

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
(AGROECOLOGIA)

EFEITO DE ÓLEOS VEGETAIS NO CONTROLE DE
Acanthoscelides obtectus (SAY, 1831) E *Callosobruchus maculatus*
(FABRICIUS, 1775) INSETOS-PRAGA DE FEIJÃO MACASSAR
Vigna unguiculata (L.) WALP.

THATIANA MARIA BORGES SILVA

BANANEIRAS-PB
2014

THATIANA MARIA BORGES SILVA

EFEITO DE ÓLEOS VEGETAIS NO CONTROLE DE
Acanthoscelides obtectus (SAY, 1831) E *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS,
1775) INSETOS-PRAGA DE FEIJÃO MACASSAR *Vigna unguiculata* (L.) WALP.

“Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias (Agroecologia) do
Centro de Ciências Humanas, Sociais
e Agrárias da Universidade Federal
da Paraíba, como parte da exigência
para obtenção de título de Mestre em
Ciências Agrárias (Agroecologia)”

**Área de concentração: Agroecologia e Desenvolvimento Rural
Sustentável**

Comitê de orientação: Prof^ª Dr. Maria José Araújo Wanderley (Orientadora)
Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros (Co-orientador)

Bananeiras-PB
2014

Ficha Catalográfica elaborada na Seção de Processos Técnicos
Biblioteca Setorial de Bananeiras UFPB/CCHSA
Bibliotecária Documentalista: Merilande Rodrigues Fonsêca Lima - CRB 15/186.

S586e Silva, Thatiana Maria Borges.

Efeito de óleos vegetais no controle de *Acanthoscelides obtectus* (SAY, 1831) e *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS, 1775) insetos-praga de feijão macassar *Vigna unguiculata* (L.) WALP. / Thatiana Maria Borges Silva . – Bananeiras: [s.n], 2014.

51 f. : il.

Orientadora: Maria José Araújo Wanderley.

Coorientador: Marcos Barros de Medeiros.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias – Agroecologia) CCHSA/UFPB/PPGCAG.

1. Grãos – insetos. 2. Feijão – armazenamento. 3. Inseticidas naturais – feijão. I. Wanderley, Maria José Araújo. II. Medeiros, Marcos Barros de. III. Universidade Federal da Paraíba. IV. Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias. V. Título.

UFPB/CCHSA/BS

C. D. U. : 664.72(043.2)

EFEITO DE ÓLEOS VEGETAIS NO CONTROLE DE *Acanthoscelides obtectus* (SAY, 1831) E *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS, 1775) INSETOS-PRAGA DE FEIJÃO MACASSAR *Vigna unguiculata* (L.) WALP.

THATIANA MARIA BORGES SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte da exigência para obtenção de título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia)

Aprovada em 26 de Maio de 2014

Comissão examinadora

Prof^ª. Dr^a Maria José Araújo Wanderley (Doutora em Agronomia) - UFPB
Orientadora

Prof. Dr. George Rodrigo Beltrão da Cruz (Doutor em Zootecnia) – UFPB
Avaliador

Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida (PhD. Armazenamento de Produtos Agrícolas) - UFCG
Avaliador

*Entrega o teu caminho ao Senhor;
confia nele, e ele tudo fará.*
Salmos 37:5

*Aos meus queridos pais, Maria Lúcia
Borges Silva e José Armando Silva,
meus preciosos educadores da vida.
Ao meu companheiro, Erasmo Nunes
Melo, meu conselheiro de todas as horas.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pela oportunidade de concluir mais uma etapa da minha vida acadêmica. São muitos os desafios, mas graças a Ele consegui vencer mais este. Obrigada meu Deus!

Aos meus pais, Maria Lúcia Borges Silva e José Armando Silva, grandes educadores e conselheiros.

Ao meu companheiro, Erasmo Nunes Melo, pela dedicação, carinho e paciência.

A Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de cursar este programa de pós-graduação e pelo incentivo à qualificação aos técnicos administrativos da instituição.

