óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowitt apresentou efeito inseticida contra *C. maculatus* e possui como principais componentes, o Citronelal (35,47%) e Geraniol (21,83%) (GUSMÃO et al., 2013).

O uso de óleos essenciais como fumigantes no controle de *T. castaneum* é muito promissor, já demonstrado com muitos exemplos de sucesso nos experimentos com várias plantas (HUANG et al., 2000; LI et al., 2010; KIM et al., 2010; SAROUKOLAI et al., 2010; ABBASIPOUR et al., 2011; YANG et al., 2010; SUTHISUT et al., 2011; CHU et al., 2011; POPOVIĆ et al., 2013). Prates et al. (1998) observaram que os monoterpenos Limoneno (31,5 µL/L ar) e Cineole (29,5 µL/L ar) proporcionaram, respectivamente, mortalidades de 94,9% e 58,3% em *T. castaneum*.

Os monoterpenos Pulegono, *l*-fenchono e o Cineolo causaram mortalidade de 100% em *T. castaneum* na concentração de 50 mg/L de ar (LEE et al., 2002). Trabalhando com vários compostos do óleo de *Rosmarinus officinalis* L. (Labiatae), Lee et al. (2002) encontraram maior toxicidade com 1,8-Cineole.

Os efeitos dos óleos essenciais via contato sobre *T. castaneum* têm sido constatados por vários autores. Chu et al. (2011) estimaram CL₅₀ de 6,33 µg/inseto com o óleo de *Illicium difengpi* Stem. Tapondjou et al. (2005) observaram que o óleo de *Cupressus sempervirens* L. (Cupressaceae) apresentou efeito de 100% de mortalidade em *T. confusum* na concentração de 1,56 µg/cm² após 96 horas, e o óleo de *Eucalyptus saligna* Smith mostrou o mesmo efeito com 72 horas. Os mesmos autores estimaram CL₅₀ de 0,48 µg/cm² em *C. sempervirens* e de 0,74 µg/cm² em *E. saligna*. Garcia et al. (2005), submetendo adultos de *T. castaneum* ao óleo de *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavon) Pers (Asteraceae) estimaram CL₅₀ de 0,83 mg/cm²,

em 24 horas, e também efeito repelente. Prates et al. (1998) afirmaram que Limoneno e Cineole foram mais eficientes, quando aplicados em grãos de trigo em teste de contato, do que em papel filtro, destacando-se o Cineole no controle de *T. castaneum* e *Rhyzopertha dominica* (Fabri).

Reduzir o número de insetos -praga que adentram nos estoques de alimento é uma ótima forma de controle. Assim, alguns estudos foram desenvolvidos, visando testar os efeitos de óleos essenciais sobre a preferência da praga em ambientes e não tratados (OLIVEIRA & VENDRAMIM, 1999), utilizando como parâmetros, a oviposição, eclosão de larvas e emergência de adultos (TRIPATHI et al., 2000) e inibição de desenvolvimento (WANG et al., 2006). No controle de *T. castaneum* vários óleos essenciais já apresentaram resultados relevantes (ZAPATA & SMAGGHE, 2010; UKEH & UMOETOK, 2011), como os de *E. citriodora* e *C. citratus* Stapf (OLIVERO-VERBEL, 2009) e outros que contém os componentes Linalool (UKEH & UMOETOK, 2011), citronelal, citronelol e geraniol (LICCIARDELLO et al., 2013).

Kostyukovsky et al. (2002), investigando o sítio de ação dos componentes de óleos essenciais SEM-70 e ZP-51 em *T. castaneum*, observaram que atuam na inibição da Octopamina (neurotransmissor). O componente ZP-51 proporcionou mortalidade de 100% em 48 horas, para larvas e adultos, já o SEM-76 apresentou mortalidade de 100% para larvas e 79% para adultos. Mikhaiel (2011) constatou que a CL_{50} do óleo de endro (*Anethum graveolens* L.) apresentou redução na atividade da Acetilcolinesterase (10,89 μ g, comparado com o controle que foi 17,33 μ g AchBr liberado/min/g B.Wt).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios da Pós-Graduação em Produção Vegetal e de Entomologia e Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2015.

3.1 OBTENÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

O óleo de Eucalpto (*Eucalyptus citriodora* Hook) foi adquirido no Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), constando dos seguintes componentes majoritários: Citronelil acetato (3,34%), 1,8-Cineole (2,87%) e β -Pino (0,94%). Os óleos de Citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt e Erva doce (*Foeniculum vulgare* Mill) foram provenientes da UFPB (Universidade Federal da Paraíba Campus III) e analisados na UFRPE; o primeiro apresentou como componentes majoritários, o Geranial (21,83%) e Citronellal (10,94%) e o segundo, Limoneno (41,82%), (E)-anethole (17,91%) e *a*-pino 11,13%). O óleo da Laranja Amarga (*Citrus aurantium* L.) foi obtido na empresa Terra Flor Aromaterapia, no município de Alto Paraíso de Goiás – GO. Os componentes majoritários foram o Limoneno (90,78%) e o Myrceno (3,87%).

Os óleos de *Croton heliotropifolius*, *Croton pulegioides* e *Croton blanchetianus* foram obtidos de plantas coletadas nos municípios de Triunfo e Serra Talhada, PE. Estas foram conduzidas ao laboratório de Pós-graduação em Produção Vegetal na UFRPE/UAST, trituradas e submetidas ao processo de hidrodestilação em aparelho Clevenger (Figura 2a), e as emulsões foram acondicionadas em potes de vidro âmbar (Figura 2b); em seguida, o material foi misturado com Diclorometano para a separação da água, em funil com algodão e sal anidro, e o óleo essencial foi separado do Diclorometano em Evaporador Rotativo (Figura 2c). Os óleos foram acondicionados em recipientes de vidro escuros, armazenados em geladeira e protegidos da luz.



Figura 2- Processo de extração de óleos essenciais no aparelho Clevenger (A), armazenamento em potes de cor âmbar (B) e purificação dos óleos em Evaporador Rotativo (C). Fonte: Brito (2015).

3.2 CRIAÇÃO DE *Tribolium castaneum*

Os insetos foram provenientes de uma população mantida no laboratório de Entomologia e Ecologia da UFRPE/UAST, os quais foram acondicionados em recipientes de plástico com tampa perfurada, com um pedaço de tecido (filó) colado na parte interna para proporcionar as trocas gasosas e evitar a fuga dos insetos. O substrato alimentar foi constituído de grãos de milho triturados, farinha de trigo e levedura de cerveja (Figura 3).



Figura 3- Recipiente e substrato alimentar para a criação de *Tribolium castaneum*.
Fonte: Brito (2015).

3.3 TESTES DE FUMIGAÇÃO

Inicialmente foram realizados testes preliminares, a fim de se obter as concentrações a serem aplicadas nos testes definitivos. Utilizou-se câmaras de fumigação de vidro (0,5L) hermeticamente fechadas (Figura 4). Os óleos essenciais foram impregnados em tiras de papel de filtro (2x5cm) com auxílio de micropipeta graduada. Entre a tampa e o compartimento inferior da câmara foi preso um tecido de filó para evitar que os insetos entrassem em contato

com o óleo. Dentro de cada câmara foram liberados 20 insetos adultos não sexados com idade de 30 dias e 20 gramas de substrato alimentar. Utilizaram-se as concentrações definitivas, em $\mu\text{L/L}$ ar, dos óleos essenciais: *C. aurantium* (200; 260; 320; 380; 440 e 490) e *F. vulgare* (400, 500, 600, 700, 800 e 900).

As câmaras de fumigação foram acondicionadas em estufa incubadora tipo B.O.D (Demanda Bioquímica de Oxigênio, Eletrolab, modelo EL 202) (Figura 5), regulada para a temperatura de 30 °C, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 h (Figura 6). A mortalidade foi avaliada com 120 horas de exposição, sendo considerados mortos os insetos que não se movimentavam no tempo de um minuto, aproximadamente, após serem tocados com um pincel de pelo fino; os insetos foram observados com auxílio de uma lupa manual, devido alguns indivíduos apresentarem a habilidade da tanatose. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições.



