

VALDEANY NÚBIA DE SOUZA

POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE
Rhyzopertha dominica F. (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)
EM MILHO ARMAZENADO

Serra Talhada-PE

2015

VALDEANY NÚBIA DE SOUZA

POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE
Rhyzopertha dominica F. (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)
EM MILHO ARMAZENADO

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. Carlos Romero Ferreira de Oliveira

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira

Serra Talhada-PE

2015

Ficha catalográfica

S729p Souza, Valdeany Núbia de.
Potencial inseticida de óleos essenciais no manejo de *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) em milho armazenado/ Valdeany Núbia de Souza. – Serra Talhada: O Autor, 2015.
51 f.: il.

Orientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira.
Co-orientadora: Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira.
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2015.
Inclui Referências.

1. Inseticidas botânicos. 2. *Rhyzopertha dominica*. 3. *Ocimum basilicum*. 4. *Citrus aurantium*. 5. *Mentha spicata* e. I. Oliveira, Carlos Romero Ferreira de, orientador. II. Oliveira, Cláudia Helena Cysneiros Matos de, Co-orientador. III. Título.

CDD 631

VALDEANY NÚBIA DE SOUZA

POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE
Rhyzopertha dominica F. (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)
EM MILHO ARMAZENADO

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 ____/____/_____.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira – UAST/UFRPE
Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira – UAST/UFRPE
Co-orientador, Examinador Interno

Prof^ª. Dr^ª. Cássia Lima Silva Gusmão – UAST/UFRPE
Examinador Externo

Prof. Dr. César Auguste Badji – UAG/UFRPE
Examinador Externo

Ao meu filho Augusto Daniel,
pois foi por você meu filho,
que eu consegui superar
todos os desafios.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Neste momento tão especial, me vem na memória todos os momentos de preocupação, mas também os momentos de alegria e conquistas, em fim tudo o que se passou durante todo este tempo ficarão guardados na lembrança e deixarão muitas saudades.

Quero agradecer primeiramente a Deus, pois sem ele não teria chegado a lugar algum, pois só a fé para nos fazer enfrentar e superar todas as dificuldades.

Aos meus pais, Noé e Vandineide, esses sim são guerreiros, são a fortaleza, o pilar mais forte, o porto seguro onde sempre estive amparada. Meus amados pais é a vocês que agradeço do fundo do meu coração, por tudo, por tudo mesmo, pois sem a dedicação de vocês não teria conseguido.

Ao meu marido, Daniel, que me apoiou muito, teve paciência e compreensão sempre esteve comigo.

As minhas queridas irmãs, Valdylane e Valéria, que sempre estiveram ao meu lado e pelo companheirismo em todos os momentos difíceis e sem vocês não teria concluído esse trabalho, que para mim foi o mais importante de todos.

Ao professor Dr Carlos Romero Ferreira de Oliveira, pela paciência, pelo apoio, pela dedicação e principalmente pela orientação deste trabalho que ocorreu em um momento muito especial em minha vida.

A professora Dr^a. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira pelo incentivo e por acreditar em meu potencial.

Não poderia deixar de agradecer a todos os companheiros e amigos que estudaram comigo, a toda a equipe do laboratório de entomologia, em especial ao grupo de óleos essenciais.

E finalmente, agradeço a CAPES pela bolsa de estudo que me ajudou ao longo desta pesquisa e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV) da UFRPE pela inestimável oportunidade.

RESUMO GERAL

O coleóptero *Rhyzopertha dominica* F. (Bostrichidae) é uma das principais pragas de produtos armazenados, ocasionando perdas qualitativas e quantitativas, como redução dos valores nutricionais e comerciais do produto. Com a necessidade de se buscar alternativas ao uso do controle químico, devido ao desenvolvimento de resistência aos insetos e à possibilidade de contaminação dos produtos, o uso de substâncias naturais como os óleos essenciais vem se mostrando uma alternativa promissora. Neste sentido, este trabalho tem o objetivo de avaliar a atividade inseticida de óleos essenciais de Manjerição (*Ocimum basilicum*), Laranja amarga (*Citrus aurantium*), Hortelã (*Mentha spicata*) e Velaminho (*Croton pulegioidorus*) sobre adultos de *R. dominica* em milho armazenado. Foram realizados testes de fumigação, contato e repelência. O teste de fumigação foi realizado em câmaras compostas por recipientes de vidro com tampa contendo 10 indivíduos de *R. dominica*, nas quais os óleos essenciais foram aplicados em diferentes concentrações ($\mu\text{L} / \text{L}$ de ar) e após 48h de exposição aos óleos foi avaliada a percentagem de mortalidade dos insetos. Para os testes de contato foram utilizadas placas de Petri (6 cm Ø), sendo os óleos essenciais diluídos em 500 μL de acetona e aplicados em papel filtro de mesmo diâmetro, em diferentes concentrações. Após 24h foi avaliada a mortalidade dos insetos. Para a avaliação do efeito repelente foram utilizadas duas concentrações subletais de cada óleo, estimadas através de testes prévios, sendo estas inferiores à CL_{50} . Os testes foram feitos em placas de Petri (6 cm Ø) onde discos de papel-filtro foram divididos ao meio aplicando-se em uma das metades uma das concentrações dos óleos (tratamentos), diluídos em 500 μL de acetona, e na outra apenas a acetona (testemunha). No centro da placa foram liberados os indivíduos de *R. dominica* e decorridas 24h foi realizada a contagem dos insetos encontrados em cada parte do disco. Nos testes de fumigação, de acordo com as CL_{50} e CL_{100} , a toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *O. basilicum* > *M. spicata* > *C. pulegioidorus* > *C. aurantium*. Os óleos essenciais de *O. basilicum* e *M. spicata* apresentaram maior efeito inseticida sobre *R. dominica*, mas os óleos essenciais de *C. aurantium* e *C. pulegioidorus* promoveram a mortalidade em *R. dominica* apenas em concentrações mais altas. Para o teste de contato, de acordo com as CL_{50} , a toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *M. spicata* > *C. pulegioidorus* > *O. basilicum* > *C. aurantium*. Os óleos essenciais de *C. pulegioidorus* e *M. spicata* apresentaram maior toxicidade por contato, enquanto que para o teste de repelência todos os óleos essenciais foram considerados repelentes. Contudo todos os

estudados no presente trabalho apresentaram propriedades inseticidas para promover o controle de *R. dominica* e demonstraram potencial de utilização no manejo deste coleóptero.

Palavras-chave: Inseticidas botânicos, *Rhyzopertha dominica*, *Ocimum basilicum*, *Citrus aurantium*, *Mentha spicata* e *Croton pulegiodorus*.

OVERALL SUMMARY

The coleoptera *Rhyzopertha dominica* F. (Bostrichidae) is one of the main pests of stored products, causing qualitative and quantitative losses as reducing the nutritional and commercial value of the product. With the need to find alternatives to the use of chemical control, due to the development of insect resistance and the possibility of contamination of the products, the use of natural substances such as essential oils is proving itself as a promising alternative. Thus, this study aims to evaluate the insecticide activity of essential oils of basil (*Ocimum basilicum*), bitter orange (*Citrus aurantium*), Mint (*Mentha spicata*) and Velaminho (*Croton pulegiodorus*) on adult *R. dominica* in stored corn. Fumigation, contact and repellency tests were performed. The fumigation test was performed in containers made of glass with lids containing 10 individuals of *R. dominica*, in which the essential oils were applied in various concentrations ($\mu\text{L} / \text{L}$ air) and after 48 hours of exposure to these oils the percentage of insect mortality was evaluated. For the contact test Petri dishes (6 cm \varnothing) were used with the essential oils diluted in 500 μL acetone and applied to filter paper of the same diameter, in different concentrations. After 24 hours the mortality of insects was evaluated. To evaluate the repellent effect two sublethal concentrations of each oil were used, estimated from previous tests, which are lower than the LC_{50} . The tests were conducted in Petri dishes (\varnothing 6 cm) where filter paper discs were divided in half by applying one of the halves some of the oils concentrations (treatments), diluted in 500 μL acetone, and on the other only acetone (control). *R. dominica* individuals were released in the center of the plate and after 24 hours the metering was performed to count the insects found in each of the discs. In the fumigation test, in accordance with the LC_{50} and CL_{100} , the toxicity of essential oils decreased in the following order: *O. basilicum* > *M. spicata* > *C. pulegiodorus* > *C. aurantium*. The essential oils of *O. basilicum* and *M. spicata* showed higher insecticidal effect on *R. dominica*, but the essential oils of *C. aurantium* and *C. pulegiodorus* promoted mortality in *R. dominica* only at

higher concentrations. For the contact test, according to CL₅₀, the toxicity of essential oils decreased in the following order: *M. spicata* > *C. pulegioidorus* > *O. basilicum* > *C. aurantium*. The essential oils of *C. pulegioidorus* and *M. spicata* showed higher toxicity by contact, while for the repellency test all essential oils were considered repellent. However, all the oils studied in this work showed insecticidal properties to promote the control of *R. dominica* and demonstrated potential use in the management of this coleoptera.

Keywords: Botanical Insecticides, *Rhyzopertha dominica*, *Ocimum basilicum*, *Citrus aurantium*, *Mentha spicata* and *Croton pulegioidorus*.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 Processo de hidrodestilação para obtenção do óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegiodorus*): Aparelho Clevenger (A), Funil de separação (B) e Rota-evaporador acoplado à bomba de vácuo e pressão (C).....20
- Figura 2 Mortalidade de *R. dominica*, por fumigação, em diferentes concentrações do óleo essencial de Manjeriçao (*Ocimum basilicum*).....21
- Figura 3 Mortalidade de *R. dominica*, por fumigação, em diferentes concentrações do óleo essencial de Laranja (*Citrus aurantium*).....21
- Figura 4 Mortalidade de *R. dominica*, por fumigação em diferentes concentrações do óleo essencial de Hortelã (*Mentha spicata*).....22
- Figura 5 Mortalidade de *R. dominica*, por fumigação, em diferentes concentrações do óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegiodorus*).
.....22

CAPÍTULO II

- Figura 1 Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Manjeriçao (*Ocimum basilicum*).....40
- Figura 2 Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Laranja (*Citrus aurantium*)..... 40
- Figura 3 Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Hortelã (*Mentha spicata*)..... 41
- Figura 4 Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegiodorus*).....42

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Toxicidade (efeito fumigante) de diferentes óleos essenciais para <i>Rhyzopertha dominica</i> em milho armazenado..... | 23 |
|----------|--|----|

CAPÍTULO II

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Toxicidade, por contato, de diferentes óleos essenciais para <i>Rhyzopertha dominica</i> em milho armazenado..... | 43 |
| Tabela 2 | Porcentagem e Índice de repelência dos óleos essenciais de <i>O. Basilicum</i> , <i>C. aurantium</i> , <i>M. spicata</i> e <i>C. pulegiodorus</i> sobre <i>R. dominica</i> no período de 24h..... | 45 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO | 13 |
| CAPITULO I: TOXICIDADE POR FUMIGAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.) EM MILHO ARMAZENADO..... | 15 |
| 1. INTRODUÇÃO | 16 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 18 |
| 2.1 Eliminação de infestação e equilíbrio da umidade dos grãos..... | 18 |
| 2.2 Criação de <i>R. dominica</i> | 18 |
| 2.3 Obtenção do óleo essencial..... | 19 |
| 2.4 Fumigação | 20 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 20 |
| 4. CONCLUSÕES | 26 |
| 5. REFERÊNCIAS | 27 |
| CAPITULO II: TOXICIDADE POR CONTATO E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE <i>Rhyzopertha dominica</i> F. EM MILHO ARMAZENADO..... | 34 |
| 1. INTRODUÇÃO | 35 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 37 |
| 2.1 Criação de <i>R. dominica</i> | 37 |
| 2.2 Eliminação de infestação e equilíbrio da umidade dos grãos | 38 |
| 2.3 Obtenção do óleo essencial..... | 38 |
| 2.4 Contato | 38 |
| 2.5 Repelência | 39 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 40 |
| 4. CONCLUSÕES | 46 |
| 5. REFERÊNCIAS | 47 |

APRESENTAÇÃO

O coleóptero *Rhyzopertha dominica* é uma das principais pragas primárias de grãos armazenados no Brasil e no mundo. Durante o armazenamento os grãos, sementes e seus subprodutos estão sujeitos ao ataque de pragas, que ocasionam perdas qualitativas e quantitativas, como redução dos valores nutricionais e comerciais do produto. Várias culturas são hospedeiras de *R. dominica* tais como: trigo, milho, cevada, triticale, arroz e aveia, e as perdas ocasionadas por pragas no armazenamento podem chegar à 15%. O controle de pragas de produtos armazenados geralmente é realizado com produtos químicos sintéticos. Esses compostos químicos além de nem sempre serem eficazes, podem causar diversos problemas como, por exemplo: eliminação de inimigos naturais, intoxicação do aplicador, presença de resíduos nos alimentos, aparecimento de populações de pragas resistentes aos inseticidas, entre outros efeitos diretos e indiretos.