Aos professores do Programa de Pós-graduação de Ciências Agrárias (Agroecologia) pela dedicação ao longo do curso, pelos preciosos ensinamentos e conselhos.

A Dr^a Maria José A. Wanderley, professora e orientadora, pelos ensinamentos ao longo do curso e pela amizade e paciência durante o desenvolvimento da dissertação.

Ao Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros pela co-orientação e colaboração neste trabalho.

Ao Prof. Dr. George Rodrigo Beltrão da Cruz, pela valiosa contribuição nas análises estatísticas, pelas correções e sugestões para melhoria do trabalho de dissertação.

Ao Prof. PhD. Francisco de Assis Cardoso Almeida, pelas considerações, correções e sugestões que contribuirão para a melhoria do trabalho.

Ao Prof. Dr. Laesio Pereira Martins, pela colaboração na elaboração do trabalho de dissertação.

Aos meus irmãos, Thaysa Maria e José Azevedo da Silva Neto e ao meu sobrinho Moisés Azevedo, pela amizade e companheirismo.

A minha amiga Elisângela Macêdo, pela amizade e motivação.

Aos meus companheiros de estudo Verônica Moura, Wennyra Rafaelly, José Romério Soares Brito, Ranyfábio Cavalcante, Natanaelma Costa, Luana Patrícia Costa Silva, Joelma Farias Vieira de Jesus, Lanna Cecília Lima de Oliveira, Júlia Scaglioni Serrano, Dionuzya da Silva Medeiros, Lucas Travassos Deda, Regina Wanessa, Marcos,

Antonio Cardoso, Milena Vaz, Victor Maciel, Ewerton Torres, Andréia Vasconcelos, Semíramis Luz e Renato Albuquerque e Luciana Almeida.

Ao meu colega de estudo e agricultor agroecológico, João Batista Filgueira Costa, pelo apoio para desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho, Ulisses Dias, Selma Feitosa, Guilherme Costa, Arivaldo Correia, Fátima Nascimento, Raquel Melo, Francisco Estrela, Leandro Firmino, Thayze Pessoa, Pires Nóbrega, Professor Otávio do Carmo de Oliveira Neto, Professora Hemmannuella Santos, Antônio Magares, José Carlos Duarte, Edvaldo Delfino e Severino.

Ao Professor Leonardo Dantas pela ajuda e compreensão.

Aos alunos Rafael Luís, Miguel Avelino, Leandro Araújo e Dayvid Oliveira pela grande contribuição na pesquisa e pela amizade.

Enfim, obrigada a todos que contribuíram para a conclusão do meu trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTAS DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Feijão macassar <i>Vigna unguiculata</i> (L.) WALP	17
2.2. Considerações sobre <i>Acanthoscelides obtectus</i> e <i>Callosobruchus maculatus</i> ...	18
2.3. Importância de compostos naturais no Manejo Integrado de Pragas.....	19
2.4. Uso de óleos essenciais e fixos no manejo de insetos-praga de grãos armazenados	21
2.5. Considerações gerais sobre os óleos essenciais e fixos utilizados no presente trabalho	22
2.5.1. Óleo de erva-doce <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.....	22
2.5.2. Óleo de citronela <i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt.....	23
2.5.3. Óleo de nim <i>Azadirachta indica</i> A. Juss	24
2.5.4. Óleo de moringa <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1. Criação de Insetos.....	27
3.2. Obtenção dos óleos vegetais e grãos de feijão	28
3.3. Procedimento experimental.....	29
3.3.1. Teste sem chance de escolha (Fumigação).....	29
3.3.2. Teste com chance de escolha	30