Figura 4- Câmaras de fumigação



Figura 5- Estufaincubadora tipo B.O.D.

3.4 TESTES DE CONTATO

Os óleos foram diluídos em acetona P.A., com o auxílio de uma micropipeta dentro de um tubo Eppendorf, onde o volume de óleo e acetona foi igual a 800 μL , suficiente para impregnar, uniformemente, todo o disco de papel; em seguida, a solução foi coletada e despejada uniformemente sobre um disco de papel filtro filtro (9cm Ø) (Figura 6). Após a volatilização do solvente, cerca de 10 minutos, os discos foram encaixados em placa de Petri com o mesmo diâmetro e liberados sobre o papel 20 insetos adultos não sexados, com idade de 30 dias; as placas foram acondicionadas em estufa tipo B.O.D., com temperatura 30°C, umidade relativa de 70 ± 5 e fotofase de 12 horas. As concentrações usadas (Tabela 4) foram definidas através de testes preliminares. As avaliações dos testes foram efetuadas após 24

horas, considerando-se mortos os insetos que não se moveram após serem tocados com pincel, sendo observados através de lupa manual (Figura 7).

Tabela 4- Concentrações dos óleos essenciais usados nos testes de contato.

Óleos	Concentrações dos óleos essenciais ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)								
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,0094	0,0110	0,0125	0,0141	0,0157	0,0172	0,0188	0,0204	
<i>Croton pulegiodorus</i>	0,15	0,1886	0,2200	0,2829	0,3458	0,4086	0,4715	0,5344	0,5972
<i>Cymbopogon winterianus</i>	0,47	0,5187	0,5501	0,5815	0,7387	0,7701	1,4146	1,5718	2,0433
<i>Eucalyptus citriodora</i>	0,3615	0,3772	0,4243	0,4872	0,5187	0,5815	0,6130	0,6444	

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições.

As Concentrações Letais CL_{50} e CL_{99} dos óleos essenciais foram estimadas, através do PROC PROBIT do programa SAS version 8.02 (SAS Institute, 2001). As Razões de Toxicidade (RT) foram obtidas, através do quociente entre a CL_{50} e/ou CL_{99} do óleo essencial de menor toxicidade e as CL_{50} e/ou CL_{99} dos demais óleos, individualmente.



Figura 6- Montagem do teste de contato: (A) coletando acetona; (B) liberando os insetos no centro do papel tratado e (C) placas armazenadas em estufa tipo B.O.D. Fonte: Brito (2015).



Figura 7- Avaliação de teste de contato e os materiais usados. Fonte: Brito (2015).

3.5 TESTE DE REPELÊNCIA

Os testes foram realizados em arenas (Figura 8) constituídas por dois recipientes de plástico interligados por mangueiras a uma caixa central; o recipiente de uma extremidade recebeu 20 gramas do substrato alimentar tratado com óleo essencial, e o da outra 20 g de substrato alimentar não tratado. Na caixa central foram liberados 20 insetos adultos não sexados com idade de 30 dias. Utilizou-se para os óleos de *E. citriodora* e *C. winterianus* a concentração CL_{50} por parcela e mais duas concentrações superiores e duas inferiores a esta. Para o óleo de *F. vulgare*, como as diferenças foram muito pequenas entre a menor e a maior concentração usaram-se apenas três concentrações, sendo a $CL_{50} = 1 \mu\text{L}$ (0,5; 1,0 e 2,0 μL). Para *E. citriodora* as concentrações foram 8,5; 17; 34; 68 e 136 μL . e para *C. winterianus* 15,5; 31; 62; 124 e 248 μL . O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os valores das CL_{50} usadas nesse teste se referem à parcela de 63,62 cm^2 do disco de papel filtro do teste de contato.

As avaliações foram feitas após 48 horas, contando-se os insetos presentes nos tratamentos e na testemunha. O índice de repelência (IR) foi obtido por meio da fórmula de preferência: $IR = 2G/(G+P)$, onde G= % dos insetos presentes nos potes tratados; P= % dos insetos presentes nas testemunhas. Os valores de IR variam entre zero e dois. Quando o IR = 1 indica que o tratamento é neutro; IR > 1 indica que o tratamento é atraente e IR < 1 corresponde a tratamento repelente. O intervalo de segurança para averiguar se os óleos essenciais são ou não repelentes foi obtido, a partir da média dos IR (índice de repelência) e do respectivo desvio padrão (DP), ou seja, se a média dos IR for menor que 1 - DP o tratamento é repelente; se for maior que 1 + DP o tratamento é atraente e se estiver entre 1 - DP e 1 + DP, o tratamento é considerado neutro (FINNEY, 1971).

Para avaliar o percentual médio de redução de emergência, o substrato alimentar dos tratamentos e testemunhas foram transferidos para outros recipientes e armazenados em estufa incubadora tipo B.O.D, e após 30 dias foram analisados o número de insetos emergidos em cada pote para os óleos de *C. winterianus* e *F. vulgare* pela fórmula $PR = (NC - NT) / (NC + NT) \times 100$ (OBENG-OFORI & AMITEYE, 2005), onde PR, corresponde à porcentagem média de repelência; NC, o total de insetos na testemunha; NT, o total de insetos em cada tratamento com óleo.



Figura 8- Arenas usadas no teste de repelência: (A) potes das extremidades com substrato alimentar e (B) Liberação dos insetos na caixa central. Fonte: Brito (2015).

4 RESULTADOS

4.1 TESTE DE FUMIGAÇÃO

Os óleos de *E. citriodora* e *C. winterianus* apresentaram mortalidade de 13,75 e 11,25% em concentrações de 1000 $\mu\text{L/L}$ ar, respectivamente. Os óleos de *C. helitropiifolius* e *C. blanchetianus* não proporcionaram mortalidade em concentrações de 100 $\mu\text{L/L}$ ar, e 610 $\mu\text{L/L}$ ar do óleo essencial do *C. pulegiodorus* causou 10% de mortalidade.

Os dados de mortalidade dos óleos de *C. aurantium* e *F. vulgare* ajustaram-se ao modelo de regressão linear (Figuras 9 e 10). O primeiro foi o mais tóxico, com 100% de mortalidade para a concentração de 490 $\mu\text{L/L}$ de ar, sendo a mortalidade dose dependente (Figura 9) ($F - 282,4$, $p < 0,0003$). O óleo de *F. vulgare* proporcionou 93% de mortalidade com a concentração de 900 $\mu\text{L/L}$ de ar (Figura 10) ($F - 5,46$, $p < 0,01$).

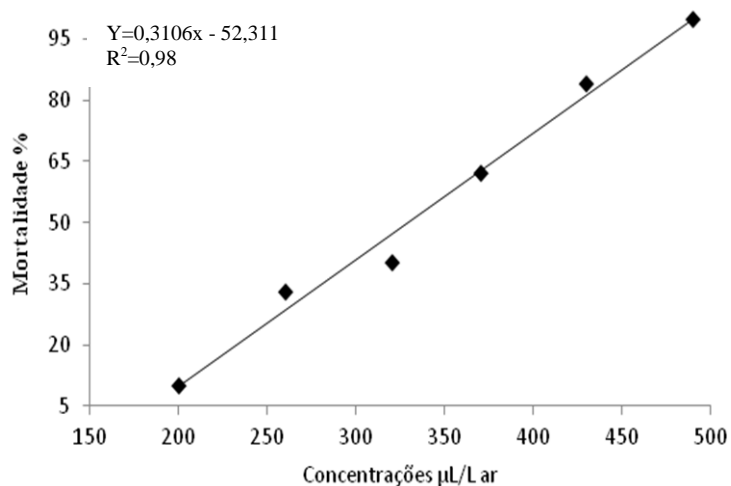


Figura 9- Mortalidade de *Tribolium castaneum* submetido ao óleo essencial de *Citrus aurantium* em diferentes concentrações. Temperatura 30 °C, UR 70 \pm 5%, fotofase 12 horas.