O controle preventivo de insetos em produtos armazenados é feito com pós inertes ou inseticidas químicos, como deltametrina, e o controle curativo é feito com fumigantes, principalmente a fosfina. Entretanto, falhas de controle têm sido observadas sendo o principal motivo do surgimento de resistência em insetos-praga, especialmente em *R. dominica*. Vários são os fatores que selecionam para a resistência, sendo os inseticidas sintéticos aqueles que exercem a maior pressão seletiva, especialmente quando usados de forma inadequada. Desta forma, outros métodos têm sido estudados, incluindo-se, entre eles, o emprego de inseticidas naturais, método com menor agressividade e menor pressão de seleção sobre insetos-praga.

Vários estudos demonstram que a utilização de produtos naturais de origem vegetal é fonte promissora na obtenção de inseticidas. As plantas são ricas em substâncias que podem ser utilizadas no desenvolvimento de métodos seguros aplicados no controle de insetos. O modo de ação dos óleos essenciais nos insetos, apresenta-se de diferentes formas incluindo a toxicidade, o retardamento no desenvolvimento, a inibição da alimentação, a deterrência, à oviposição, a redução na fecundidade e na fertilidade.

Os óleos essenciais tem-se mostrado uma alternativa promissora no controle de insetos-praga, principalmente como fumigante, e podem ser utilizados como um método de controle eficaz, para redução dos custos, preservação do ambiente e dos alimentos da contaminação química, tornando-se prática adequada à agricultura sustentável. Neste sentido, a presente pesquisa trata da avaliação da toxicidade e do efeito fumigante e repelente dos óleos essenciais de Manjericão (*Ocimum basilicum*), Laranja amarga (*Citrus aurantium*),

Hortelã (*Mentha spicata*) e Velaminho (*Croton pulegioidorus*) sobre o coleóptero *R. dominica* em milho armazenado. Essas espécies, recentemente estão sendo investigados em relação a suas propriedades inseticidas, as quais podem por provocar a mortalidade, repelência e também inibir a oviposição em artrópodes.

Entretanto, novas pesquisas com esses óleos essenciais, como ensaios em condições de campo e estudos de controle de qualidade, devem ser realizadas para viabilizar a recomendação desses produtos naturais pelos técnicos e agricultores.

CAPITULO I: TOXICIDADE POR FUMIGAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Rhyzopertha dominica* (F.) EM MILHO ARMAZENADO.

RESUMO:

Neste trabalho avaliou-se a atividade fumigante dos óleos essenciais de *Ocimum basilicum* L., *Citrus aurantium* L., *Mentha spicata* L. e *Croton pulegiodorus* Baill. sobre adultos de *Rhyzopertha dominica* em milho armazenado. O teste de fumigação foi feito em câmaras compostas por recipientes de vidro com tampa contendo 10 indivíduos de *R. dominica*, nas quais os óleos essenciais foram aplicados em diferentes concentrações ($\mu\text{L} / \text{L}$ de ar) e após 48h de exposição aos óleos foi avaliada a percentagem de mortalidade dos insetos. De acordo com as CL_{50} e CL_{100} a toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *O. basilicum* > *M. spicata* > *C. pulegiodorus* > *C. aurantium*. Os óleos essenciais de *O. basilicum* e *M. spicata* apresentaram maior efeito inseticida sobre *R. dominica* enquanto que os de *C. aurantium* e *C. pulegiodorus* promoveram a mortalidade em *R. dominica* em concentrações mais altas. Contudo, todos os óleos avaliados apresentaram propriedades fumigantes para promover o controle de *R. dominica* e demonstraram potencial de utilização no manejo deste coleóptero.

Palavras-chave: Inseticidas Botânicos, Efeito Fumigante, Bostrichidae, Grãos Armazenados.

CHAPTER I: TOXICITY BY FUMIGATION OF ESSENTIAL OILS ON *Rhyzopertha dominica* (F.) IN STORED CORN.

SUMMARY:

In this work we evaluated the fumigant activity of essential oils of *Ocimum basilicum* L., *Citrus aurantium* L., *Mentha spicata* L. and *Croton pulegiodorus* Baill on adult *Rhyzopertha dominica* in stored corn. The fumigation test was done in containers made of glass with lids containing 10 individuals of *R. dominica*, where essential oils were applied at different concentrations ($\mu\text{L} / \text{L}$ of air) and after 48 hours of exposure to the oils the percentage of insect mortality was evaluated. According to LC_{50} and CL_{100} the toxicity of essential oils decreased in the following order: *O. basilicum* > *M. spicata* > *C. pulegiodorus* > *C. aurantium*. Essential oils *O. basilicum* and *M. spicata* showed higher insecticidal effect on

R. dominica while *C. aurantium* and *C. pulegioidorus* promoted mortality in *R. dominica* at higher concentrations. However, all oils evaluated presented fumigating property to promote the control of *R. dominica* and demonstrated potential use in the management of this coleoptera.

Keywords: Botanical Insecticides, Fumigant Effect, Bostrichidae, Stored Grains.

1. INTRODUÇÃO

O milho é de grande importância por constituir a base da alimentação humana e animal, sendo o cereal mais consumido do mundo. Nos próximos oito anos, a produção do milho no Brasil deverá situar-se em 70,4 milhões de toneladas, e o consumo em 58,8 milhões (MAPA, 2014). A área plantada de milho deverá aumentar cerca de 700 mil hectares, enquanto que a sua produtividade deverá crescer 3,62% ao ano.

A produção de milho situa-se dentre as principais atividades agrícolas praticadas no Brasil (CONAB, 2012). Porém a cultura do milho vem sofrendo muitos problemas que podem estar relacionados à baixa renda dos agricultores, ao baixo nível de tecnologia e também à incidência de pragas, que causam grandes prejuízos por atacarem em todas as fases do seu ciclo (NÉRI et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007).

Perdas qualitativas e quantitativas são as principais dificuldades encontradas durante o armazenamento dos grãos, pela ação de insetos-praga, e o milho é uma das culturas mais afetadas. Dentre os insetos-praga de armazenamento *Sitophilus zeamais* Motsch, *Sitophilus oryzae* L., *Rhyzopertha dominica* F., *Ephestia kuehniella* Zeller e *Ephestia elutella* Hubner podem ser responsáveis pela deterioração física, fisiológica e sanitária no armazenamento (LORINI, 2008).

O coleóptero *R. dominica*, conhecido como besourinho dos cereais, importante por atacar cereais, principalmente trigo, arroz, milho, cevada, centeio, entre outros (GALLO et al., 2002), destrói consideravelmente os grãos deixando-os perfurados e produzindo grande quantidade de resíduos na forma de farinha, em decorrência de seus hábitos alimentares, chegando a destruir de 5 a 6 vezes o seu próprio peso em uma semana (GALLO et al., 2002). É uma das principais pragas do trigo e do milho armazenado no nosso país, sendo considerada uma das pragas mais destrutivas de grãos armazenados no mundo, devido à alta incidência e a grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos grãos (LORINI, 2008).

O controle químico, principalmente na forma de fumigação, tem sido uma prática corriqueira na desinfestação de grãos armazenados infestados por insetos-praga como *R. dominica*, destacando-se a fosfina como principal fumigante. Entretanto, relatos sobre mecanismos de resistência a tratamentos químicos em várias espécies de insetos, associados à sua alta toxicidade aos animais e ao homem, têm sido cada vez mais constantes. Diversos trabalhos constaram a resistência à fosfina em populações de *R. dominica* (PACHECO et al., 1990; SARTORI et al., 1990; ATHIE et al., 2001; PIMENTEL et al., 2008).

Alternativas a esses inseticidas convencionais são necessárias para o controle de insetos que causam menos danos ao ambiente e que sejam menos tóxicos aos animais e ao homem. Vários estudos demonstram que a utilização de produtos naturais de origem vegetal é fonte promissora na obtenção de inseticidas. O uso de diferentes partes do vegetal na forma de pó, extratos orgânico e aquoso, óleos fixos e voláteis tem sido muito utilizado, principalmente por serem tóxicos a vários tipos de artrópodes (ISMÁN, 2006).

Recentemente pesquisas com pós, óleos essenciais e extratos de origem vegetal tem sido desenvolvidas em programas de manejo integrado, principalmente de *Callosobruchus maculatus*, *R. dominica* e *S. zeamais* (PRATES et al., 1998; ALMEIDA et al., 2005; BRITO et al., 2006; NAIMA et al., 2013). No Brasil existem diversas famílias de plantas para exploração de óleos essenciais, tais como, Piperaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Verbenaceae, Lamiaceae, Rutaceae, e Poaceae (COITINHO et al., 2011).

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), pertencente à família Lamiaceae, é uma planta anual originária do Sudoeste Asiático e da África Central, utilizada como planta medicinal, aromática, apresentando substâncias de interesse para as indústrias alimentícia, farmacêutica, cosmética e também para a medicina tradicional, principalmente devido ao teor e composição química do seu óleo essencial (SILVA et al., 2005; HANIF, et al., 2011; ROSADO et al., 2011). Trabalhos realizados com a composição de óleos essenciais em variedades de manjeriço identificaram como constituintes majoritários metil chavicol, linalol, geranial e estragol (SAJJADI, 2006; OTTAI et al., 2012).

A laranja amarga (*Citrus aurantium* L.), pertencente à família Rutaceae, é cultivada na América Central e do Sul e em países do Mediterrâneo, como variedade copa visando a extração de óleos essenciais (DONADIO & FIGUREDO, 1995). Os óleos essenciais cítricos, que se enquadram na categoria de metabólitos secundários, são matérias-primas de aplicação na cadeia produtiva das indústrias de perfumaria, cosmética, farmacêutica, alimentícia e de polímeros (SILVA-SANTOS & ANTUNES, 2007).

A hortelã (*Mentha spicata* L.), pertence à família Lamiaceae, é originária da Europa, sendo uma das espécies de hortelã mais cultivadas no Brasil, devido a sua adaptação ao clima subtropical. Esta espécie possui, dentre outras, propriedade inseticida (CHOUDHURY et al, 2006), a qual tem sido atribuída aos monoterpenos pulegona, mentona e carvona, os principais constituintes do seu óleo essencial (FRANZIOS et al., 1997; CUNHA *et al.*, 2006).

O *Croton pulegioidorus* Baill, popularmente conhecido como velame ou velaminho, pertence à família Euphorbiaceae. Na medicina popular ele é utilizado como expectorante, bem como no tratamento de problemas das vias urinárias, reumatismo e doenças da pele. Foram identificados 56 constituintes do óleo essencial de *C. pulegioidorus*, sendo os monoterpenos e os sesquiterpenos os compostos majoritários (SILVA, 2006).

Dentro deste contexto o trabalho tem como objetivo avaliar a atividade fumigante dos óleos essenciais de Manjeriço (*Ocimum basilicum*), Laranja amarga (*Citrus aurantium*), Hortelã (*Mentha spicata*) e Velaminho (*Croton pulegioidorus*), sobre adultos de *R. dominica* em milho armazenado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram desenvolvidos nos Laboratórios de Entomologia e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

2.1 Eliminação de infestação e equilíbrio da umidade dos grãos.

Grãos de milho limpos e secos, utilizados para a criação e bioensaios com *R. dominica*, foram acondicionados em sacos plásticos mantidos em freezer sob temperatura de -10°C, durante sete dias, para eliminação de eventuais infestações de insetos provenientes do campo. Após este período no freezer, os grãos foram transferidos para frascos de vidro e mantidos no laboratório à temperatura ambiente.

2.2 Criação de *R. dominica*

Os insetos foram criados em grãos de milho à temperatura de $30 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de 60% e escotofase de 12 horas, em câmaras climáticas do tipo B.O.D., acondicionados em recipientes fechados com tampa plástica perfurada e revestida

internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Foram confinados durante sete dias para efetuarem a postura, em seguida retirados e os recipientes estocados até a emergência de uma geração. Este procedimento foi efetuado por sucessivas gerações, de modo a assegurar a quantidade de adultos necessários para a execução dos experimentos.

2.3 Obtenção do óleo essencial

Os óleos essenciais de Manjeriço (*Ocimum basilicum*), Laranja amarga (*Citrus aurantium*) e Hortelã (*Mentha spicata*) foram adquiridos da empresa Terra-flor Ind. e Com. de aromaterápicos LTDA. Segundo a empresa, o óleo essencial de manjeriço foi obtido utilizando as folhas pelo método de extração por destilação a vapor; o óleo essencial de Hortelã foi obtido por destilação à vapor utilizando o caule e as folhas, e o óleo essencial de Laranja amarga foi obtido por prensagem à frio utilizando as cascas.

O material botânico utilizado para a produção do óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegiodorus*) foi coletado no Município de Triunfo – PE. A identificação da planta foi realizada por especialista do Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) com Voucher - S.S. Matos 104.