3.4.Delineamento experimental e Análise estatística.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1.Teste sem chance de escolha (Fumigação)	32
4.2.Teste com chance de escolha.....	38
5. CONCLUSÃO.....	43
6. REFERÊNCIAS.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de insetos vivos de <i>A. obtectus</i> submetidos a óleos vegetais em teste sem chance de escolha.....	34
Tabela 2. Valores médios de insetos vivos de <i>C. maculatus</i> submetidos a óleos vegetais em teste sem chance de escolha.....	37
Tabela 3. Resultados da ANOVA para a atratividade, repelência e sem resposta dos insetos vivos de <i>C. maculatus</i> aos óleos vegetais de erva-doce, citronela, nim e moringa	39
Tabela 4. Valores médios de insetos vivos de <i>C. maculatus</i> sob a atratividade de óleos vegetais em teste com chance de escolha.....	40
Tabela 5. Valores médios de insetos vivos de <i>C. maculatus</i> sob a repelência de óleos vegetais em teste com chance de escolha.....	41
Tabela 6. Valores médios de insetos vivos de <i>C. maculatus</i> que não responderam aos óleos vegetais em teste com chance de escolha.....	41
Tabela 7. Índice e Classificação de Preferência de <i>C. maculatus</i> aos óleos vegetais em feijão macassar no teste com chance de escolha	42

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: <i>Acanthoscelides obtectus</i>	27
Figura 2: <i>Calosobruchus maculatus</i>	27
Figura 3. Criação de insetos	28
Figura 4. Arena utilizada no teste com chance de escolha.....	31
Figura 5. Gráfico da análise de regressão linear das doses dos óleos de erva-doce <i>F. vulgare</i> (OED), citronela <i>C. winterianus</i> (OC), moringa <i>M. oleifera</i> (OM) e nim <i>A. indica</i> (ON) sob a mortalidade de adultos de <i>A. obtectus</i>	36
Figura 6. Gráfico da análise de regressão linear das doses dos óleos de erva-doce <i>F. vulgare</i> (OED), citronela <i>C. winterianus</i> (OC), moringa <i>M. oleifera</i> (OM) e nim <i>A. indica</i> (ON) sob a mortalidade de adultos de <i>C. maculatus</i>	38

RESUMO

SILVA, Thatiana Maria Borges; (M.Sc.); Universidade Federal da Paraíba; Março de 2014; Efeito de óleos vegetais no controle de *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) e *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) insetos-praga de feijão macassar *Vigna unguiculata* (L) Walp. Maria José Araújo Wanderley.

Uma das principais causas da perda de grãos armazenados é o ataque de insetos-praga que compromete a qualidade e inviabiliza a utilização para o plantio. Os principais insetos considerados prejudiciais para grãos de feijão são as espécies *Acanthoscelides obtectus* e *Callosobruchus maculatus*. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito dos óleos essenciais de erva-doce *Foeniculum vulgare*, citronela *Cymbopogon winterianus* e dos óleos fixos de moringa *Moringa oleiferae* e nim *Azadirachta indica* sobre a mortalidade e preferência de *A. obtectus* e *C. maculatus*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia, Setor de Agricultura-CCHSA/UFPB. No procedimento experimental utilizaram-se duas metodologias: Sem chance de escolha (Fumigação) e com chance de escolha. No método sem chance de escolha utilizou-se recipientes plásticos com capacidade de 250 ml, no seu interior foi forrado com papel filtro impregnado com óleos nas doses de 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 µl e a testemunha. Vinte insetos foram liberados sobre o disco e a avaliação procedeu 24 horas após a submissão dos insetos ao teste. No teste com chance de escolha utilizaram-se arenas formadas com cinco caixas plásticas, sendo a caixa central interligada simetricamente. Amostras de 30g de feijão macassar foram impregnadas com óleos vegetais nas doses de 5, 10, 15 e 20 µl, e a testemunha. Os grãos tratados com os óleos foram colocados em caixas simetricamente opostas e os grãos não tratados nas outras duas caixas. Cinquenta insetos foram liberados na caixa central e após 24 horas contou-se o número de insetos. A partir dos dados obtidos nos testes sem chance de escolha e com chance de escolha foram calculados a eficácia e o Índice de Preferência, respectivamente. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial em ambos os testes. Para a ANOVA e análise de regressão utilizou-se o procedimento GLM do SAS. Resultados do teste sem chance de escolha mostraram que o óleo de erva-doce obteve eficácia de 91,83%, 97,95% e 100% para as doses de 30,