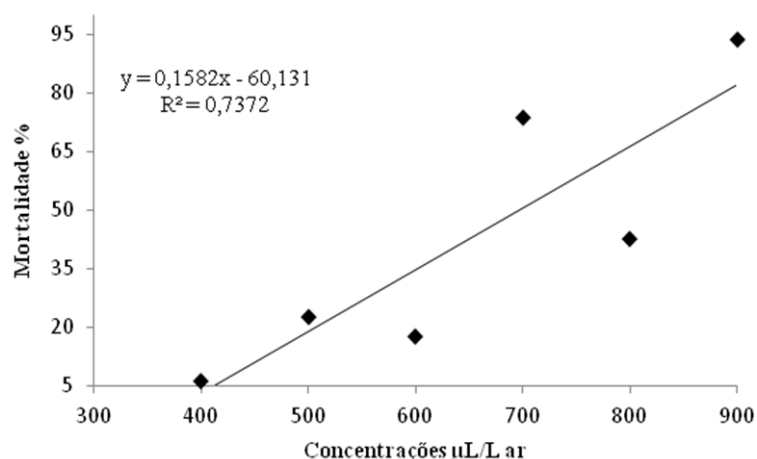


Figura 10- Mortalidade do *Tribolium castaneum* submetido ao óleo essencial de *Foeniculum vulgare* em diferentes concentrações. Temperatura 30 °C, UR 70 ± 5%, fotofase 12 horas.

4.2 TESTE DE CONTATO

De acordo com as CL_{50} e 99 dos óleos essenciais, a ordem de toxicidade decrescente para *T. castaneum* foi a seguinte: *F. vulgare* > *C. pulegiodorus* > *E. citriodora* > *C. winterianus*, (Tabela 5).

Tabela 5- Efeito de contato de óleos essenciais em adultos de *Tribolium castaneum* em farelo de milho. Temperatura: 30 °C, UR 70 e fotofase de 12 horas.

Óleos	n	Gl	Inclinação (± E.P)	CL_{50} (I.C. a 95%)	RT_{50}	CL_{99} (I.C. a 95%)	RT_{99}	χ^2
<i>Foeniculum vulgare</i>	320	3	16,71 ± 1,32	0,0157 (0,0152-0,0161)	62,16	0,0216 (0,0205-0,0231)	240,66	4,3 5,0
<i>Croton pulegiodorus</i>	400	3	7,72 ± 0,57	0,3629 (0,34-0,38)	2,68	0,7264 (0,66-0,81)	7,15	2,5 1,0
<i>Eucalyptus citriodora</i>	640	7	10,28 ± 0,72	0,5035 (0,49-0,51)	1,93	0,8478 (0,79-0,92)	6,13	8,4 5,0
<i>Cymbopogon winterianus</i>	560	5	3,20 ± 0,31	0,9760 (0,88-1,09)	-	5,1983 (3,73-8,42)	-	8,5 8,0

n= Número de insetos por tratamento.

GL=Grau de liberdade.

CL_{50} = Concentração Letal 50 e/ou 99% ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$).

RT=Razão de toxicidade

χ^2 = Qui-quadrado.

4.3 TESTES REPELÊNCIA

O desempenho dos óleos essenciais de *E. citriodora*, *C. winterianus* e *F. vulgare* sobre *T. castaneum* variou de acordo com a concentração utilizada (Tabela 6). *E. citriodora* apresentou efeito repelente a partir da CL₅₀ e neutro nas duas concentrações inferiores. *C. winterianus* foi repelente na menor concentração e nas duas maiores, neutro na CL₅₀ e na concentração anterior a esta; *C. vulgare* foi neutro nas três concentrações avaliadas (Tabela 6).

A redução na postura de *T. castaneum* foi crescente com o aumento das concentrações de *C. winterianus*, variando de 78 na menor concentração (15,5) a 100% na maior (248 µL/20g). Em relação a *F. vulgare*, houve uma discrepância, pois a redução na postura foi de 61,2 (0,5) e 41,5% (2 µL/20g).

Tabela 6- Efeito Repelente de diferentes concentrações dos óleos de *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon winterianus* e *Foeniculum vulgare* sobre *Tribolium castaneum*. Temperatura 30 °C, UR 70 ±5%.

Tratamentos	Concentrações µL/20g	IR (M±DP)	Classificação
<i>Eucalyptus citriodora</i>	8,5	0,98±0,59	Neutro
	17	1,08±0,37	Neutro
	34 CL ₅₀	0,48±0,46	Repelente
	68	0,63±0,29	Repelente
	136	0,17±0,13	Repelente
<i>Cymbopogon winterianus</i>	15,5	0,48±0,19	Repelente
	31	0,49±0,68	Neutro
	62 CL ₅₀	0,52±0,82	Neutro
	124	0,32±0,22	Repelente
	248	0,13±0,16	Repelente
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,5	1,52±0,19	Neutro
	1 CL ₅₀	1,26±0,42	Neutro
	2	1,06±0,36	Neutro

IR (Índice de repelência) = 2G/G+P (G=% de insetos atraídos no tratamento; P=% de insetos atraídos na testemunha).
Desvio padrão.

Tabela 7- Porcentagem de redução do número de ovos depositados por *Tribolium castaneum* em farelo de milho tratado com óleo e testemunha. Temperatura 30 °C, UR 70±5%, fotofase 12 horas.

Tratamentos	Concentrações μL/20g	Médias ± E.P		Redução de progênie (%)
		Testemunha	Óleos	
<i>Cymbopogon Winterianus</i>	15,5	56,75±1,6	7±1,4	78,0
	31	12,25±1,4	2±0,8	71,9
	62 CL₅₀	46±1,9	6±1,3	76,9
	124	49,75±1,4	5±1,6	81,7
	248	49,75±2,3	0±0	100
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,5	98,75±1,1	23,25±2,2	61,2
	CL₅₀	41±2	47±1,4	*
	2	27,25±2,1	11,25±1,2	41,5

E.P = Erro padrão.

*Os dados não se ajustaram à formula.

5 DISCUSSÃO

5.1 TESTE FUMIGAÇÃO

A toxicidade do óleo de *C. aurantium* sobre *T. castaneum* na concentração 490 µL/L de ar, em relação a *F. vulgare* pode ser atribuída ao limoneno, componente majoritário, bastante conhecido pelo seu efeito inseticida em várias espécies. Prates et al. (1998) constataram 94% de mortalidade, com a aplicação de 31,5 mg/L de ar em *T. castaneum*, enquanto Lee et al. (2002) obtiveram $CL_{50} = 24,5$ µL/L de ar com limoneno puro, 16,2 µL/L de ar com *C. limonum* L., 17,9 µL/L de ar com *C. aurantifolia* (Christm) Swingle, e 7,8 µL/L de ar com *Rosmarinus officinalis* L. Em relação a *T. confusum*, Stamopoulos et al. (2007) obtiveram $CL_{50} = 4$ µL/L de ar. Estas concentrações são muito inferiores às utilizadas no presente trabalho, provavelmente por tratar-se do composto puro. *Tagetes patula* L. (Asteraceae) possui o limoneno como componente majoritário e também foi efetiva sobre *S. zeamais* (RESTELLO et al., 2009).

Tratando-se do óleo de *F. vulgare*, os dados do presente trabalho diferem dos valores encontrados por Lee et al. (2002), pois o mesmo relatou uma $CL_{50} = 25,9$ µL/L de ar, e usando o componente α -Pinoeno puro a $CL_{50} = 27,5$ µL/L de ar. Já Chaubey (2012), aplicando o mesmo componente encontraram uma $CL_{50} = 998$ µL/L de ar. Koul et al. (2007) usando o *trans*-anethole puro sobre *T. castaneum* encontraram $CL_{50} = 82,8$ µL/L de ar. Estas discrepâncias entre os resultados chamam a atenção para indícios de populações tolerantes a alguns compostos que os insetos nunca tiveram contato. Há, também, indícios que *T. castaneum* é mais tolerante do que outras espécies a alguns óleos, fato citado por Lee et al. (2001) e por Abbasipour et al. (2011), que constataram diferenças de mortalidade, com a aplicação do óleo de *Elettaria cardamomum* L. (Maton) (Zingiberales: Zingiberaceae), com $CL_{50} = 482,70$ mg/cm³ de ar para *T. castaneum*, 78,79 mg/cm³ de ar para o *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) e 1,57 mg/cm³ de ar para *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Para *Sitophilus oryzae* L., Lee et al. (2001) estimaram $CL_{50} > 150$ µL/L de ar com o óleo essencial de *F. vulgare*. Algumas espécies de *Eucalyptus* e *Melaleuca* (Myrtaceae) possuem forte efeito fumigante sobre *T. castaneum*, com $CL_{50} < 20$ µL/L de ar (LEE et al., 2004).