O óleo essencial de *C. pulegiodorus* foi extraído no Laboratório do PGPV (UFRPE/UAST), sendo obtido de folhas frescas (200g) trituradas e 3L de água destilada. O material vegetal coletado foi submetido à hidrodestilação por 2 horas, em um balão de 3L, em um aparelho do tipo Clevenger (Figura 1A). A emulsão obtida (500mL) por esse processo foi colocada no funil de bromo com 200mL de diclorometano, sendo posteriormente agitada. Após alguns minutos em repouso, o diclorometano e o óleo decantaram (Figura 1B), transferindo-se esse material para um balão. Utilizou-se um funil de vidro contendo algodão e sulfato de sódio na sua parte inferior para evitar que o material fosse contaminado com a água. Esse balão foi encaixado ao rota-evaporador e o diclorometano separado do óleo a vácuo (Figura 1C), permanecendo assim somente o óleo essencial dentro do balão, o qual foi armazenado em recipiente âmbar, hermeticamente fechado, em baixas temperaturas (refrigerador).

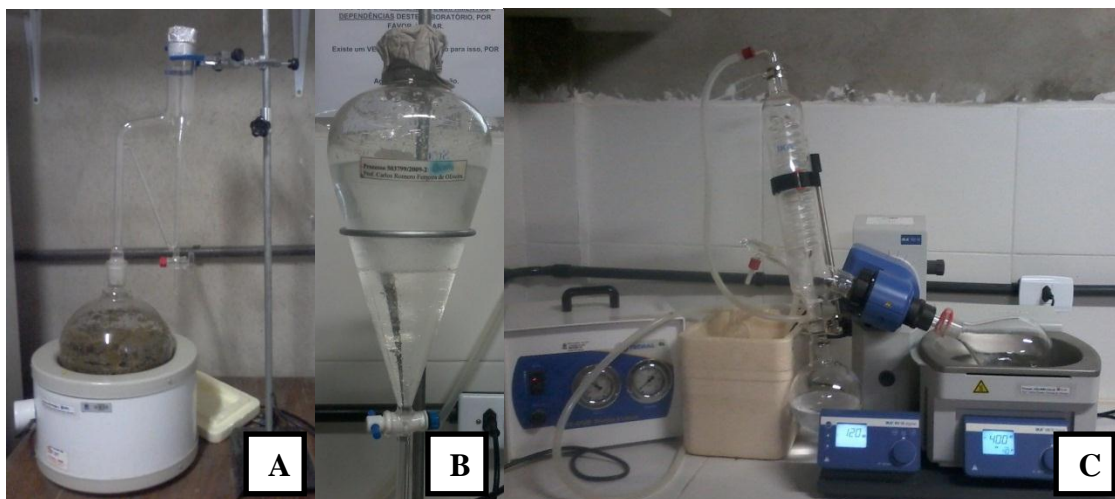


Figura 1. Processo de hidrodestilação para obtenção do óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegiodorus*): Aparelho Clevenger (A), Funil de separação (B) e Rota-evaporador acoplado à bomba de vácuo e pressão (C).

2.4 Fumigação

Na avaliação do efeito fumigante dos óleos essenciais sobre adultos de *R. dominica*, foram utilizadas câmaras de fumigação (Adaptado de ASLAN et al., 2004), compostas de recipientes de vidro, tipo bomboniere, de 1,0 L de capacidade. Os óleos essenciais foram testados em diferentes concentrações definidas previamente por testes preliminares: Manjerição (*O. basilicum*): 5, 10, 15, 20, 30 e 40 μ L/L de ar; Laranja amarga (*C. aurantium*): 10, 20, 30, 40, 50 e 60 μ L/L de ar; Hortelã (*M. spicata*): 5, 10, 15, 20, 30 e 40 μ L/L de ar, e o Velaminho (*C. pulegiodorus*): 10, 20, 30, 50, 70 e 90 μ L/L de ar.

Os óleos essenciais foram impregnados com pipetador automático, em tiras de papel de filtro (5 x 2 cm), fixadas na superfície inferior da tampa dos recipientes, onde a tampa e recipiente propriamente dito ficam separados por um tecido fino poroso para evitar o contato do inseto com o papel impregnado com o óleo. No fundo de cada recipiente foram colocados 20g de milho e liberados 10 insetos adultos de *R. dominica*. Foram utilizadas 10 repetições por tratamento e após 48 horas realizou-se a avaliação de mortalidade dos insetos. A razão de toxicidade (RT) foi obtida através do quociente entre a CL₅₀ do óleo essencial que apresentou menor toxicidade e as CL_{50s} dos óleos restantes. Os resultados foram submetidos a Análise de Variância pelo programa ASSISTAT e Análise de Probit pelo Programa STATPLUS para obtenção das concentrações Letais (CL₅₀ e CL₁₀₀).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade ocasionada pelo óleo essencial de manjerição aumentou diretamente com as concentrações, sendo que nas maiores concentrações (20, 30 e 40 μ L/ L de ar) foram

observadas mortalidades de 70 a 100% (Figura 2). Já o óleo essencial de laranja ocasionou mortalidades de até 45% na maior concentração (Figura 3). O óleo essencial de hortelã proporcionou um aumento linear da mortalidade até a concentração de 20µL/ L de ar, quando foi observada uma mortalidade de 70% dos insetos(Figura 4). Para o óleo essencial de velaminho também foi observado um aumento da mortalidade com o aumento das concentrações, tendo sido verificado mortalidades de 74 e 80% nas maiores concentrações (Figura 5).

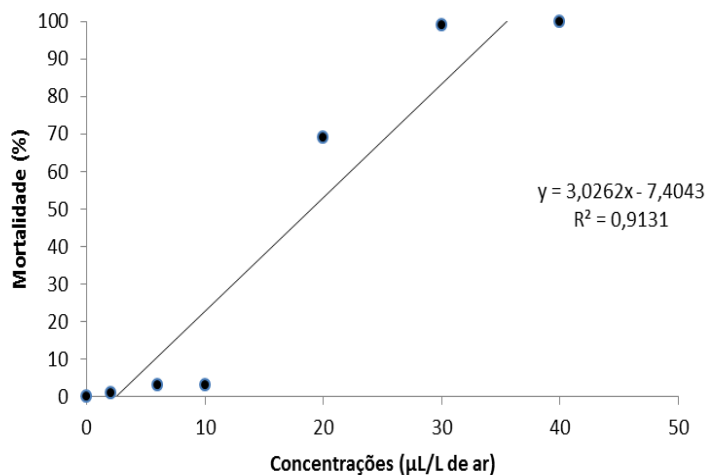


Figura 2- Mortalidade de *R. dominica* por fumigação em diferentes concentrações do óleo essencial de Manjericão (*Ocimum basilicum*).

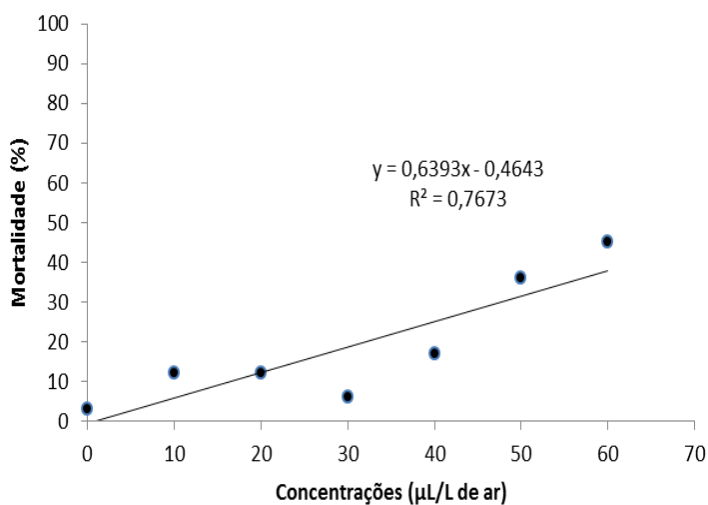


Figura 3- Mortalidade de *R. dominica* por fumigação em diferentes concentrações do óleo essencial de Laranja (*Citrus aurantium*).

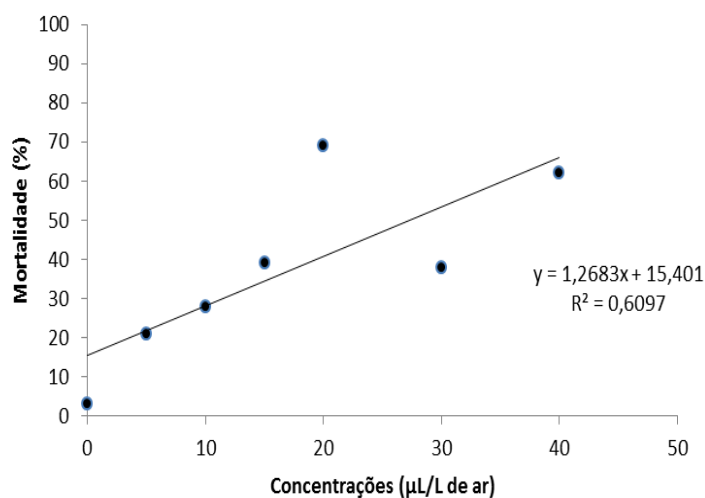


Figura 4- Mortalidade de *R. dominica* por fumigação em diferentes concentrações do óleo essencial de Hortelã (*Mentha spicata*).

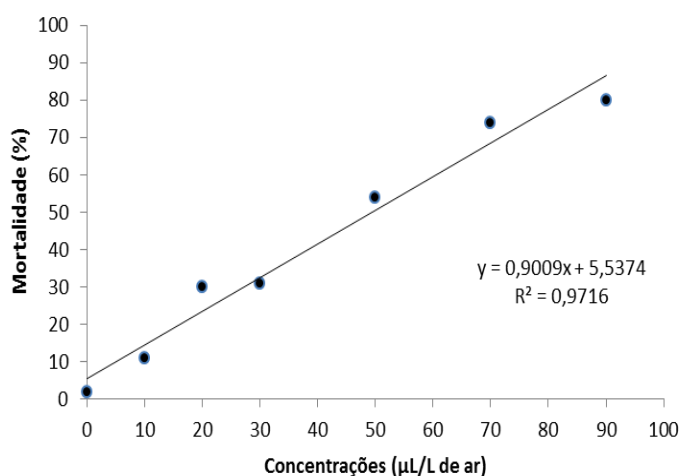


Figura 5- Mortalidade de *R. dominica* por fumigação em diferentes concentrações do óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegiodorus*).

De acordo com as Concentrações Letais determinadas (CL_{50} e CL_{100}) a toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *Ocimum basilicum* > *Mentha spicata* > *Croton pulegiodorus* > *Citrus aurantium*. (Tabela 1). Os óleos essenciais de *Ocimum basilicum* e *Mentha spicata* apresentaram os menores valores de CL_{50} , o que implicou em maiores toxicidades alcançadas com menores concentrações para promover a mortalidade de 50% dos indivíduos. Pelas CL_{100} seguiram-se os mesmos princípios com as maiores toxicidades alcançados para os óleos essenciais de *Ocimum basilicum* e *Mentha spicata* que apresentaram

as menores concentrações para promover a mortalidade de 100% dos indivíduos. As razões de toxicidade (RT₅₀) apresentaram valores entre 3,93 e 1,42 (Tabela 1). Todos os óleos essenciais testados apresentaram potencial para promover a mortalidade de *R. dominica* porém os óleos essenciais de *Croton pulegiodorus* e *Citrus aurantium* necessitam de concentrações mais altas para atingirem tal finalidade.

Tabela 1 – Toxicidade (efeito fumigante) de diferentes óleos essenciais para *Rhyzopertha dominica* em milho armazenado.

| Óleos essenciais | N | Coefficiente angular ± EPM | CL ₅₀ (IC 95%) µL/L de ar | CL ₁₀₀ (IC95%) µL/L de ar | RT (CL ₅₀) | χ ² | P |
|------------------------|-----|----------------------------|--|--|---------------------------|----------------|--------|
| <i>C. aurantium</i> | 700 | 0,0245±0,0125 | 69,36 | 130,68 | - | 23,12 | 0,0001 |
| <i>C. pulegiodorus</i> | 700 | 0,0242±0,0075 | 48,66 | 110,57 | 1,42 | 3,30 | 0,0001 |
| <i>M. spicata</i> | 700 | 0,0255±0,0163 | 27,51 | 86,31 | 2,52 | 16,92 | 0,0001 |
| <i>O. basilicum</i> | 700 | 0,1583±0,0294 | 17,67 | 27,15 | 3,93 | 73,47 | 0,0001 |

N=número de indivíduos; EPM= Erro Padrão da Média, IC= Intervalo de Confiança, RT= Razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado e P=Probabilidade.

Segundo Gomes & Favero (2011) a toxicidade por fumigação dos óleos essenciais é influenciada pela composição química do óleo e essa toxicidade se dá pela inalação, ingestão ou pela absorção pelo tegumento. Para Coitinho et al. (2011) os componentes majoritários dos óleos essenciais provavelmente são os responsáveis pela ação inseticida.