40 e 50 µl para *A. obtectus*. Para as mesmas doses com o óleo de citronela verificou-se eficácia de 58%, 69% e 80,43% para *A. obtectus*. Para a espécie *C. maculatus* a eficácia das doses citadas acima foram de 90,81%, 86,73% e 81,63% para o óleo de erva-doce e 76,04%, 71,87% e 73,95% para o óleo de citronela. Verificou-se também que houve relação no decréscimo dos insetos vivos na medida em que aumentaram as doses. No teste com chance de escolha, verificou-se que os óleos de erva-doce e moringa foram os mais atrativos se comparados aos óleos de citronela e nim. Para o resultado sobre a repelência de insetos vivos de *C. maculatus* aos óleos vegetais constatou-se não houve diferença significativa entre os óleos. No entanto observou-se que o óleo de citronela foi melhor que os demais por apresentar repelência em todas as doses aplicadas. Os resultados obtidos para o Índice de Preferência observou-se que as doses aplicadas com o óleo de citronela foram repelentes aos adultos de *C. maculatus*.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento, caruncho do feijão, inseticidas naturais

ABSTRACT

SILVA, Thatiana Maria Borges; (M.Sc.); Universidade Federal da Paraíba; May 2014; Effect of vegetable oils in controlling *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) and *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) insect pest of cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp. Maria José Araújo Wanderley.

One of the main causes of loss stored grain is the pests' attack which undertakes the quality and discards the using for planting, causing large losses to farmers. The main insects considered harmful to grain beans are *Callosobruchus maculatus* and *Acanthoscelides obtectus* species. The aim of this study was to evaluate the essential oils bioactivity from fennel plants *Foeniculum vulgare*, citronella grass *Cymbopogon winterianus* and crude oils neem *Azadirachta indica* and moringa *Moringa oleiferae* against the mortality and preference of adult insects *A. obtectus* and *C. maculatus*. The experiments were conducted at the Entomology Laboratory, Department of Agriculture-CCHSA/UFPB. In the experimental procedure we used two methodologies: No-choice (fumigation) and free-choice. The no-choice method was performed in plastic containers with 250 ml capacity. The interior was lined with filter paper impregnated with oil at doses of 5, 10, 15, 20, 30, 40 and 50 $\mu\text{l}/0.25\text{L}$ of air, and a control. Twenty insects were released on disc and evaluation was conducted 24 hours after the submission of tested insects. In the free-choice test were used arenas formed with five plastic boxes, with central box connected symmetrically. Samples of 30g of cowpea were impregnated with vegetable oils at doses of 5, 10, 15 and 20 μl and control. Grains treated with oils were placed in symmetrically opposite boxes and grains not treated in the other two boxes. Fifty insects were released in the center box and after 24 hours were counted the number of live insects in each box. From the data obtained from the tests, no-choice and free choice effectiveness and Preference Index were calculated, respectively. Completely randomized design was used in a factorial in both tests. For ANOVA and regression analysis it was used the GLM procedure of SAS. Results of no-choice test (Fumigation) showed efficacy for fennel oil of 91.83%, 97.95% and 100% for doses of 30, 40 and 50 $\mu\text{l}/0.25\text{L}$ of air. For the same doses with citronella oil, there was a efficacy of 58%, 69% and 80.43% for *A. obtectus*. For *C. maculatus* the effectiveness of aforementioned doses were 90.81%, 86.73% and 81.63% for fennel and 76.04%, 71.87% and 73.95% for citronella grass oils. It was also found that there was a decrease in the ratio of live insects when those doses were increased. In the test free choice, it was found that the fennel oil and moringa were the most attractive compared to oils of citronella and neem. For the result of the repellency of live insects *C. maculatus* to vegetable oils found out there was no significant difference between the

oils. However it was found that citronella oil was better than the others by having repellency at all doses applied. The results obtained for the preference index has been observed that the doses applied to the repellents citronella oil were to *C. maculatus* adults.