O fato de nesse experimento terem sido necessárias concentrações tão altas para obter mortalidade significativa, pode ser que a população de *T. castaneum* testada seja tolerante aos componentes dos óleos essenciais de *C. aurantium* e *F. vulgare*, visto que populações deste

inseto apresentam a habilidade de desenvolver tolerância ou resistência a vários produtos (BOYER et al., 2012).

5.2 TESTES DE CONTATO

O óleo de *F. vulgare* ainda é pouco estudado no controle de pragas, porém, no teste de contato, foi o mais tóxico, possivelmente por possuir na sua composição os componentes bioativos Limoneno e o (E)- Anetol. O primeiro está presente em grande proporção em óleo de citros, eucalipto e citronela e apresenta efeito inseticida, repelente e deterrente em vários insetos, já sobre o componente Anetol não se encontrou muita informação na literatura, mas também é comum em plantas do gênero *Pimpinella* L. (Umbelliferae) (TEPE et al., 2006). (E)-Anetol apresenta efeito antioxidante, antibacteriano (TEPE et al., 2006) e inibe a atividade da acetilcolina (MATA et al., 2007). Já o *trans*-anetol é um componente com características semelhantes e expressou alto efeito inseticida por contato contra *T. castaneum* (MONDAL & KHALEQZZAMAN, 2010).

O efeito inseticida de óleos essenciais pode ser atribuído a sua composição química, bem como ao modo de ação sobre os insetos, ou seja, a afinidade de reação com moléculas receptoras dos tecidos do inseto. Prates et al. (1998) citaram que o óleo pode agir através do tegumento e palpos, porém os tarsos e últimos segmentos do abdome também podem constituir porta de entrada. O arólio é uma estrutura delgada do tarso em forma de bexiga que se molda de acordo com o substrato de contato (GILLOTT, 2005), sendo menos rígida e, provavelmente, mais susceptível à penetração dos óleos. É conhecido que o sítio de ação de alguns óleos essenciais são receptores no sistema nervoso dos insetos, inibindo a atividade dos neurotransmissores como a Acetilcolina e/ou Octopamina (KOSTYUKOVSKY et al., 2002; MIKHAIEL, 2011). Kosalec et al. (2005) informaram que o methyl chavicol têm influência estabilizante no sistema nervoso autônomo de humanos, e se o mesmo efeito ocorrer nos insetos a causa morte pode ser a paralisia dos órgãos. Este composto está presente, em pequena proporção, no óleo essencial de *F. vulgare*.

O óleo essencial de *C. pulegiodorus* foi o segundo mais tóxico sobre *T. castaneum* no presente trabalho, com valores de CL₅₀ e 99 menores que *E. citriodora* e *C. winterianus*. Outros óleos que possuem alguns constituintes semelhantes aos encontrados em *C. pulegiodorus* também foram testados no controle de outros organismos; óleos do gênero

Zanthoxylum Maxim. (Rutaceae) que contém o germacreno D tem efeito fungicida (PRIETO et al., 2011), e o óleo da *Latana camara* L. que contém germanceno D e β -cariofileno tem efeito bactericida (COSTA et al., 2009). Silva et al. (2007) constataram atividade antifúngica com o biciclogermacreno. O óleo de *Cordia* sp L (Boraginaceae). contém alguns dos constituintes presentes no óleo essencial de *C. pulegiodorus* como cadineno, cariofileno, biciclogermacreno e germacreno D. Santos et al. (2006) observaram efeito larvicida deste óleo sobre larvas de *A. aegypti*. Esses resultados indicam que os componentes citados são os principais agentes tóxicos deste óleo.

Esta espécie por ser encontrada na região do Sertão do Pajeú, PE, sugere que possa ser utilizada numa linha de pesquisa no controle de outras pragas de grãos armazenados. Alguns dos seus componentes também são encontrados em espécies da família Piperaceae (MESQUITA et al., 2005; POTZERNHEIM et al., 2006), e Verbenaceae (COSTA et al., 2009).

O efeito de *E. citriodora*, com CL_{50} de $0,5035 \mu\text{L}/\text{cm}^2$, sobre *T. castaneum* foi considerado satisfatório. Segundo Olivero-Verbel et al. (2010), os principais componentes do óleo dessa planta são o citronelal (40%); isopulegol (14,6%) e citronelol (13%), dentro de um total de 29 componentes (Tabela 3). Acredita-se que o efeito dessa planta tenha sido ocasionado pelo sinergismo, visto que Simas et al. (2004), testando o citronelal em larvas de *A. aegypti*, observaram que este composto sozinho não teve atividade. Este resultado reforça a hipótese de que a presença de mais de um princípio ativo de óleos essenciais, agindo simultaneamente, resulta em melhor eficácia, com a vantagem de dificultar a seleção de populações resistentes.

Prates et al. (1998), utilizando 1,8-cineol puro, encontraram CL_{50} de $1,38 \text{ mg}/\text{cm}^2$ e CL_{99} de $1,74 \text{ mg}/\text{cm}^2$. A CL_{50} foi quase três vezes maior do que a encontrada no presente trabalho. Isto, possivelmente, pode ser devido ao uso de apenas um componente, o 1,8-cineol que representa em torno de 3,4% dos componentes do óleo de *Eucalyptus* sp. Este resultado reforça a ideia de que nem sempre um único componente ou o majoritário (Citronelal 40%) é o principal responsável pelo efeito inseticida (SIMAS et al., 2004; MARTINS, 2006). Os óleos essenciais de espécies de eucalipto foram também usados no controle de vários organismos, tais como, ácaros (CHAGAS et al., 2002), fungos (BONALDO et al., 2007), bactérias patogênicas (ESTANISLAU et al., 2001) e mosquitos (MACIEL et al., 2010).

O óleo essencial de *C. winterianus* foi o que demandou maiores volumes para alcançar as concentrações letais em *T. castaneum*, em relação aos demais. A diferença de mortalidade em relação ao óleo de *E. citriodora*, que também possui o citronelal como majoritário, sugere que este composto não possui um bom efeito sobre a população de *T. castaneum*. Tal mortalidade pode ser atribuída a outros componentes como o citral, que foi eficaz no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (NICULAU et al., 2013), e que está presente no óleo de *C. winterianus* (BLANK et al., 2007; QUINTANS-JÚNIOR et al., 2008) e em *C. citratus* (COSTA et al., 2005). Os óleos de *Cymbopogon* sp. e seus constituintes também possuem efeitos sobre outras pragas, como fungos em sementes de milho (SEIXAS et al., 2011; BRITO et al., 2012).

5.3 TESTE DE REPELÊNCIA

O óleo essencial de *F. vulgare* não apresentou efeito repelente em nenhuma das concentrações testadas, embora tenha sido o mais eficaz no teste de contato. Isto demonstra que o óleo pode agir de modo diferente, dependendo do tipo de teste utilizado e das concentrações aplicadas, pois o sítio de ação do óleo no inseto é atingido de acordo o modo de aplicação. Porém, Chaubey (2012) aplicando α -pineno puro, observou efeito repelente em *T. castaneum*, e Cosimi et al. (2009) com óleo de *F. vulgare* relatou efeito repelente sobre *S. zeamais* e *Cryptolestes ferrugineus* Stephens, indicando que tal efeito depende também da concentração aplicada.