Segundo a cromatografia fornecida pela empresa Terra Flor o óleo essencial de manjeriço, apresentou como compostos majoritários o Estragol (72,67%) e o Linalol (22,41%). Para o óleo essencial de Hortelã, o Mentol (35,20%), Isometona (18,71%) e Menthyl acetate (6,22%) foram os compostos majoritários. Já o óleo essencial de laranja apresentou como compostos majoritários o Limoneno (90,78%) e Mirceno (3,87%). O óleo essencial de Velaminho, segundo Silva (2006), apresentou como componentes majoritários o β-cariofileno (21,80%), Biciclogermacreno (17,49%) e Germacreno D (10,16%).

O óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*) possui como componente majoritário o linalol, sendo testado como acaricida, bactericida, fungicida e inseticida (BLANK et al., 2007). Este óleo apresenta, em sua composição, outros compostos bioativos, como geraniol e eugenol, dentre outros, responsáveis por provocar a mortalidade, repelência e

também inibir a oviposição em artrópodes (GAKURU & FOUA-BI, 1995; VILLALOBOS & BALLESTA-ACOSTA, 2003; MARTINEZ-VELAZQUEZ et al., 2011).

Diversos trabalhos com o gênero *Ocimum* apresentaram resultados satisfatórios em relação ao efeito inseticida contra insetos-praga. Kéita et al (2001) avaliaram o efeito fumigante de *O. basilicum* e *O. gratissimum* para o controle de *Callosobruchus maculatus* no qual obtiveram 80 e 70% de mortalidade com 25µL. Apesar dos autores utilizarem concentrações relativamente mais altas que o presente trabalho, os resultados de mortalidade atestam o potencial inseticida destes óleos. Lopes et al. (2008) realizaram um fracionamento dos óleos essenciais de coentro, cominho e manjeriço com o objetivo de determinar quais compostos eram responsáveis pela toxicidade contra *S. oryzae* e *R. dominica*. Para o óleo essencial de manjeriço foram identificados o metil eugenol, estragol e linalol como principais componentes, e as frações com metil eugenol foram mais ativas contra *R. dominica*. Rozman et al. (2008) reportaram a toxicidade por fumigação do linalol contra *Tribolium castaneum*, *R. dominica* e *S. oryzae*. Para *R. dominica*, o linalol foi altamente efetivo e ocasionou 100% de mortalidade, enquanto que para *T. castaneum* após 7 dias de exposição este componente proporcionou 70% de mortalidade. Ogendo et al. (2008) obtiveram mortalidades de 98; 99 e 100%, respectivamente, em *R. dominica*, *O. surinamensis* e *Callosobruchus chinensis*, ao utilizarem apenas 1 µL/L de ar do óleo essencial de *O. gratissimum*.

Resultados relevantes foram descritos para os óleos essenciais de plantas do gênero *Mentha* no controle de *R. dominica* e de outras pragas de produtos armazenados. Favero & Conte (2002) observaram efeito de fumigação para *Mentha villosa*, *O. gratissimum* e *Lippia alba* sobre *S. zeamais*. Khalfi et al. (2006) estudaram a influência da composição do óleo essencial de *M. spicata*, com diferentes proporções de 1,8 cineol e carvona, em seu efeito inseticida sobre *R. dominica*. Os resultados mostram um efeito sinérgico dos dois compostos contra este coleóptero. Franz et al. (2011) avaliaram óleos essenciais para controlar *S. oryzae* nos testes de fumigação e aplicação tópica, e observaram baixa mortalidade de *S. oryzae* para o óleo essencial de *Mentha* sp. cujo principal componente é o monoterpene mentol (91%), em comparação com os óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* e *Zingiber officinale*. Benayad et al. (2012) avaliaram a composição química e o efeito inseticida do óleo essencial de *Mentha suaveolens* e *Mentha pulegium* em *S. oryzae* e *R. dominica* em Marrocos. Os principais compostos de *M. suaveolens* foram piperitenona (33,03%), pulegona (17,61%) e piperitona (9,18%), enquanto que os de *M. pulegium* foram

pulegona (73,33%) e mentona (8,63%). Os óleos essenciais provaram ser muito tóxicos para as duas espécies de coleópteros nas primeiras 24 h, com mortalidades de 100% utilizando-se 50µL e 12µL, respectivamente. Esmaili et al. (2013) avaliaram o efeito fumigante do óleo essencial de *M. pulegium* sobre adultos de *C. maculatus*, *T. castaneum*, *Lasioderma serricorne* e *S. oryzae* e observaram que apenas concentrações elevadas promoviam a mortalidade destes insetos.

Os óleos essenciais de Laranja amarga (*C. aurantium*) e Velaminho (*C. pulegioidorus*) apresentaram concentrações mais elevadas em relação aos demais óleos utilizados, para promover a mortalidade em *R. dominica*. Óleos essenciais de cascas de frutas de algumas espécies de citros foram relatados tendo propriedades inseticidas contra insetos de grãos armazenados. Prates et al. (1998) avaliaram o cineol (componente de *Eucalyptus* spp.) e o limoneno (constituente de *Citrus* spp.) para determinar possível atividade fumigante, contato e ingestão contra *R. dominica* e *T. castaneum*. Estes componentes apresentaram propriedades inseticidas, sendo letais para as duas espécies de coleópteros. Essas substâncias são tóxicas por penetrar no corpo do inseto através do sistema respiratório (fumigante), a cutícula (por contato) ou o sistema digestivo (ingestão). Os autores observaram que o limoneno foi mais eficaz para *T. castaneum* do que para *R. dominica*. Também Prates & Santos (2000) observaram ação fumigante sobre *S. zeamais* utilizando o monoterpeneo cineol, componente do óleo essencial de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. cameroniie*, *E. globulus* e o limoneno da casca de *Citrus aurantium*. Tavares (2006) avaliou o efeito inseticida de *Chenopodium ambrosioides* no qual testou os componentes majoritários α -pineno, p -cinenol e limoneno, bem como a mistura destas e não apresentaram atividade inseticida em relação aos adultos de *R. dominica*. Forouzan et al. (2013) avaliaram o potencial do óleo essencial da casca de *Citrus reticulata*, em diferentes tempos de exposição, na qual obtiveram os valores estimados das CL₅₀ e CL₁₀₀ de 18.30 e 78.15µl/L de ar, e de 15,52 e 57,97 µl/L de ar, respectivamente, em 24 e 48 horas. Os resultados mostraram que o óleo essencial de *C. reticulata* mostrou-se um bom fumigante contra adultos de *R. dominica*. Nascimento (2012) avaliou a toxicidade por fumigação do óleo essencial dos frutos maduros e imaturos de *Schinus terebinthifolius* sobre *R. dominica*, no qual obteve em um período de 72h uma mortalidade de 95,96% para 45µl/L de ar, sendo o composto limoneno, como componente principal, seguindo do constituinte minoritário terpinoleno. Não houve diferença estatística entre a mortalidade provocada pelos frutos maduros e imaturos no qual indicaram que a ação fumigante esta relacionada ao tempo de exposição à praga. Ringuelet et al (2014) atribuiu a carvona e ao limoneno, componentes

majoritários do óleo essencial de *Lippia alba*, como os responsáveis pela atividade inseticida sobre *T. castaneum*.

Brito (2014) avaliou os efeitos de óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* sobre *C. maculatus* e *Zabrotes subfasciatus* em diferentes concentrações (0,0, 5, 10, 15 e 20 µL / L de ar). Para o efeito fumigante *O. basilicum* ocasionou 100% de mortalidade de *C. maculatus* enquanto que não foram observadas diferenças significativas para as concentrações de *C. pulegiodorus*. Para *Z. subfasciatus* a autora observou 100% de mortalidade deste inseto em todas as concentrações utilizadas de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus*. Já Magalhães (2014) avaliou os óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* sobre *S. zeamais* e *T. castaneum*, verificando 90% de mortalidade de *S. zeamais* na concentração de 20 µL de *C. pulegiodorus* enquanto que o óleo essencial de *O. basilicum* não apresentou efeito sobre este inseto. Da mesma forma, não houve diferenças significativas entre as concentrações testadas sobre *T. castaneum*. Campos et al. (2014) avaliaram o óleo essencial de *Baccharis articulata* sobre adultos de *C. maculatus*. O óleo essencial apresentou como compostos majoritários o β-pineno (22%), spatulenol (10%), β-cariofileno (21,5%) e biciclogermacreno (17%), sendo que esses dois últimos componentes também presentes no óleo essencial de *C. pulegiodorus*, promoveram 100% de mortalidade.

Segundo Tinkeu et al. (2004), a principal propriedade de um fumigante é a sua capacidade de difusão na massa de grãos, uma vez que a difusão de um gás depende principalmente do seu peso molecular e seu ponto de ebulição. Quanto menores esses valores, maior será a velocidade de difusão, tornando o controle mais eficiente. A mortalidade dos insetos é apenas um dos efeitos a serem atingidos no controle de pragas com plantas inseticidas. Assim a finalidade principal no controle alternativo com plantas inseticidas é que ocasionem efeitos secundários como redução da oviposição e da alimentação, por exemplo (VENDRAMIM & CASTIGLIONI, 2000).

4. CONCLUSÕES

Os óleos essenciais de manjeriço (*O. basilicum*), velaminho (*C. pulegiodorus*) e hortelã (*M. spicata*) ocasionaram, dependendo da concentração, mortalidades superiores a 70% em *R. dominica*.

O Manjeriço e a hortelã apresentaram os menores valores das CL₅₀ e CL₁₀₀ para promover a mortalidade de *R. dominica*. Contudo, a toxicidade apresentada por todos os óleos

estudados nos bioensaios de fumigação demonstraram o potencial de sua utilização no manejo de *R. dominica*.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.A.C., ALMEIDA, S.A.; SANTOS, N.R.; GOMES, J.P. & ARAÚJO, M.E.R.. Efeito de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.585-590. 2005.

ASLAN, I.; OZBEK, H.; ÇALMASUR, O. & SAHIN, F. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, v. 19, p.167-173, 2004.

ATHIÉ, I.; OLIVEIRA, J. J.V.; CASTRO, M. F. P. M. & BARBIERI, M. K. Resistência à Fosfina de Insetos de Grãos Armazenados Determinada por Cromatografia Gasosa. **Brazilian Journal of Food Technology**, 4:43-47, 2001.

BENAYAD, N.; EBRAHIM W.; HAKIKI, A.; MOSADDAK, M. Chemical characterization and Insecticidal evaluation of the essential oil of *Mentha suaveolens* L. and *Mentha pulegium* L. growing in Morocco. **Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry**, v. 13, n. 1, p. 027 – 032, 2012.

BLANK, A.F. et al. Novas Cultivares Maria Bonita: cultivar de manjerição tipo linalol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, p.1811-3, 2007.

BRITO, J.P., OLIVEIRA, J.E.M. & BORTOLI, S.A. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, p.96-103, 2006.

BRITO, S. S. S. 2014. **Manejo de coleópteros-praga de feijão armazenado com óleos essenciais**. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola), Garanhuns, PE. 99p.

CAMPOS, A. C. T.; RADUNZ, L. L.; RADÜNZ, A. L.; MOSSI, A. J.; DIONELLO, R. G. & ECKER, S. L. Atividade repelente e inseticida do óleo essencial de carqueja doce sobre o caruncho do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.18, n.8, p.861–865, 2014.

CHOUDHURY, R. P., R. P., KUMAR, A., GARG, A. N. Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidant behaviour. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.41, n.3, p.825-832, 2006.

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

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, décimo primeiro levantamento. Brasília: Conab, 2014.

CUNHA, A. P., SILVA, A. P., ROQUE, O. R. **Plantas e produtos vegetais em fitoterapia**. Fundação Claouste Gul Benkian. 2ª Edição. p.386-533. 2006.

DONADIO, L.C.; FIGUEIREDO, J.O.; PIO, R.M. **Variedades cítricas brasileiras. Jaboticabal**: FUNEP, 1995. 228p.

ESMAILI, M.; VOJOU DI, S. & PARSAEYAN E. Fumigant toxicity of essential oils of *Mentha pulegium* L. on adults of *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricornis* and *Sitophilus oryzae* in laboratory conditions, **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, V.3, n.9, P.732-735, 2013.

FAVERO, S.; CONTE, C. O. Ação fumigante de óleos essenciais de plantas aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (coleoptera: curculionidae). **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, julho, 2002.

FOROUZAN, M. ; REZAEI, M.; EIVAZI, A. & HASSANZADEH, M. Fumigant toxicity of essential oils from *citrus reticulata* Blanco fruit peels against *Rhyzopertha dominica* F. (Col.:Bostrichidae). **Scientia Agriculturae**, v.1, n.3, p.67-69, 2013.

FRANZ, A. R.; KNAAK, N. & FIUZA, L. M. Toxic effects of essential plant oils in adult *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.55, n.1, p.116–120, 2011.

FRANZIOS, G.; MIROTSOU, M.; HATZIAPOSTOULOU, E.; KRAL, J.; COURAS, Z. G.; MAVRAGANI-TSIPIDOU, P.; J. **Agricultural and Food Chemistry**. , V.45, p.2690, 1997.
GAKURU, S. & FOUA-BI , K. Effet compare dês huiles essentielles de quatre especes vegetales contre la bruche du niebe (*Callosobruchus maculatus* FAB.) et lê charancon du riz (*Sitophilus oryzae* L.) **Tropicultura** , v. 13, n.4, p. 143-146, 1995.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, P. 920. 2002.