KEY-WORDS: storage, bean weevil, natural insecticides

1. INTRODUÇÃO

O feijão *Vigna unguiculata* L. Walp., conhecido popularmente como feijão-caupi, macassa, macassar ou feijão de corda, é uma leguminosa de grande importância socioeconômica, sendo considerado um dos principais grãos na alimentação dos brasileiros. É uma espécie botânica frequentemente cultivada no semiárido brasileiro, constituindo-se em um produto de elevada importância nutricional. Suas fontes de proteínas, vitaminas e minerais são mais comumente utilizadas na alimentação de populações com baixo poder aquisitivo. Além da alimentação humana, os caules e ramos dessa espécie também são utilizados na alimentação animal (SILVA e OLIVEIRA, 1993).

Esses grãos quando armazenados são atacados por insetos-praga da família Bruchidae como os carunchos *Acanthoscelides obtectus* Say, *Callosobruchus maculatus* Fabriccius e *Zabrotes subfasciatus* Boh. (ATHIÉ e DE PAULA, 2002).

Os Carunchos do feijão *A. obtectus* e *C. maculatus* são insetos-praga de infestação primária interna, ou seja, que completam seu ciclo evolutivo no interior de apenas um grão. Estas espécies causam grandes prejuízos aos grãos e sementes de feijão armazenado, comprometendo a qualidade e sua utilização para o plantio (BAVARESCO, 2007). Apresentam infestação cruzada, ou seja, podem infestar grãos ou sementes maduros no campo e continuando seu desenvolvimento no armazenamento (GALLO *et al.*, 2002).

Seu controle é realizado frequentemente por meio de produtos químicos industriais, cujo uso indiscriminado acarreta o desenvolvimento de insetos-praga resistentes, bem como diversos problemas ambientais e de saúde pública (DUBEY *et al.*, 2008). Além disso, a aquisição de produtos químicos aumentam os custos de produção com consequente aumento de preço dos alimentos (ROEL, 2001). A utilização de fumigantes químicos é comum para eliminar as pragas de produtos armazenados. Os mais utilizados mundialmente são, atualmente, a fosfina e o brometo de metila. No entanto, a fosfina tem preocupado pela alta resistência dos insetos aos seus componentes. Já o brometo de metila, um fumigante de amplo espectro, foi declarado uma substância que destrói a camada de ozônio (RANJENDRAN e SRIRANJINI, 2008).

As poucas informações técnicas levadas aos agricultores contribuem para o manejo inadequado dos grãos e sementes da cultura, como também na estocagem e no

armazenamento, aumentando os riscos de infestação que depende de fatores como tipo de grãos ou sementes, condições de estocagem, quantidade e qualidade da microflora e ataque de animais como pássaros e roedores (ALMEIDA *et al.*, 2009).

No objetivo de encontrar alternativas que não agredam o meio ambiente e nem a saúde dos consumidores, inúmeras pesquisas tem sido desenvolvidas visando o controle desses insetos durante o armazenamento de grãos. Considerando-se que muitas substâncias do metabolismo secundário das plantas possuem atividades fisiológicas e comportamentais sobre insetos de produtos armazenados (HO *et al.*, 1996), uma das alternativas estudadas envolve o controle dessas pragas utilizando-se produtos de fontes naturais, como substâncias produzidas por plantas (SAITO e SCRAMIN, 2000), que podem ser aplicadas por meio de formulações em pó, extratos e óleos essenciais e fixos. As vantagens da utilização de compostos naturais é que os mesmos são biodegradáveis, possuem baixa toxicidade para humanos e animais e não contaminam os alimentos com produtos tóxicos (ISMAN, 2006).