O óleo essencial de *E. citriodora* foi repelente nas três concentrações (34, 68 e 136 $\mu\text{L}/20$ g) usadas no presente trabalho, maiores que a CL_{50} (34 $\mu\text{L}/20$ g), resultado que corrobora com o obtido por Olivero-Verbel et al. (2010). Ukeh & Umoetok (2011) constataram que o (R)-linalool e (S)-2-heptanol foram altamente repelentes a *T. castaneum*. O óleo da planta *R. officinalis* que tem o componente 1,8-cineole, comum em *Eucalyptus*, também repeliu esta praga (CABALLERO-GALLARDO et al., 2011), Estes resultados configuram o efeito repelente do óleo de *E. citriodora* encontrado neste trabalho. O óleo essencial de *E. citriodora* foi repelente e reduziu a postura de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) em sementes de *Phaseolus vulgaris* L. armazenando (ALVES, 2012).

O óleo de *C. winterianus* teve um comportamento diferente, seja, a menor concentração (15,5 $\mu\text{L}/20$ g) repeliu *T. castaneum*, que pode ter sido ao acaso, visto que as

duas concentrações seguintes foram neutras, e as duas maiores do que a CL_{50} foram repelentes (124 e 248 $\mu\text{L}/20\text{ g}$). Os resultados do presente trabalho concordam com Licciardello et al. (2013), apesar de usar outra metodologia. O linalool, componente do óleo de *C. winterianus*, foi repelente a *T. castaneum*, segundo Ukeh & Umoetok (2011), reforçando o efeito bioativo deste óleo. Outras espécies do mesmo gênero que compartilham alguns componentes induziram resultados semelhantes, como *Cymbopogon martinii* (Roxb.) e *Cymbopogon flexuosus* (Steud) (CABALLERO-GALLARDO et al., 2012), *C. nardus* (OLIVERO-VERBEL et al., 2009) e *C. citratus*. (OLIVERO-VERBEL et al., 2010-2013), que repeliram *T. castaneum* em baixas concentrações. Segundo Gusmão et al. (2013), o óleo de *C. winterianus* repeliu, reduziu a oviposição e emergência de *C. macullatus*, bem como *C. nardus* em *Sitophilus zeamais* (OOTANI et al., 2011).

O óleo essencial de *C. winterianus* reduziu o número de insetos emergidos em todas as concentrações, destacando-se a de 284 $\mu\text{L}/20\text{g}$ com 100% de redução. O óleo de *F. vulgare* reduziu a emergência em 61% com a menor concentração. O fato de o substrato alimentar estar impregnado com óleo mudou o comportamento reprodutivo dos insetos, estando de acordo com Roth & Kurtz (2008), que afirmaram que em ambiente desfavorável alteraram a postura. Isso é extremamente importante no controle de pragas, pelo fato de os óleos essenciais reduzirem a sua reprodução.

Chaubey (2012) relatou que *T. castaneum* submetido à fumigação em concentrações subletais de α -pinene reduziu a postura, a emergência de larvas e inibiu a transformação de larvas em pupas e destas em adultos.

O efeito repelente encontrado em algumas plantas é considerado como uma forma muito eficiente de evitar a infestação de pragas em áreas agrícolas. De um modo geral, quanto maior a repelência, menor será a infestação, pelo fato de reduzir as injúrias causadas pelas pragas e, conseqüentemente, das perdas na produtividade. No caso de insetos-praga de grãos armazenados, já se conhece que os odores emanados pelos óleos essenciais podem exercer repelência, mas esse estudo deve ser incrementado, visando elucidar quais outros fatores devem estar envolvidos no processo comportamental.

Os resultados apresentados no presente trabalho demonstram que os óleos testados são alternativas confiáveis no controle de *T. castaneum*. Esse fato reforça a importância do tratamento preventivo das estruturas de armazenamento de grãos com produtos repelentes, visto que, tal metodologia impede ou reduz a entrada de insetos nos estoques de alimentos.

6 CONCLUSÕES

O óleo essencial de *C. aurantium* apresenta a maior toxicidade (CL₅₀ e CL₉₀) do que o de *F. vulgare* para adultos de *T. castaneum* em teste de fumigação. No teste de contato a toxicidade dos óleos essenciais segue a seguinte ordem decrescente: *F. vulgare*>*C. pulegiodorus*>*E. citriodora*>*C. winterianus*. O desempenho dos óleos de *E. citriodora*, *C. winterianus* e *F. vulgare*, em relação à repelência de *T. castaneum* varia de acordo com a concentração utilizada. O melhor desempenho é alcançado pelo primeiro óleo, que é repelente somente na CL₅₀ e nas duas concentrações acima desta.

No teste redução de postura, os óleos de *C. winterianus* e *F. vulgare* são eficientes em algumas concentrações, destacando-se a maior concentração de *C. winterianus* com 100% de redução.

REFERÊNCIAS

- ABBASIPOUR, H.; MAHMOUDVAND, M.; RASTEGAR, F.; HOSSEINPOUR, M. H. Fumigant toxicity and oviposition deterrency of the essential oil from cardamom, *Elettaria cardamomum*, against three stored-product insects. **Journal of Insect Science**: v. 11, n. 165, p.1-10, 2011.
- AHMAD, F.; DAGLISH, G. J.; RIDLEY, A. W.; BURRILL, P. R.; & WALTER, G. H. Short-range resource location by *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae) demonstrates a strong preference for fungi associated with cotton seed. **Journal of Stored Products Research**, v. 52: p. 21-27, 2013b.
- AHMAD, F.; RIDLEY, A. W.; DAGLISH, G. J.; BURRILL, P. R.; & WALTER, G. H. Response of *Tribolium castaneum* and *Rhyzopertha dominica* to various resources, near and far from grain storage. **Journal of Applied Entomology**. v.137, n.10, p. 773–781. 2013a. doi: 10.1111/jen.12065.
- ALMEIDA, S. A. de.; ALMEIDA, F. de A. C.; SANTOS, N. R. dos.; ARAÚJO, M. E. R.; & RODRIGUES, J. P. ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 67-70, 2004.
- ALVES, S. M. F. **Toxicidade e repelência de óleos essenciais no manejo de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) em grãos de *Phaseolus vulgaris* L.** (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE- 2012.
- ANDERSON, R. L.; & MUTCHMOR, J. A. Temperature acclimation in *Tribolium* and *Musca* at locomotory, metabolic, and enzyme levels. **Insect Physiology**, v. 17, p. 2205-2219, 1971.
- ANGELINI, D. R.; & JOCKUSCH, E. L. Relationships among pest flour beetles of the genus *Tribolium* (Tenebrionidae) inferred from multiple molecular markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution** v. 46, p. 127–141, 2008.
- ATHIÉ, I. & PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. São Paulo, Livraria Varela, 244p, 2002.

- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. **Biological effects of essential oils e a review**. Food Chemical Toxicology. v. 46, p. 446-475, 2008.
- BENHALIMA, H.; CHAUDHRY, M. Q.; MILLS, K. A.; PRICE, N. R. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. **Journal of Stored Products Research**, v. 40, p. 241–249. 2004.
- BERNAYS, E. A.; & CHAMPMAN, R. F. **Host-Plant Selection by Phytophagous Insects**. , New York, Chapman & Hall ITP An International Tomson Publishing Company, 1994.
- BLANK, A. F.; COSTA, A. G.; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; CAVALCANTI, S. S. C. H.; ALVES, P. B.; INNECCO, R.; EHLERT, P. A. D.; SOUSA, I. F. de. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17 n. 4, p. 557-564, 2007.
- BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S.; FIORI-TUTIDA, A. C. G. Contribuição ao estudo das atividades antifúngica e elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja por eucalipto (*Eucalyptus citriodora*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 383-387, 2007.
- BOYER, S.; ZHANG, H.; & LEMPÉRIÈRE, G. A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. **Cambridge University Press 2011, Bulletin of Entomological Research**, v. 102, p. 213–229, 2012.
- BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; RAMOS, A. C. C.; SERTÃO, W. C.; e SOUZA AGUIAR, R. W. de. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre micoflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3, n. 4, p. 184-192, 2012.
- 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, p. 1690-1690, 2011.
- CABALLERO-GALLARDO, K. C.; OLIVERO-VERBEL, J.; & STASHENKO, E. E. Repellency and toxicity of essential oils from *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon flexuosus* and *Lippia origanoides* cultivated in Colombia against *Tribolium castaneum*. **Journal of Stored Products Research** v. 50, p. 62-65, 2012.