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

HANIF, M.A.; AL-MASKARI, M.Y.; AL-MASKARI, A.; AL-SHUKAILI, A.; AL-MASKARI, A.Y.; AL-SABAHI, J.N. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of unexplored Omani basil. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.5, n.5, p.751-757, 2011.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and inmodern agriculture and na increasingle regulated Word. **Annual Review of Entomologia**. v.51, p.45-66, 2006.

KEITA, S. M, VINCENT C.; SCHMIT, J. P.; ARNASON, J.T.; BELANGER, A. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal

fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**. v 37, n. 4, p. 339–349, 2001.

KHALFI, O.; BENYOUSSEF, EL-HADI & YAHIAOUI, N. Extraction, Analysis and Insecticidal Activity of Spearmint Essential Oil from Algeria Against *Rhyzopertha dominica* (F.). **Journal of essential oil-bearing plants**, v.9, n.1, p.17-21, 2006.

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

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.72, 2008.

MAGALHÃES, C. R. I. Utilização de óleos essenciais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) e *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) em milho armazenado Dissertação (mestrado em Produção Vegetal), Serra Talhada- PE. 72p. 2014.

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

NAIMA, K.; ANOUAR, K.M.; NASSIMA, B. 2013. Evaluation of the Insecticidal Activity of the Aerial Part of *Pseudocytisus integrifolius* (Salisb) Rehder on Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* Fab. (Bostrychidae) and Wheat Weevil, *Sitophilus granarius* Linn. (Curculionidae). **Journal of Life Sciences**. v.7, p.7,p.700-704.

NASCIMENTO, A. F. **Atividade do óleo essencial de frutos de *Schinus terebinthifolius raddi* (anacardiaceae) em *Tetranychus urticae* Koch (acari: tetranychidae) e *Rhyzopherta***

dominica Fabricius (coleoptera: bostrichidae). 2012. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Recife-PE.

NÉRI, D. K. P. et al. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p.1167-1174, 2005.

OGENDO, J.O., M. KOSTYUKOVSKY, U. RAVID, U., J.C. MATASYOH, A.L. DENG, E.O. OMOLO, S.T. KARIUKI & E. SHAAYA. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. **J. Stored Prod. Res.** 44: 328-334. 2008.

OLIVEIRA, M. S. S. et al. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-domilho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.326-331, 2007.

OTTAI, M.E.S.; SAYEDA S.A.; EL DIN, M.M. Genetic Variability Among Some Quantitative Characters, Insecticidal Activity and Essential Oil Composition of Two Egyptian and French Sweet Basil Varieties. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.6, n.3, p.185-192, 2012.

PACHECO, I. A. M. R. SARTORI & R. W. D. TAYLOR. Levantamento de resistencia de insetos-praga de grãos armazenados á fosfina, no estado de São Paulo. **Coletânea do ITAL** v.20, p.144-154, 1990.

PAULIQUEVIS, C. F.; CONTE, C. O. & FAVERO, S. **Atividade insetistática do óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. Sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae)**. Revista Brasileira de Agroecologia, p.8, n.3, p. 39-45, 2013.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D.; BATISTA, M. D. & SILVA F. H. Resistance of stored-product insects to phosphine. **Pesquisa agropecuaria brasileira**. Brasília, v.43, n.12, p.1671-1676, 2008.

PRATES, H.T.; SANTOS, J.P. 2000. Produtos naturais ajudam o agricultor. **Cultivar**. V.2, n.18, p.38-41.

PRATES, H. T.; SANTOS, J. P. dos. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. (Org.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. p.443-461.

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). **J. Stored Prod. Res.** P.34, p.243 -249, 1998.

RINGUELET, J. A.; OCAMPO, R.; HENNING, C.; PADÍN, S.; URRUTIA, M. I.; DAL BELLO, G. Actividad insecticida del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown sobre *Tribolium castaneum* Herbst. en granos de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.9, n.2, p.214-222 ,2014.

ROSADO, L.D.S.; PINTO, J.E.B.P.; BOTREL, P.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; NICULAU, E.S.; ALVES, P.B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essencial de manjerição cv. Maria Bonita. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.2, p.291-296, 2011.

SAJJADI, S.E. Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. **Daru**, v.14, n.3, p.128-130, 2006.

SARTORI, M. R; I. A. PACHECO; M. IADEROZA & R. W. D. TAYLOR. Ocorrência e especificidade de resistência ao malatiom em insetos praga de grãos armazenados no Estado de São Paulo. **Coletânea ITAL**. v. 20, p.194-209, 1990.

SILVA, W. J. **Atividade larvicida do óleo essencial de plantas existentes no estado de sergipe contra *Aedes aegypti* Linn.** 2006, p.57. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE

SILVA, F.; SANTOS, R.H.S.; ANDRADE, N.J.; BARBOSA, L.C.A.; CASALI, V.W.D.; LIMA, R.R.; PASSARINHO, R.V.M. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.323-328, 2005.

SILVA-SANTOS, A.; ANTUNES, A. M. S. **Óleos Essenciais: A Fonte dos Aromas e Fragrâncias. Setores da Indústria Química Orgânica**. 1ed. Rio de Janeiro: E-papersv, p. 145-160, 2007.

TAVARES, M. A. G. C. **Busca de compostos de *Chenopodium* spp. (Chenopodiaceae) com bioativos em relação a pragas de grãos armazenados**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia), Piracicaba-SP.

TINKEU, L.; GOUDOUM, S. N.; NGASSOUM, A.; MAPONGMETSEM, M. B.; KOUNINKI, P. M.; HANCE, T. Persistence of the insecticidal activity of five essential oils on the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). **Communications in agricultural and applied biological sciences**, Gent, v. 69, n. 3, p. 145–147, 2004.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONE, E. Aleloquímicos, resistência e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; DRESTER da C, I.; CASTIGLIONE, E. **Bases e Técnicas do Manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, Cap. 8, p. 113-128, 2000.

VILLALOBOS, M.J. & M.C. BALESTA-ACOSTA. Chemical variation in an *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*. **Biochemical Systematics and Ecology**, 31: 673-679, 2003.

CAPITULO II: TOXICIDADE POR CONTATO E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Rhyzopertha dominica* F. EM MILHO ARMAZENADO.

RESUMO:

Neste trabalho avaliou-se o efeito de contato e repelência dos óleos essenciais *Ocimum basilicum*, *Citrus aurantium*, *Mentha spicata* e *Croton pulegiodorus* sobre adultos de *Rhyzopertha dominica* em milho armazenado. Para os testes de contato foram utilizadas placas de Petri (6cm de diâmetro), sendo os óleos essenciais diluídos em 500 µL de acetona e aplicados em papel filtro de mesmo diâmetro, em diferentes concentrações. Após 24h foi avaliada a mortalidade dos insetos. Para a avaliação do efeito repelente foram utilizadas duas concentrações subletais de cada óleo, sendo estas inferiores à CL₅₀. Os testes foram feitos em placas de Petri (6cm Ø) onde discos de papel-filtro foram divididos ao meio aplicando-se em uma das metades uma das concentrações dos óleos (tratamentos) e na outra apenas a acetona (testemunha). No centro da placa foram liberados os indivíduos de *R. dominica* e decorridas 24h foi realizada a contagem dos insetos encontrados em cada parte do disco. Os valores determinados das CL₅₀ variaram de 0,05 a 2,80 µL/cm², indicando que a toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *M. spicata* > *C. pulegiodorus* > *O. basilicum* > *C. aurantium*. Os óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e *M. spicata* apresentaram maior toxicidade por contato enquanto que no teste de repelência todos os óleos essenciais foram considerados repelentes. Ressalta-se que todos os óleos essenciais estudados no presente trabalho apresentaram propriedades para promover o controle de *R. dominica*, sendo um indicativo de que podem ser promissores para o manejo deste coleóptero.

Palavras-chave: Inseticidas vegetais, Efeito repelente, Bostrichidae, Grãos armazenados.

CHAPTER II: TOXICITY IN CONTACT AND REPELLENCY OF ESSENTIAL OILS FOR *Rhyzopertha dominica* F. IN STORED CORN.

SUMMARY

It was evaluated in this research the effect of contact and repellency of the essential oils *Ocimum basilicum*, *Citrus aurantium*, *Mentha spicata* and *Croton pulegiodorus* on adult *Rhyzopertha dominica* in stored corn. For the contact test Petri dishes (6 cm diameter) were used, where the essential oils were diluted in 500 µL acetone and applied to filter paper of the same diameter, in different concentrations. The mortality of insects was evaluated after 24 hours. To evaluate the repellent effect two sublethal concentrations of each oil were used,

which were less than the LC₅₀. The tests were conducted in Petri dishes (Ø 6 cm) where filter paper discs were divided in half by applying one of the halves the concentrations of oil (treatment) and on the other acetone alone (control). *R. dominica* individuals were released in the center of the plate and mated after 24 hours to count the insects found in each of the discs. The LC₅₀ values determined a range from 0.05 to 2.80 µL /cm², indicating that the toxicity of essential oils decreased in the following order: *M. spicata* > *C. pulegioidorus* > *O. basilicum* > *C. aurantium*. The essential oils of *C. pulegioidorus* and *M. spicata* had higher toxicity by contact while in the repellency test all essential oils were considered repellent. It is noteworthy that all essential oils studied in this research showed properties to promote the control of *R. dominica*, being an indication that they can be promising for the management of this coleptera.

Keywords: Vegetable Insecticides, Repellent Effect, Bostrichidae, Stored Grains.

1. INTRODUÇÃO

O inseto *Rhyzopertha dominica* (Fabricius 1792) (Coleoptera, Bostrichidae), é uma das pragas mais destrutivas dos grãos cereais armazenados em todo o mundo, e considerada a mais importante economicamente no Brasil (FARONI et al., 2004; LORINI, 2008). De grande nocividade no armazenamento do trigo e arroz beneficiado ou com casca, ocorre também em sorgo, milho, cevada e centeio (GALLO et al., 2002). Isso se deve, em parte, ao fato de tanto adultos quanto as larvas penetrarem em grãos íntegros, produzindo grande quantidade de resíduos na forma de farinha (POY, 1991; ATHIÉ & PAULA, 2002).

O controle preventivo desta praga é feito com pós inertes ou inseticidas químicos, como deltametrina, e o controle curativo é feito com fumigantes, principalmente a fosfina. Entretanto, falhas de controle têm sido observados sendo o principal motivo a resistência dessa espécie ao inseticida deltametrina (LORINI & GALLEY, 1999). Relatos sobre mecanismos de resistência a tratamentos químicos em várias espécies de insetos associados à sua alta toxicidade aos animais e ao homem têm sido cada vez mais constantes. Diversos trabalhos realizados constaram a resistência à fosfina e à inseticidas em populações de *R. dominica* provenientes de diversos estados brasileiros (PAHECO et al., 1990; SARTORI et

al., 1990; GUEDES et al., 1996; LORINI et al., 2007; PIMENTEL et al., 2009; 2010). Assim, existe a necessidade de desenvolver novas alternativas para o controle de insetos-praga uma vez que o uso constante, prolongado ou a dependência de um único fumigante aumentam os riscos de desenvolvimento de resistência à fosfina em populações de insetos (BENHALIMA et al., 2004).

As relações planta-inseto e planta-planta são examinadas em termos do efeito de substâncias sobre as funções biológicas, estabelecendo-se que essas substâncias são frequentemente metabólitos secundários, que constituem verdadeiros sinais químicos nestas interações. Entre esses metabólitos, encontram-se os terpenos, especialmente os monoterpenos e seus análogos, que são componentes abundantes de óleos essenciais de muitas plantas superiores (PRATES & SANTOS, 2002).

A utilização de produtos vegetais com atividade inseticida promove, nos insetos, ação diversificada tais como: repelência, inibição alimentar, inibição do crescimento, alterações no comportamento sexual, esterilização dos adultos, mortalidade na fase imatura ou adulta, dentre outras (BENZI et al., 2009).

No Brasil existem diversas famílias de plantas para exploração de óleos essenciais, tais como, Piperaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Verbenaceae, Lamiaceae, Rutaceae, e Poaceae (COITINHO et al., 2011).

Dentro da família Lamiaceae são encontrados os gêneros *Ocimum* e *Mentha* que recentemente estão sendo investigados em relação a suas propriedades inseticidas sobre diversos insetos-praga. Kéita et al (2001) avaliaram o efeito fumigante de *O. basilicum* e *O. gratissimum* para o controle de *Callosobruchus maculatus*. Favero & Conte (2002) observaram efeito para *Mentha villosa*, *O. gratissimum* e *Lippia alba* sobre *S. zeamais*. Khalfi et al. (2006) estudaram a influência da composição do óleo essencial de *M. spicata* sobre *R. dominica*. Lopes et al. (2008) realizaram um fracionamento dos óleos essenciais de coentro, cominho e manjerição com o objetivo de determinar quais compostos eram responsáveis pela toxicidade contra *S. oryzae* e *R. dominica*. Ogendo et al. (2008) testaram *O. basilicum* sobre *R. dominica*, *O. surinamensis* e *Callosobruchus chinensis*. Benayad et al. (2012) avaliaram a composição química e o efeito inseticida do óleo essencial de *Mentha suaveolens* e *Mentha pulegium* em *S. oryzae* e *R. dominica* em Marrocos, enquanto que Esmaili et al. (2013) avaliaram o efeito fumigante do óleo essencial de *M. pulegium* sobre adultos de *C. maculatus*, *T. castaneum*, *Lasioderma serricorne* e *S. oryzae*.