CHAGAS, A. C. de S.; PASSOS, W. M.; PRATES, H. T.; LEITE, R. C.; FURLONG, J.; FORTES, I. C. P. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp em *Boophilus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. São Paulo, v. 39, n. 5, p. 247-253, 2002.

CHAUBEY, M. K. Acute, Lethal and Synergistic Effects of Some Terpenes Against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). **Ecologia Balcanica**, v. 4, n. 1, p. 53-62, 2012.

CHIPPENDALE, G. M. The Functions of Carbohydrates in Insect Life Processes. In: HOCHSTEIN, M., (Org.). **Biochemistry of Insects**. London, Academic Press, 1978.

CHOI, W. I.; LEE, S. G.; PARK, H. M.; & AHN, Y. J. Toxicity of Plant Essential Oils to *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 553-558, 2004.

CHU, S. S.; WANG, C. F.; DU, S. S.; LIU, S. L.; & LIU, Z. L. Toxicity of the essential oil of *Illicium difengpi* stem bark and its constituent compounds towards two grain storage insects. **Journal of Insect Science**, v. 11, n. 152, p.10, 2011.

COITINHO, R. L. B. de C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIN Jr., M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* MOTS. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**,v.19, n.2, p.176-182, 2006. ISSN 0100-316X.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V.2 - SAFRA 2014/15, N.2 - Segundo Levantamento – Intenção de Plantio Novembro/2014. Boletim de Monitoramento Agrícola: Cultivo Inverno safra 2014, Cultivo Verão safra 2015. 2014. ISSN 2318-6852.

COSIMI, S.; ROSSI, E.; CIONI, P. L.; CANALE, A. Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). **Journal of Stored Products Research**, v.45, p. 125–132, 2009.

COSTA, J. G. M. da.; SOUSA, E. O. de.; RODRIGUES, F. F. G.; LIMA, S. G. de.; BRAZ-FILHO, R. Composição química e avaliação das atividades antibacteriana e de toxicidade dos

óleos essenciais de *Lantana camara* L. e *Lantana* sp. **Revista Brasileira de Farmacognosia, Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 3, p. 710-714, 2009.

COSTA, L. C. B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; & FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 956-959, out-dez 2005.

DAUTERMAN, W. C.; & HODGSON, E. Detoxication Mechanisms in Insects. *In* HOCHSTEIN, M., (Org.). **Biochemistry of Insects**. London, Academic Press, 1978.

DHARMAWAN, J.; KASAPIS, S.; SRIRAMULA, P.; LEAR, M. J.; & CURRAN, P. Evaluation of Aroma-Active Compounds in Pontianak Orange Peel Oil (*Citrus nobilis* Lour. Var. *microcarpa* Hassk.) by Gas Chromatography - Olfactometry, Aroma Reconstitution, and Omission Test. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 57, p. 239–244, 2009.

DÖNITZ, J.; GROSSMANN, D.; SCHILD, I.; SCHMITT-ENGEL, C.; BRADLER, S.; PRPIC, N-M.; BUCHER, G. TrOn: An Anatomical Ontology for the Beetle *Tribolium castaneum*. **Plos One**, v. 8, n. 7. p. 8, 2013.

DÓRIA, G. A. A.; SILVA, W. J.; CARVALHO, G. A.; ALVES, P. B.; & CAVALCANTI, S. C. H. A study of the larvicidal activity of two *Croton* species from northeastern Brazil against *Aedes aegypti*. **Pharmaceutical Biology**; v. 48, n. 6, p. 615–620, 2010.

DUNCAN, F. D. The role of the subelytral cavity in respiration in a tenebrionid beetle, *Onymacris multistriata* (Tenebrionidae: Adesmiini). **Journal of Insect Physiology**, v. 49, p. 339–346, 2003.

EDVARDSSON, M.; ARNQVIST, G. Copulatory courtship and cryptic female choice in red flour beetles *Tribolium castaneum*. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, v. 267, p. 559-563, 2000.

ELIOPOULOS, P. A.; PRASODIMO, G. Z.; POULIOU, A. V. Time-mortality relationships of larvae and adults of grain beetles exposed to extreme cold. **Crop Protection**, v. 30, p. 1097-1102, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Acessado em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colpragas.htm>, na data 08/03/2015 às 16h:20min, 2015.

ESTANISLAU, A. A.; BARROS, F. A. S.; PENÃ, A. P.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; & PAULA, J. R. Composição química e atividade bacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *Eucalyptus* cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 11, n. 2, p. 95-100, 2001.

FEDINA, Y. T; And LEWIS, S. M. Female influence over offspring paternity in the red flour beetle *Tribolium castaneum*. **The Royal Society**, v. 271, p. 1393–1399, 2004. DOI 10.1098/rspb.2004.2731.

FIELDS, P.; KORUNIC, Z. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. **Journal of Stored Products Research** v. 36, p. 1–13. 2000.

Finney, D. J. **Probit Analysis**. 3rd edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1971.

GARCÍA, M.; DONADEL, O. J.; ARDANAZ, C. E.; TONN, C. E.; & SOSA, M. E. Toxic and repellent effects of *Baccharis salicifolia* essential oil on *Tribolium castaneum*. **Pest Management Science**, v.61, p. 612-618, 2005.

GILLOTT, C. **Entomology**. Third Edition, Canada, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan. Springer, 2005.

GUSMÃO, N. M. S.; OLIVEIRA, DE J. V.; NAVARRO, D. M. DO A. F.; DUTRA, K. A.; SILVA, W. A. DA.; WANDERLEY, M. J. A. Contact and fumigant toxicity and repellency of *Eucalyptus citriodora* Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Foeniculum vulgare* Mill. essential oils in the management of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae). **Journal of Stored Products Research**, v. 54, p. 41-47, 2013.

HAPP, G. M. Quinone and Hydrocarbon Production in the Defensive Glands of *Eleodes longicollis* and *Tribolium castaneum* (coleoptera, Tenebrionidae). Pergamm Press. Printed in Great Britain, **Journal Insect Physiological**, v. 14, p. 1821-1837, 1968.

HÖGNADOTTIR, A.; ROUSEFF, R. L. Identification of Aroma Active Compounds in Orange Essence Oil Using Gas Chromatography–Olfactometry and Gas Chromatography–Mass Spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v. 998, p. 201–211, 2003.

HOULDEN, G.; MCNEILL, S.; AMINU-KANO, M.; & BELL, J. N. B. Air Pollution and Agricultural Aphid Pests. I: Fumigation Experiments with SO₂ and NO₂. **Environmental Pollution**, v. 67, p. 305-314, 1990.

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

JBILLOU, R.; ENNABILI, A.; SAYAH, F. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 10, p. 936-940, 16 May 2006. ISSN 1684–5315.

KIM, S.; ROH, J. Y.; KIM, D. H.; LEE, H. S.; AHN, Y. J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, p. 293–303, 2003.

KIM, S-I.; YOON, J-S.; JUNG, J. W.; HONG, K-B.; AHN, Y-J.; KWON, H. W. Toxicity and repellency of origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 13, p. 369–373, 2010.

KOSALEC, I.; PEPELJNJAK, S.; KUTRAK, D. Antifungal activity of fluid extract and essential oil from anise fruits (*Pimpinella anisum* L., Apiaceae). **Acta Pharmaceutica**. V. 55, p. 377–385, 2005.

KOSTYUKOVSKY, M.; RAFAELI, A.; GILEADI, C.; DEMCHENKO, N.; and SHAYYA, E. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. **Pest Management Science**, v. 58, p.1101–1106, online: 2002. DOI: 10.1002/ps.548.