Óleos essenciais de cascas de frutas do gênero *Citrus*, pertencente à família Rutaceae, foram descritos com propriedades inseticidas contra insetos de grãos armazenados. Prates et al. (1998) avaliaram o limoneno (constituente de *Citrus* spp.) para determinar possível atividade fumigante, contato e ingestão contra *R. dominica* e *T. castaneum*. Forouzan et al. (2013) avaliaram o potencial do óleo essencial da casca de *Citrus reticulata*, contra adultos de *R. dominica*. Ringuelet et al (2014) atribuíram ao limoneno, componente majoritário do óleo essencial de *Lippia alba*, como os responsáveis pela atividade inseticida sobre *T. castaneum*.

Recentemente a família Euphorbiaceae vem sendo investigada quanto ao seu potencial para a produção de óleo essencial, sendo o gênero *Croton* bastante explorado. Brito (2014) avaliou os efeitos de óleos essenciais de *Croton pulegioidorus* e *Ocimum basilicum* sobre *C. maculatus* e *Zabrotes subfasciatus*. Já Magalhães (2014) avaliou os óleos essenciais de *C. pulegioidorus* e *O. basilicum* sobre *S. zeamais* e *T. castaneum*.

Dentro desse contexto o trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de contato e repelência dos óleos essenciais de Manjeriço (*Ocimum basilicum*), Laranja amarga (*Citrus aurantium*), Hortelã (*Mentha spicata*) e Velaminho (*Croton pulegioidorus*), sobre adultos de *R. dominica* em milho armazenado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram desenvolvidos nos Laboratórios de Entomologia e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

2.1 Criação de *R. dominica*

Os insetos foram criados em grãos de milho à temperatura de $30 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de 60% e escotofase de 12 horas, em câmaras climáticas do tipo B.O.D., acondicionados em recipientes fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Foram confinados durante sete dias para efetuarem a postura, em seguida retirados e os recipientes estocados até a emergência da próxima geração. Este procedimento foi efetuado por sucessivas gerações, de modo a assegurar a quantidade de adultos necessários para a execução dos experimentos.

2.2 Eliminação de infestação e equilíbrio da umidade dos grãos

Grãos de milho limpos e secos, utilizados para a criação e bioensaios com *R. dominica*, foram acondicionados em sacos plásticos mantidos em freezer sob temperatura de -10°C, durante sete dias, para eliminação de eventuais infestações de insetos provenientes do campo. Após este período no freezer, os grãos foram transferidos para frascos de vidro e mantidos no laboratório à temperatura ambiente.

2.3 Obtenção do óleo essencial

Os óleos essenciais de Manjeriço (*Ocimum basilicum*), Laranja amarga (*Citrus aurantium*) e Hortelã (*Mentha spicata*) foram adquiridos da empresa Terra-flor Ind. e Com. de aromaterápicos LTDA.

O óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegioidorus*) foi obtido no Laboratório do PGPV (UFRPE/UAST). O material botânico utilizado para a produção do óleo essencial de *C. pulegioidorus* foi coletado no Município de Triunfo – PE. A identificação da planta foi realizada por especialista do Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) com Voucher - S.S. Matos 104.

O óleo essencial de *C. pulegioidorus* foi extraído no Laboratório do PGPV (UFRPE/UAST). O óleo foi obtido de folhas frescas no qual foram utilizadas 200g de folhas trituradas e 3L de água destilada. O material vegetal coletado foi submetido à hidrodestilação por 2 horas, em um balão de 3L, em um aparelho do tipo Clevenger (Figura 1A). A emulsão obtida (500mL) por esse processo foi colocada no funil de bromo com 200mL de diclorometano sendo posteriormente agitada. Após alguns minutos em repouso, o diclorometano e o óleo decantaram (Figura 1B), transferindo-se esse material para um balão. Utilizou-se um funil de vidro contendo algodão e sulfato de sódio na sua parte inferior para evitar que o material fosse contaminado com a água. Esse balão foi encaixado ao rota- evaporador e o diclorometano separado do óleo a vácuo (Figura 1C), permanecendo, assim somente o óleo essencial dentro do balão, o qual foi armazenado em recipiente âmbar, hermeticamente fechado, em baixas temperaturas (refrigerador).

2.4 Contato

Os óleos essenciais utilizados foram diluídos, em 500µL de acetona, em diferentes concentrações definidas previamente por testes preliminares. Como testemunha foi utilizado apenas 0,5mL de solvente. Foram utilizadas as seguintes doses: para óleo essencial de Manjeriço (*O. basilicum*) 0, 0.17, 0.35, 0.53, 0.63, 0.70 e 1.23µL/cm²; para o óleo essencial

de Laranja amarga (*C. aurantium*) 0, 1.76, 2.12, 2.47, 2.83, 3.18, e 3.53 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$; para o óleo essencial de Hortelã (*M. spicata*) 0, 0.07, 0.14, 0.21, 0.35, 0.53 e 0.70 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$; e para o óleo essencial de Velaminho (*C. pulegioidorus*) 0, 0.03, 0.07, 0.14, 0.21, 0.28 e 0.35 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$.

O ensaio foi realizado em exposição de superfície de contato sendo a metodologia descrita por Pauliquevis et al. (2013), onde as doses dos óleos essenciais foram aplicadas em papel filtro de 6cm de diâmetro. Após a evaporação do solvente, os papéis foram colocados em placas de Petri do mesmo diâmetro, sendo liberados sobre o papel 10 insetos adultos de *R. dominica*. Foram utilizadas 10 repetições por tratamento e após 24 horas realizou-se as avaliações de mortalidade dos insetos. A razão de toxicidade (RT) foi obtida através do quociente entre a CL_{50} do óleo essencial que apresentou menor toxicidade e as CL_{50} dos óleos restantes. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa ASSISTAT e análise de Probit pelo Programa STATPLUS para obtenção das concentrações letais que promovem a mortalidade de 50% e 100% dos indivíduos (DL_{50} e DL_{100}).

2.5 Repelência

Para avaliação da repelência dos óleos essenciais foram utilizadas duas concentrações sub-letais, estimadas no teste de superfície de contato da DL_{50} , como a seguir: as doses 0.20, 0.40 e 0.81 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ para o manjeriçã; as doses 0.70, 1.40 e 2,80 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ para a laranja amarga; as doses 0.41, 0.82 e 1.64 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ para a hortelã e as doses: 0.82, 1.65 e 3.31 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ para o velaminho.

Utilizou-se discos de papel-filtro, com 6cm de diâmetro, divididos ao meio para a aplicação do óleo essencial (diferentes doses), os quais foram aplicados, separadamente, em uma das metades. Na outra metade do papel aplicou-se apenas 500 μL do solvente acetona, como controle. Após a secagem, os discos foram colocados em placas de Petri com mesmo diâmetro, e em seguida foram liberados 10 insetos adultos de *R. dominica*, em 10 repetições. Após 24h foi avaliado o número de insetos encontrados na superfície tratada com o óleo essencial e o número de insetos encontrados na superfície tratada apenas com o solvente. O Índice de Repelência (IR) foi calculado pela fórmula: $IR = 2G/(G + P)$, onde G = % de insetos atraídos no tratamento e P = % de insetos atraídos na testemunha. Os valores de IR variam entre zero e dois, sendo que $IR = 1$ indica repelência semelhante entre o tratamento e a testemunha (tratamento neutro), $IR > 1$ indica menor repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento atraente) e $IR < 1$ corresponde à maior repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento repelente). O intervalo de segurança utilizado para

considerar se o óleo essencial é ou não repelente 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 $1 - DP$, óleo essencial é repelente; se a média for maior que $1 + DP$ o óleo essencial é atraente e se a média estiver entre $1 - DP$ e $1 + DP$, o óleo essencial é considerado neutro. Este índice é uma adaptação da fórmula citada por Lin *et al.* (1990) para índice de consumo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade de adultos de *R. dominica* expostos aos óleos essenciais de *O. basilicum* ($F=28.10$; $p < 0.01$), *C. aurantium* ($F=207.33$; $p < 0.01$), *M. spicata* ($F=61.30$; $p < 0.01$) e *C. pulegiodorus* ($F=286.17$; $p < 0.01$), aumentou em função das doses utilizadas (Figuras 1 a 4). A mortalidade ocasionada pelo óleo essencial de *O. basilicum* atingiu cerca de 90% na concentração utilizada ($1,23\mu\text{L}/\text{cm}^2$) (Figura 1). Para o óleo essencial *C. aurantium* a mortalidade teve um aumento considerável atingindo 75% de mortalidade com a aplicação de $2,83\mu\text{L}/\text{cm}^2$, e nas doses seguintes a mortalidade caiu e se estabilizou em cerca de 60% (Figura 2). Para o óleo essencial de *M. spicata* a mortalidade aumentou diretamente com o aumento das concentrações, promovendo 100% de mortalidade na dose de $0,70\mu\text{L}/\text{cm}^2$ (Figura 3). Em relação a todos os óleos essenciais utilizados, o óleo essencial de *C. pulegiodorus* foi o mais eficiente, promovendo 100% de mortalidade na dose de $0,35\mu\text{L}/\text{cm}^2$, cerca de 50% a menos em comparação com o óleo essencial de Hortelã (Figura 4).

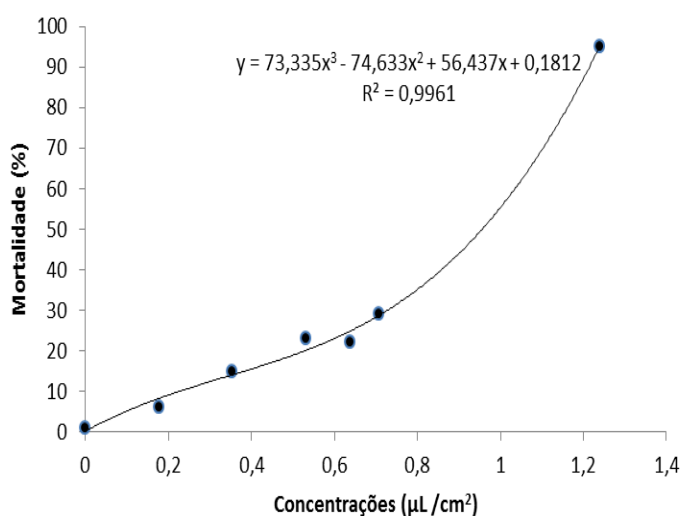


Figura 1- Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Manjericão (*Ocimum basilicum*).

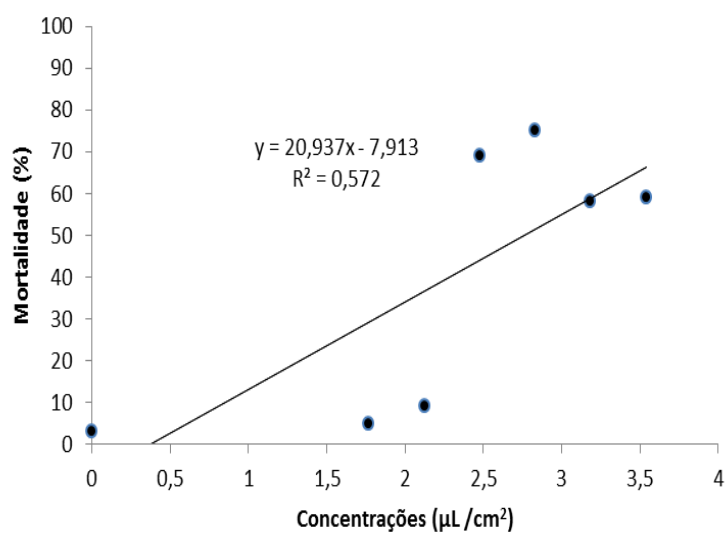


Figura 2- Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Laranja (*Citrus aurantium*).

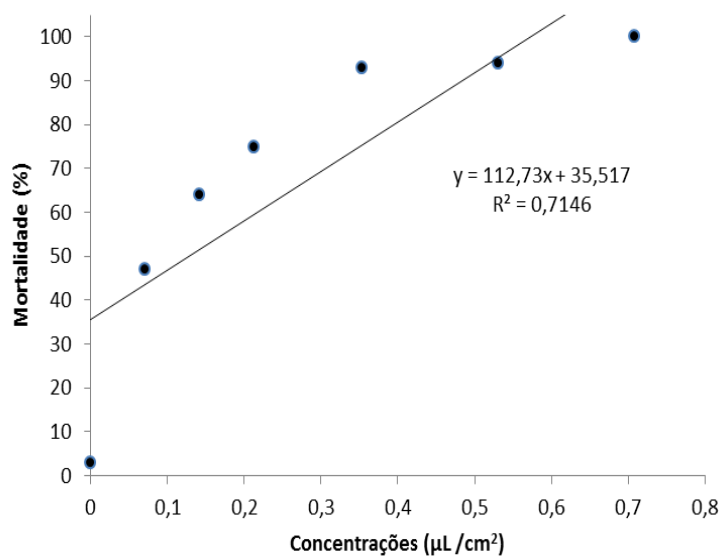


Figura 3- Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Hortelã (*Mentha spicata*).

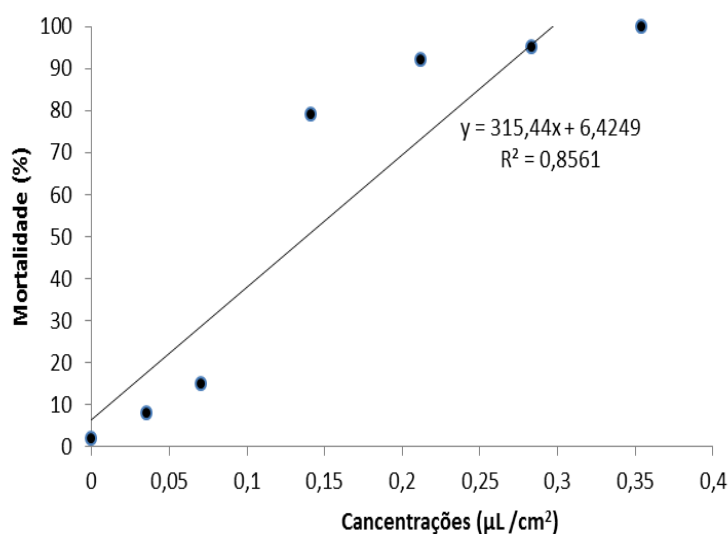


Figura 4- Mortalidade de *R. dominica*, por contato, em diferentes concentrações do óleo essencial de Velaminho (*Croton pulegiodorus*).

De acordo com as CL_{50} a toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *Mentha spicata* > *Croton pulegiodorus* > *Ocimum basilicum* > *Citrus aurantium* (Tabela 1). Os valores das CL_{50} variaram de 0,05 a 2,80 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ com as maiores toxicidades alcançadas para os óleos essenciais de *Mentha spicata* e *Croton pulegiodorus* que apresentaram as menores concentrações para promover a mortalidade de 50% dos indivíduos. Já nas CL_{100} as maiores toxicidades alcançados foi para o óleo essencial de *Croton pulegiodorus* e *Mentha spicata*, uma inversão em relação a CL_{50} , que pode ser atribuída a composição química e a volatilização do óleo essencial. As razões de toxicidade (RT_{50}) apresentaram valores entre 25,45 e 3,45 (Tabela 1). Segundo Prates et al.(1998) as substâncias encontrados nos óleos essenciais apresentam diferentes taxas de evaporação, na qual provavelmente a taxa de evaporação de Hortelã seja bastante rápida e que para promover uma maior mortalidade foi necessária uma quantidade maior de óleo essencial.

De maneira geral, todos os óleos essenciais testados apresentaram potencial para promover a mortalidade de *R. dominica*. Os óleos essenciais de *Croton pulegiodorus* e *Mentha spicata* apresentaram maior toxicidade por contato, ou seja, apresentaram menores CL_{50} e CL_{100} . Possivelmente, a mortalidade observada está relacionada à atividade biológica dos compostos presentes nos óleos essenciais e sua estrutura química.

Tabela 1 – Toxicidade, por contato, de diferentes óleos essenciais para *Rhyzopertha dominica* em milho armazenado.

| Óleos essenciais | N | Coefficiente angular ± EPM | CL ₅₀ (IC 95%) µL/cm ² | CL ₁₀₀ (IC 95%) µL/cm ² | RT (CL ₅₀) | χ ² | P |
|------------------------|-----|----------------------------|--|---|---------------------------|----------------|--------|
| <i>C. aurantium</i> | 700 | 0,0298±0,0136 | 2,80 | 4,58 | - | 46,61 | 0,0001 |
| <i>C. pulegiodorus</i> | 700 | 0,4454±0,1141 | 0,11 | 0,23 | 25,45 | 1,42 | 0,0001 |
| <i>M. spicata</i> | 700 | 0,1377±0,0595 | 0,05 | 0,44 | 56 | 0,69 | 0,0001 |
| <i>O. basilicum</i> | 700 | 0,0995±0,0260 | 0,81 | 1,36 | 3,45 | 3,23 | 0,0001 |

N=número de indivíduos; EPM= Erro Padrão da Média, IC= Intervalo de Confiança, RT= Razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado e P=Probabilidade.

Sabe-se que os óleos essenciais são fontes potenciais de inseticidas botânicos, por ocasionar maior penetração no tegumento bem como atuar em enzimas digestivas e neurológicas (ISMAN, 2006; MOHAMED & ABDELGALEIL, 2008). Possuem ação neurotóxica e o sítio de ligação nos insetos é o octopaminérgico, atuando sobre a octopamina, que aumenta o estado de excitação do inseto, podendo provocar uma ação disruptiva do neurônio despolarizado (CHAPMAN, 1998; ENAN, 2001). A ação dos monoterpenóides dos óleos essenciais sobre insetos são a hiperatividade, seguida de hiperextensão das pernas e abdôme, um breve espasmo e uma rápida imobilização seguida de morte (ENAN, 2001). Os monoterpenos e seus análogos são considerados compostos importantes, tendo grande abundância nos óleos essenciais, com potencial tóxico nos processos bioquímicos básicos com consequências fisiológicas e comportamentais dos insetos (COITINHO et al., 2011).

Os componentes majoritários dos óleos essenciais estudados no presente trabalho provavelmente devem ter sido responsáveis pela ação inseticida. Como reportado por Prates et al. (1998), os terpenos, sobre os insetos, podem atuar por toxicidade de contato (via cutícula), por fumigação (via sistema respiratório) e por ingestão (via sistema digestório).

Em relação aos óleos essenciais adquiridos comercialmente, a empresa produtora (Terra Flor) apresentou como principais componentes os seguintes compostos: Mentol (35,20%), Acetato de Metila (6,22%) e o Pulegona (3,62%) para Hortelã; Estragole (72, 67%) e Linalool (22,41%) para o Manjeriço; e Limoneno (90,78%) e Mirceno (3,87%) para a Laranja amarga.

Segundo Silva (2006) o óleo essencial de Velaminho apresenta, 56 constituintes, sendo como componentes majoritários β -Cariofileno (21,80%), Bicyclogermacreno (17,49%) e Germacreno D (10,16%). De fato, os óleos essenciais das espécies de *Croton* apresentam mono e sesquiterpenos, com uma gama diversa de constituintes químicos. Neste sentido, Neves & Câmara (2012) identificaram 29 substâncias para *C. pulegiodorus*. Brito (2014) avaliou o efeito do óleo essencial de *C. pulegiodorus* sobre *Callosobruchus maculatus* e *Zabrotes subfasciatus*. A autora observou que para as concentrações utilizadas não houve diferenças significativas na mortalidade de *C. maculatus*, enquanto que houve 100% de mortalidade de *Z. subfasciatus*. Já Magalhães (2014) avaliou este mesmo óleo essencial sobre *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, observando 90% de mortalidade (em 20 μ L/L) para *S. zeamais* e nenhuma diferença significativa na mortalidade de *T. castaneum*.

Em relação ao efeito inseticida por contato, Aggarwal et al (2001) isolaram o componente L-mentol e derivados do óleo essencial de *Mentha arvensis*, os quais foram testados quanto à toxicidade contra *C. maculatus*, *R. dominica*, *S. oryzae* e *T. castaneum*. Os autores observaram que o L-mentol foi altamente repelente para todas as espécies (dose de 0,353 mg /cm²) indicando que este óleo essencial é altamente repelente, ovicida e tóxico por contato. Neste sentido, provavelmente o mentol deve ser o responsável pela alta mortalidade de *R. dominica* no presente trabalho, uma vez que foi o constituinte majoritário encontrado.

De maneira geral, o efeito repelente dos óleos essenciais foi mais evidenciado para as menores doses (Tabela 2). Para o óleo essencial de *O. basilicum*, a menor dose promoveu a maior porcentagem de repelência e a maior dose foi considerada neutra. Já para o óleo essencial de *C. aurantium* todas as doses foram consideradas repelentes, sendo observada a maior porcentagem de repelência para as doses maiores. Já para *M. spicata* a maior e a menor dose foram repelentes. Em relação a *C. pulegiodorus*, a repelência foi constatada apenas na menor dose e as demais consideradas neutras.

De forma semelhante Pauliquevis et al. (2013) também encontraram maior efeito repelente do óleo essencial de *P. umbellata* sobre *R. dominica* na menor dose. Segundo os autores nas doses mais altas foram observadas a não movimentação dos insetos até uma hora e, após 24 horas, esses se espalharam aleatoriamente pela arena, não obtendo o efeito repelente. Ainda segundo os autores algumas substâncias vegetais, dependendo da concentração, podem provocar outros efeitos fisiológicos ou comportamentais, diminuindo ou interrompendo o movimento do inseto nas concentrações mais altas.

Tabela 2: Porcentagem e Índice de repelência dos óleos essenciais de *O. Basilicum*, *C. aurantium*, *M. spicata* e *C. pulegiodorus* sobre *R. dominica* no período de 24h.

| Óleo essencial | Concentrações ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) | Adultos atraídos (%) | | | Classificação |
|------------------------|--|----------------------|------------|-----------------|---------------|
| | | Óleos | Testemunha | IR \pm DP | |
| <i>O. basilicum</i> | 0,20 | 27 | 73 | 0,72 \pm 0,26 | Repelente |
| | 0,40 | 32 | 68 | 0,48 \pm 0,22 | Repelente |
| | 0,81 | 37 | 63 | 0,76 \pm 0,29 | Neutro |
| <i>C. aurantium</i> | 0,70 | 27 | 73 | 0,44 \pm 0,16 | Repelente |
| | 1,40 | 15 | 85 | 0,28 \pm 0,26 | Repelente |
| | 2,80 | 20 | 80 | 0,44 \pm 0,29 | Repelente |
| <i>M. spicata</i> | 0,41 | 22 | 78 | 0,44 \pm 0,26 | Repelente |
| | 0,82 | 30 | 70 | 0,64 \pm 0,86 | Neutro |
| | 1,64 | 18 | 82 | 0,44 \pm 0,21 | Repelente |
| <i>C. pulegiodorus</i> | 0,82 | 29 | 71 | 0,72 \pm 0,26 | Repelente |
| | 1,65 | 38 | 62 | 0,68 \pm 0,43 | Neutro |
| | 3,31 | 53 | 47 | 1,32 \pm 0,52 | Neutro |

IR=Índice de repelência, DP=Desvio padrão.

O efeito repelente é o modo de ação mais comum entre os óleos essenciais, que pode estar diretamente relacionado com a presença de compostos terpenóides causando, por exemplo, a inibição da acetilcolinesterase e causando a morte do inseto pela falência respiratória (VIEGAS JÚNIOR, 2003; CHAMBERS & CARR, 1995).

Segundo Pedotti-Striquer et al. (2006), a ação repelente das plantas sobre insetos se dá pelos alomônios, substâncias químicas que favorecem a planta contra herbívoros. A repelência é uma propriedade de extrema importância para o controle de pragas de grãos armazenados e pode ser um fator primordial na escolha do óleo essencial. De maneira geral, quanto maior for o efeito repelente menor será a infestação e, conseqüentemente, ocorrerá uma redução do número de posturas e também do número de insetos emergidos (COITINHO et al., 2006).

Muitas espécies de *Ocimum* foram reportadas por terem efeito inseticida e repelente sobre vários insetos (KEITA et al., 2001; MURUGAN et al., 2007). A repelência do eugenol foi comprovada em bioensaios com *S. zeamais*, *R. dominica* e *Sitotroga cerealella* (BEKELE et al. 1996). Prates et al. (1998) e Rozman et al. (2007) observaram que o monoterpeneo 1,8-cineol (eucaliptol) apresentou efeito inseticida sobre *R. dominica*. Da mesma forma, Bekele & Hassanali (2001) observaram que a concentração de 0.8 mg/cm² do óleo essencial de *Ocimum kilimandscharium* e 0.6 mg/cm² de *Ocimum kenyense* apresentaram bioatividade sobre *R.*

dominica, provavelmente atribuído à presença de 1,8-cineol (eucaliptol). O potencial inseticida do óleo essencial de *O. basilicum* também foi avaliado sobre *R. dominica*, por LOPEZ et al. (2008), sendo observado que o componente (E)-anetol a 880 ppm foi tóxico para esta praga. O óleo de *Ocimum gratissimum* foi testado contra adultos de *S. oryzae*, *T. castaneum*, *O. surinamensis* e *R. dominica*, e seus componentes β -(Z) ocimeno e eugenol causaram efeitos fumigante e repelente (OGENDO et al., 2008).