KOUL, O.; SINGH, G.; SINGH, R.; & SINGH, J. Mortality and Reproductive Performance of *Tribolium Castaneum* Exposed to Anethole Vapours at High Temperature. **Biopesticides International**, v. 3, n. 2, p. 126-137, 2007.

KROYMANN, J. Natural diversity and adaptation in plant secondary metabolism. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 14, p.246–251, 2011.

LAZZARI, S. M. N; LAZZARI, F. A. Insetos-praga de grãos armazenados. *In*: PANIZZI, A. R; PARRA, J. R. P. (Org.). **Bioecologia e Nutrição de Insetos: Base para o manejo integrado de pragas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja), Brasília-DF, 2009.

LEE, B. H.; ANNIS, P. C.; TUMAALII, F.; CHOI, W. S.; Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 40, p. 553–564, 2004.

LEE, B. H.; CHOI, W. S.; LEE, S. E.; & PARK, B. S. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). **Crop Protection** v. 20, p. 317-320. 2001.

LEE, B. H.; LEE, S. E.; ANNIS, P. C.; PRATT, S. J.; PARK, B. S.; and TUMAALII, F. Fumigant Toxicity of Essential Oils and Monoterpenes Against the Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* Herbst. **Journal Asia-Pacific Entomology** v. 5, n. 2, p. 237-240. 2002. <www.entomology.or.kr>

LI, W. Q.; JIANG, C. H.; CHU, S. S.; ZUO, M. X.; & LIU, Z. L. Chemical Composition and Toxicity against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* of the Essential Oil of *Murraya exotica* Aerial Parts. **Molecules**, v. 15, p. 5831-5839; 2010, ISSN 1420-3049. doi:10.3390/molecules15085831.

LICCIARDELLO, F.; MURATORE, G.; SUMA, P.; RUSSO, A.; NERÍN, C. Effectiveness of a novel insect-repellent food packaging incorporating essential oils against the red flour beetle (*Tribolium castaneum*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.19, p. 173–180, 2013.

LIU, Z. L.; GOH, S. H.; HO, S. H. Screening of Chinese medicinal herbs for bioactivity against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v. 43, p. 290–296, 2007.

LOECK, A. E. Principais pragas que atacam produtos armazenados. *In*: Loeck, A. E. (ed.) **Pragas de produtos armazenados**. Pelotas: EGUFPEL, cap. 7, p.35-59. 2002.

- LORINI, I. Principais Pragas e Métodos de Controle em Sementes durante o Armazenamento – Série Sementes. **EMBRAPA Circular Técnica**, ISSN 1516-7860. 2010.
- MACIEL, M. V.; MORAIS, S. M.; BEVILAQUA, C. M. L.; SILVA, R. A.; BARROS, R. S.; SOUSA, R. N.; SOUSA, L. C.; BRITO, E. S.; SOUZA-NETO, M. A. Chemical composition of *Eucalyptus* spp. essential oils and their insecticidal effects on *Lutzomyia longipalpis*. **Veterinary Parasitology**, v.167, p. 1–7, 2010.
- MARKARIAN, H.; FLORENTINE, G. J.; & PRATT JR, J. J. Quinone Production of Some Species of *Tribolium*. **Journal Insect Physiology**. v. 24, p. 785-790, 1978.
- MARTINS, R. M. Estudio in vitro de la acción acaricida del aceite esencial de la gramínea Citronela de Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) en la garrapata *Boophilus microplus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 2, p.71-78, 2006.
- MATA, A. T.; PROENC, C.; FERREIRA, A. R.; SERRALHEIRO, M. L. M.; NOGUEIRA, J. M. F.; ARAÚJO, M. E. M. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. **Food Chemistry**, v. 103, p. 778–786, 2007.
- MESQUITA, J. M. O.; CAVALEIRO, C.; CUNHA, A. P.; LOMBARDI, J. A.; OLIVEIRA, A. B. Estudo comparativo dos óleos voláteis de algumas espécies de Piperaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 1, p. 6-12, Jan./Mar. 2005.
- MIKAMI, A. Y.; PISSINATI, A.; FAGOTTI, D.; MENEZES JÚNIOR, A. de O.; VENTURA, M. U. Control of the Mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* with kaolin. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.40, n.7, p.1497-1501, jun, 2010.
- MIKHAIEL, A. A. Potential of some volatile oils in protecting packages of irradiated wheat flour against *Ephestia kuehniella* and *Tribolium castaneum*. **Journal of Stored Products Research**, v. 47, p. 357-364. 2011. journal homepage: <www.elsevier.com/locate/jspr>.
- MOBKI, M.; SAFAVI, S. A.; SAFARALIZADEH, M. H.; & PANAH, O. Toxicity and repellency of garlic (*Allium sativum* L.) extract grown in Iran against *Tribolium castaneum* (Herbst) larvae and adults. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 47, n. 1, 59 – 68, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1080/03235408.2013.802896>>.

MONDAL, M.; & KHALEQZZAMAN, M. Toxicity of Naturally Occurring Compounds of Plant Essential Oil Against *Tribolium castaneum* (Hesbst). **Journal of Biological Sciences**, v. 10, n. 1, p. 10-17, 2010.

NICULAU, E. DOS; ALVES, P. B.; NOGUEIRA, P. C. DE L.; MORAES, V. R. DE S.; MATOS, A. P.; BERNARDO, A. R.; VOLANTE, A. C.; FERNANDES, J. B.; SILVA M. F. G. F. DA.; CORRÊA, A. G.; BLANK, A. F.; SILVA, A. DE C.; RIBEIRO, L. P. Atividade inseticida de óleos essenciais de *pelargonium graveolens* l'herit e *lippia alba* (mill) n. E. Brown sobre *spodoptera frugiperda* (j. E. Smith). **Quim. Nova**, v. 36, n. 9, p. 1391-1394, 2013.

O'BRIEN, R. D. The Biochemistry of Toxic Action of Insecticides. *In*: HOCHSTEIN, M., (Org.). **Biochemistry of Insects**. London, Academic Press, 1978.

OBENG-OFORI, D.; & AMITEYE, S. Efficacy of mixing vegetable oils with pirimiphos-methyl against the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v. 41, p. 57–66, 2005.

OLIVEIRA, C. R. F.; FARONI, L. R. A.; GUEDES, R. N. C.; GONÇALVES, J. R.; e GARCIA, F. M. Biologia de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) sobre *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae). **Neotropical Entomology** v. 36, n. 3, p. 459-464, 2007.

OLIVEIRA, J. V.; e VENDRAMIM, J. D. Repelência de Óleos Essenciais e Pós Vegetais sobre Adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em Sementes de Feijoeiro. Comunicação Científica. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 549-555, 1999.

OLIVERO-VERBEL, J.; CABALLERO-GALLARDO, K.; JARAMILLO-COLORADO, B.; & STASHENKO E. E. Actividad repelente de los aceites esenciales de *Lippia organoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nardus* cultivadas en Colombia frente a *Tribolium castaneum*, Herbst. **Salud UIS**, v. 41, p. 244-250, 2009.

OLIVERO-VERBEL, J.; NERIO, L.; & STASHENKO, E. E. Bioactivity against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus*

citriodora essential oils grown in Colombia. **Pest Management Science**, v. 66, p. 664–668. 2010.

OLIVERO-VERBEL, J.; TIRADO-BALLESTAS, I.; CABALLERO-GALLARDO, K.; STASHENKO, E. E. Essential oils applied to the food act as repellents toward *Tribolium castaneum*. **Elsevier, Journal of Stored Products Research**, v. 55, p. 145-147, 2013.

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

PHILLIPS, T. W. Semiochemicals of Stored-product Insects: Research and Applications. **Journal Stored Product Research**. v. 33,n. 1, p. 17-30. 1997.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D'A.; SILVA, F. H. da.; BATISTA, M. D.; GUEDES, R. N. C. Spread of Phosphine Resistance among Brazilian Populations of Three Species of Stored Product Insects. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 1, p.101-107, 2010.