Propriedades repelentes de *Mentha* foram avaliadas sobre diversas pragas agrícolas. Os óleos essenciais de *Mentha piperita* e *C. citratus* apresentaram efeito repelente sobre *S. zeamais* (CONTE et al., 2001) demonstrando o potencial para utilização de material botânico para o controle de pragas de grãos armazenados. Odeyemi et al. (2008) verificaram 100% de repelência do óleo essencial de *Mentha longifolia* sobre *S. zeamais* enquanto que Kumar et al. (2009) reportaram 85% de repelência do óleo essencial de *M. arvensis* sobre *Callosobruchus chinensis*. Kedia et al (2014) observaram que o óleo essencial de *M. spicata* ocasionou 60% de repelência sobre *C. chinensis* à concentração de 0.0125 $\mu\text{L}/\text{ml}^{-1}$ e 100% de repelência à concentração de 0.025 $\mu\text{L}/\text{ml}^{-1}$.

Algumas pesquisas também vêm sendo desenvolvidas com plantas da família dos *Citrus* (Rutaceae). Xiaoqing et al. (1998) sugeriram que *R. dominica* pode ser controlado pelos componentes de *Citrus* spp. (particularmente pelo limonene) após avaliarem o efeito de contato, repelência e fumigação de sete plantas. Kumar et al. (2008), avaliando o óleo essencial de *Aegle marmelos*, observaram efeito detrente para alimentação e redução de danos e perda de peso dos grãos atacados por *R. dominica*.

Estudos realizados com algumas espécies de *Croton* que ocorrem no Brasil mostraram o isolamento de 109 compostos, de várias classes estruturais, como diterpenos, alcaloides, flavanóides e triterpenos (TORRES, 2008). Brito (2014) observou para o óleo de *C. pulegiodorus* que todas as doses foram classificadas como repelentes para *C. maculatus*. A autora verificou, ainda, que para *Z. subfasciatus* os óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* foram classificados como repelentes. Da mesma forma, Magalhães (2014) observou que os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius* e *C. pulegiodorus* foram considerados repelentes para *S. zeamais* e *T. castaneum* em milho armazenado.

4. CONCLUSÕES

Todos os óleos essenciais utilizados no presente estudo apresentaram efeito tóxico (contato) sobre *R. dominica*, mas os de Velaminho (*C. pulegioidorus*) e de Hortelã (*M. spicata*) ocasionaram mortalidades de 90 a 100%, mesmo em concentrações muito baixas.

As concentrações letais (CL₅₀ e CL₁₀₀) dos óleos essenciais de *C. pulegioidorus* e de *M. spicata* foram extremamente baixas, quando comparadas às de Laranja amarga (*C. aurantium*) e de Manjericão (*O. basilicum*) e de outros óleos essenciais comumente usados sobre pragas de grãos armazenados.

Todos os óleos essenciais utilizados foram considerados repelentes para *R. dominica*.

Diante do exposto, os óleos essenciais de Velaminho (*C. pulegioidorus*), Hortelã (*M. spicata*), Laranja amarga (*C. aurantium*) e Manjericão (*O. basilicum*) parecem promissores para o manejo de *R. dominica* em milho armazenado já que causaram mortalidade significativa e apresentaram atividade inseticida e repelente.

5. REFERÊNCIAS

AGGARWAL, K. K.; TRIPATHI, A. K.; PRAJAPATI, V. & KUMAR, S. Toxicity of 1,8-cineole towards three species of stored product coleopterans. **Insect Science and its Application**, v.21, p.155-160, 2001.

ATHIÉ, I. & PAULA, D.C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. São Paulo: Livraria Varela, p. 244, 2002.

BEKELE, A. J., & HASSANALI, A. Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyense* (*Labiatae*) on two post-harvest pests. **Phytochemistry** v.57,p. 385 -391, 2001.

BENAYAD, N.; EBRAHIM W.; HAKIKI, A.; MOSADDAK, M. Chemical characterization and Insecticidal evaluation of the essential oil of *Mentha suaveolens* L. and *Mentha pulegium* L. growing in Morocco. **Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry**, v. 13, n. 1, p. 027 – 032, 2012.

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.

BENZI, V.S.; VERONICA, S. MURRAY, A.P. & FERRERO. A.A. Insecticidal and insect-repellent activities of essential oils from Verbenaceae and Anarcadiceae agaisnt *Rhyzopertha dominica*. **Natural Product Communications**, V.4, p.1287-1290, 2009.

BRITO, S. S. S. **Manejo de coleópteros-praga de feijão armazenado com óleos essenciais**, 2014 dissertação (mestrado em Produção Agrícola), Garanhuns, PE.

CHAMBERS, J.E.; CARR, R.L. Biochemical mechanisms contributing to species differences in insecticidal toxicity. **Toxicology**, 105:291-304, 1995.

CHAPMAN, R.F. **The insect: Structure and Function** 4 ed. Cambridge: U. K. p.771, 1998.

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

COITINHO, R.L.B.C.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; CÂMARA, C.A.G. Toxicidade de óleos para adultos de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae) em grãos de milho armazenados. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.31, n.1, p.29-34, 2006.

CONTE, C.O. et al. Rendimento de óleo essencial de alfavaca por arraste à vapor em Clevenger, em diferentes formas de processamento das folhas. **Horticultura Brasileira**. v.19, 2001.

ENAN, E. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.130, p. 325- 337, 2001.

ESMAILI, M.; VOJUDI, S. & PARSAEYAN E. Fumigant toxicity of essential oils of *Mentha pulegium* L. on adults of *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* and *Sitophilus oryzae* in laboratory conditions, **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, V.3, n.9, P.732-735, 2013.

FARONI, L.R.D., C.R.F. OLIVEIRA, J.R. GONÇALVES & M.A.G. PIMENTEL. Influência da alimentação na biologia de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). **Revista Brasileira de Armazenamento** v.29, p.13-18, 2004.

FAVERO, S.; CONTE, C. O. Ação fumigante de óleos essenciais de plantas aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (coleoptera: curculionidae). **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, julho, 2002.

FOROUZAN, M. ; REZAEI, M.; EIVAZI, A. & HASSANZADEH, M. Fumigant toxicity of essential oils from *citrus reticulata* Blanco fruit peels against *Rhyzopertha dominica* F. (Col.:Bostrichidae). **Scientia Agriculturae**, v.1, n.3, p.67-69, 2013.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, P. 920. 2002.

GUEDES, R. N. C, DOVER, B. A, KAMBHAMPATI, S. Resistance to chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl, and malathion in Brazilian and US populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Economic Entomology** v.89, p.27-32, 1996.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and in modern agriculture and the increasing regulated world. **Annual Review of Entomology**. v.51, p.45-66, 2006.

KEDIA, A.; PRAKASH, B.; MISHRA, P.K.; CHANOTIYA, C.S.; DUBEY, N.K. Antifungal, anti-aflatoxinogenic, and insecticidal efficacy of spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oil. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v.89, p.29-36, 2014.

KEITA, S.M., VINCENT, C., SCHMIDT, J.P., Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, v.37, p.339–349, 2001.

KHALFI, O.; BENYOUSSEF, EL-HADI & YAHIAOUI, N. Extraction, Analysis and Insecticidal Activity of Spearmint Essential Oil from Algeria Against *Rhyzopertha dominica* (F.). **Journal of essential oil-bearing plants**, v.9, n.1, p.17-21, 2006.

KUMAR, A., SHUKLA, R., SINGH, P., SINGH, A.K., DUBEY, N.K. Use of essential oil from *Mentha arvensis* L. to control storage moulds and insects in stored chickpea. **J. Sci. Food Agric.** v.89, p.2643–2649, 2009.

KUMAR, R.; KUMAR, A.; PRASA, C.S.; DUBEY, N.K.; SAMANT, R. Insecticidal Activity *Aegle marmelos* (L.) Correa Essential Oil Against Four Stored Grain Insect Pests. **Internet Journal of Food Safety**, v.10, p.39-49, 2008.

LIN, H.; KOGAN, M.; FISCHER, D. Induced resistance in soybean to the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**, v. 19, p. 1852 - 1857, 1990.

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

LORINI, I, COLLINS, P J, DAGLISH G J, NAYAK M K, PAVIC H Detection and characterisation of strong resistance to phosphine in Brazilian *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). **Pest Management Science**v.63, p.358-364, 2007.

LORINI, I. & D. J. GALLEY. Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain in Brazil. **Journal of Stored Products Research**, v.35, p.37–45, 1999.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.72, 2008.

MAGALHÃES, C. R. I. Utilização de óleos essenciais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (coleoptera: curculionidae) e *Tribolium castaneum* Herbst. (coleoptera: tenebrionidae) em milho armazenado, 2014. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal), Serra Talhada-PE.

MOHAMED, M. I. E.; ABDELGALEIL, S. A. M. Chemical composition and insecticidal potential of essential oils from Egyptian plants against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 43, n. 4, p. 599-607, 2008.

MURUGAN, K., MURUGAN, P., NOORTHEEN, A., Larvicidal and repellent potential of *Albizia amara* Boivin and *Ocimum basilicum* L. against dengue vector, *Aedes aegypti* (Insecta: Diptera: Culicidae). **Bioresource Technology**, v.98, p.198–201, 2007.

NEVES, I.A.; CAMARA, C.A.G. Volatile Constituents of Two Croton Species from Caatinga Biome of Pernambuco – **Brasil Natural Production**. v.6, n.2, p.161-165, 2012.

ODEYEMI, O.O.; MASIKA, P.; AFOLAYAN, A.J. Insecticidal activities of essential oil from the leaves of *Mentha longifolia* L. subsp. *capensis* against *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). **Afr. Entomol.** v.16, p.220–225., 2008.

OGENDO, J.O.; KOSTYUKOVSKY, M.; RAVID, U.; MATASYOH, J.C.; DENG, A.L.; OMOLO, E.O.; KARIUKI, S.T.; SHAYYA, E. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. **Journal of Stored Products Research** v.44, p.328–334, 2008.

PACHECO, I. A. M. R. SARTORI & R. W. D. TAYLOR. Levantamento de resistencia de insetos-praga de grãos armazenados á fosfina, no estado de São Paulo. **Coletânea do ITAL** v.20, p.144-154, 1990.

PAULIQUEVIS, C. F.; CONTE, C. O. & FAVERO, S. Atividade insetistática do óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. Sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, p.8, n.3, p. 39-45, 2013.

PEDOTTI-STRIQUER, L.; BERVIAN, C. I. B.; FAVERO, S. Ação repelente de plantas medicinais e aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Ensaio e ciência**, v. 10, n. 1, p. 55 - 62, 2006.

PIMENTEL M A G, FARONI L R D'A, GUEDES R N C, SOUSA A H, TÓTOLA M R Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research** v.45, p.71-74, 2009.

PIMENTEL M A G., FARONI L R D'A., SILVA. F.H., BATISTA M., 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.

POY, L. A. **Ciclo de vida de *Rhyzopertha dominica* (fabricius, 1972) (col., Bostrychidae) em farinhas e grãos de diferentes cultivares de trigo**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1991. 135p. Dissertação mestrado.

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 of Stored Products Research**. v.34, p.243 -249, 1998.

PRATES, H.T.; SANTOS, J. P. Produtos naturais ajudam o agricultor. **Cultivar**, v. 2, n.18, p.38-41,2002.

RINGUELET, J. A.; OCAMPO, R.; HENNING, C.; PADÍN, S.; URRUTIA, M. I.; DAL BELLO, G. Actividad insecticida del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown sobre *Tribolium castaneum* Herbst. en granos de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.9, n.2, p.214-222 ,2014.

ROZMAN, V., KALINOVIC, I., KORUNIC, Z., Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored products insects. **Journal of Stored Products Research** v.43, p.349 -355, 2007.

SARTORI, M. R; I. A. PACHECO; M. IADEROZA & R. W. D. TAYLOR. Ocorrência e especificidade de resistência ao malatium em insetos praga de grãos armazenados no Estado de São Paulo. **Coletânea ITAL**. v. 20, p.194-209, 1990.

SILVA, W. J. **Atividade larvicida do óleo essencial de plantas existentes no estado de sergipe contra *Aedes aegypti* Linn.** 2006, p.57. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

TORRES, M. C. M. **Estudo Químico e Biológico de *Croton regelianus* Var. *matosii* (Euphorbiaceae).** 8p. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica). Universidade Federal do Ceará, 2008.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v.26, p.390-400, 2003.

XIAOQING, W., WUFENG, J., WENBIN, M., 1998. Studies on inhibitory impacts of seven botanical extract on population formation of *Tribolium castaneum*. In: Zuxun, J., Quan, L., Yongsheng, L., Xianchang, T., Lianghua, G. (Eds.), Proceedings of the Seventh International Conference on Stored-product Protection, 14–19 October 1998, Beijing, China, vol. 1. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, P.R. China, pp. 866–869.