PINTO JÚNIOR, A. R.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N.; CERUTI, F. C. Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 38, n. 8, p. 2103-2108, nov, 2008.

POPOVIĆ, A.; ŠUĆUR, J.; ORČIĆ, D.; & ŠTRBAC, P. Effects of essential oil formulations on the adult insect *Tribolium castaneum* (herbst) (col., tenebrionidae). **Journal of Central European Agriculture**, v. 14, n. 2, p. 181-193. 2013.

POTZERNHEIM, M. C.; BIZZO, H. R.; VIEIRA, R. F. Análise dos óleos essenciais de três espécies de *Piper* coletadas na região do Distrito Federal (Cerrado) e comparação com óleos de plantas procedentes da região de Paraty, RJ (Mata Atlântica). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 246-251, Abr./Jun. 2006.

PRATES, H. T.; SANTOS, J. P.; WAQUIL, J. M.; FABRIS, J. D.; OLIVEIRA, A. B.; FOSTER, J. E. Insecticidal Activity of Monoterpenes Against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal stored Product Res**. v. 34, n. 4, p. 243–249, 1998.

PRIETO, J. A.; PATIÑO, O. J.; DELGADO, W. A.; MORENO, J. P.; & CUCA, L. E. Chemical Composition, Insecticidal, and Antifungal Activities of Fruit Essential Oils of Three Colombian *Zanthoxylum* Species. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 71, n. 1, p. 73-82 (january-march 2011).

QUINTANS-JÚNIOR, L. J.; SOUZA, T. T.; LEITE, B. S.; LESSA, N. M. N.; BONJARDIM, L. R.; SANTOS, M. R. V.; ALVES, P. B.; BLANK, A. F.; ANTONIOLLI, A. R. Phytochemical screening and anticonvulsant activity of *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) leaf essential oil in rodents. **Phytomedicine**, v. 15, p. 619–624, 2008.

REES, D. **Insects of Stored Grain: A Pocket Reference**. Australia, Second Edition, Csiro Publishing, 2007.

RESTELLO, R. M.; MANEGATT, C.; & MOSSI, A. J. Efeito do óleo de *Tagetes pátula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 304–307, junho 2009.

ROTH, O.; & KURTZ, J. The Stimulation of Immune Defence Accelerates Development in the Red Four Beetle (*Tribolium castaneum*). **European Society For Evolutionary Biology**, v. 21, p. 1703–1710, 2008.

SANTOS, J. P.; PRATES, H. T.; WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, A. B. Avaliação de substâncias de origem vegetal no controle de praga de grãos armazenados. **EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo- MG**. 1997.

SANTOS, R. P.; NUNES, E. P.; NASCIMENTO, R. F.; SANTIAGO, G. M. P.; MENEZES, G. H. A.; SILVEIRA, E. R.; e PESSOA, O. D. L. Chemical Composition and Larvicidal Activity of the Essential Oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of Brazil. **Sociedade Brasileira de Química**, v. 17, n. 5, p. 1027-1030, 2006.

SAROUKOLAI, A. T.; MOHARRAMIPOUR, S.; MESHKATALSADAT, M. H. Insecticidal properties of *Thymus persicus* essential oil against *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. **Journal Pest Science**, v. 83, p. 3–8, 2010. DOI 10.1007/s10340-009-0261-1.

SAS Institute. SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. **SAS Institute Inc., Cary, NC**. 2001.

SCHULZE, E. D.; BECK, E.; MÜLLER-HOHENSTEIN, K. **Plant Ecology**. Heidelberg, Springer Berlin, - 2005.

SEIFELNASR, Y. E.; HOPKINS, T. L.; & MILLS, R. B. Olfactory responses of adult *Tribolium Castaneum* (herbst), to volatiles of wheat And millet kernels, milled fractions, And extracts. **Journal of Chemical Ecology**, v. 8, v. p. 12, 1982.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira Pl. Med.**, Botucatu, v. 13, p. 523-526, 2011.

SHAAYA, E.; KOSTJUKOVSKI, M.; EILBERG, J.; & SUKPRAKARN, C. Pliant Oils as Fumigants and Contact Insecticides for the Control of Stored-product Insects. **Journal stored Product Research**. v. 33, n. I, p. 7-15. 1997.

SILVA, W. J. **Atividade larvicida do óleo essencial de plantas existentes no estado de Sergipe contra *Aedes aegypti* Linn.** Dissertação (Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 69 p. 2006.

SIMAS, N. K.; LIMA, E. da C.; CONCEIÇÃO, S. da R.; KUSTER, R. M.; OLIVEIRA FILHO, A. M. de.; LAGE, C. L. S. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue – atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Quimica Nova**, v. 27, n. 1, p. 46-49, 2004.

STAMOPOULOS, D. C.; DAMOS, P.; KARAGIANIDOU, G. Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 43, p. 571–577, 2007.

SUTHISUT, D.; FIELDS, P. G.; & CHANDRAPATYA, A. Fumigant toxicity of essential oils from three Thai plants (Zingiberaceae) and their major compounds against *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* and two parasitoids. **Journal of Stored Products Research** v. 47, p. 222-230, 2011.

TAPONDJOU, A. L.; 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, p. 91–102, 2005.

TEPE, B.; AKPULAT, H. A.; SOKMEN, M.; DAFERERA, D.; YUMRUTAS, O.; AYDIN, E.; POLISSIOU, M.; SOKMEN, A. Screening of the antioxidative and antimicrobial properties of the essential oils of *Pimpinella anisetum* and *Pimpinella flabellifolia* from Turkey. **Food Chemistry**, v. 97, p. 719–724, 2006.

TERRA FLOR AROMATERAPIA. Orange Oil *Citrus aurantium*, Análise cromatográfica. Rua 3, Quadra 4, Lote 16 – Bairro Estância Paraíso - Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás – GO – 73770-000, Fone: (62) 3446.1965, <atendimento@terra-flor.com> – <www.terra-flor.com>.

TREMATERRA, P.; SCIARRETA, A.; & TAMASI, E. Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* to naturally and artificially damaged durum wheat kernels. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 94, p. 195–200, 2000.

TRIPATHI, A. K.; PRAJAPATI.; AGGARWAL, V. K. K.; KHANUJA, S. P. S.; & KUMAR, S. Repellency and Toxicity of Oil from *Artemisia annua* to Certain Stored-Product Beetles. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 1, p. 43-47, 2000.

UKEH, D. A.; & UMOETOK, S. B. A. Repellent effects of five monoterpenoid odours against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Rhyzopertha dominica* (F.) in Calabar, Nigeria. **Crop Protection**, v. 30, p. 1351-1355, 2011.

VILLAVERDE, M. L.; JUARÉZ, M. P.; E MIJAILOVSKY, S. Detection of *Tribolium castaneum* (Herbst) volatile defensive secretions by solid phase microextraction–capillary gas chromatography (SPME-CGC). **Elsevier, Journal of Stored Products Research**, v. 43, p. 540–545, 2007.

WANG, J.; ZHU, F.; ZHOU, X. M.; NIU, C. Y.; LEI, C. L. Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 42, p. 339–347, 2006.

WMO (World Meteorological Organization). **Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2010**. Global Ozone Research and Monitoring Project–Report, n. 52, 516 pp., Geneva, Switzerland, 2011.

YANG, F. L.; ZHU, F.; & LEI, C. L. Garlic essential oil and its major component as fumigants for controlling *Tribolium castaneum* (Herbst) in chambers filled with stored grain. **Journal Pest Science**, v. 83, p. 311–317, 2010. DOI 10.1007/s10340-010-0300-y.

ZAPATA, N.; SMAGGHE, G. Repellency and toxicity of essential oils from the leaves and bark of *Laurelia sempervirens* and *Drimys winteri* against *Tribolium castaneum*. **Industrial Crops and Products**, v. 32, p. 405–410, 2010.

ZHU-SALZMAN, K.; BI, J.; & LIU, T. X. Molecular strategies of plant defense and insect counter-defense. **Insect Science**, v. 12, p. 3-15, 2005.