Levando em consideração a utilização de produtos naturais no controle de pragas de *V. unguiculata* objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito dos óleos essenciais de plantas de erva-doce *Foeniculum vulgare* Mill., citronela *Cymbopogon winterianus* Jowitt. e dos óleos fixos de nim *Azadirachta indica* A. Juss. e moringa *Moringa oleiferae* Lam. sobre a sobrevivência e preferência dos insetos adultos de *Acanthoscelides obtectus* e *Callosobruchus maculatus*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Feijão macassar *Vigna unguiculata* (L.) WALP

O feijão macassar é uma das principais culturas de importância socioeconômica do nordeste brasileiro, constituindo-se como um dos principais alimentos proteicos e energéticos da população regional. Possui origem africana e foi introduzido no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no estado da Bahia, sendo posteriormente distribuído para outras regiões do Nordeste, e para as demais regiões do país (FREIRE FILHO, 1988).

É uma leguminosa (Fabaceae) de ciclo curto, geralmente anual, podendo apresentar porte ereto ou trepador. Campos *et al.* (2000) definiram o ciclo fenológico da cultura do macassar em duas fases: vegetativa e reprodutiva. A fase vegetativa compreende desde a semeadura até o desenvolvimento da terceira folha do ramo secundário, enquanto que a fase reprodutiva inicia com o surgimento do primeiro botão floral no ramo principal e termina na maturidade de 90% das vagens da planta.

Essa espécie possui baixa exigência hídrica e rusticidade, cuja característica permite seu desenvolvimento em solos de baixa fertilidade (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2002). De acordo com Santos (2013) é uma planta bem adaptada a regiões secas e apresenta características genéticas, fisiológicas e morfológicas intrínsecas, possibilitando respostas de forma diferenciada às condições edafoclimáticas locais. Devido à essas características é um dos produtos mais importantes do sistema de produção da agricultura familiar do nordeste brasileiro (CORDEIRO, 1998).

Na região Nordeste a produção está concentrada nas regiões semiáridas, onde a irregularidade de chuvas e as altas temperaturas inviabiliza a produção de outras leguminosas anuais (FREIRE FILHO, 2002). Além das desvantagens climáticas da região semiárida, outro fator que influencia na produção de feijão é a infestação de insetos considerados pragas em grãos armazenados. As principais pragas que atacam grãos de feijão são os carunchos *Zabrotes subfasciatus* BOH., *C. maculatus*, *A. obtectus*, *Aracerus fasciculatus* DE GEER e a traça *Plodia interpunctella* HUEB. Entretanto, os carunchos *A. obtectus* e *C. maculatus* são os insetos-praga de maior importância para *V. unguiculata*. (GALLO *et al.*, 2002).

2.2. Considerações sobre *Acanthoscelides obtectus* e *Callosobruchus maculatus*

Os carunchos do feijão são insetos da ordem Coleoptera, pertencentes à família Bruchidae. Estes insetos atacam, principalmente, sementes de leguminosas. Em geral, possuem élitro encurtado que não cobre a extremidade apical do abdome, corpo ovalado, cabeça livre, rostro curto e achatado e antenas com 11 segmentos (ATHIÉ e PAULA, 2002).

Muitas espécies desta família depositam os ovos nas vagens e grãos no campo, podendo desenvolver outras gerações ou não. No primeiro caso citam-se como exemplos os carunchos *Zabrotes subfasciatus*, *Callosobruchus phaseoli*, *Callosobruchus maculatus* e *Acanthoscelides obtectus* (ATHIÉ e PAULA, 2002). No segundo, citam-se as espécies do gênero *Bruchus* (HOWE e CURRIE, 1964).

O Caruncho *A. obtectus* é uma espécie de clima temperado, mas se adapta muito bem às regiões tropicais em condições de baixa umidade. É um inseto-praga importante de *Phaseolus vulgare* e *Phaseolus lunatus*, tendo sido relatado atacando outras fabáceas, inclusive do gênero *Vigna* (DOBIE *et al.*, 1984, apud ATHIÉ e PAULA, 2002).

Medem de 2 a 4 mm de comprimento, são robustos, apresentam coloração parda escura, com pontuações avermelhadas no abdome, pernas e antenas. As fêmeas são maiores que os machos e os ovos podem ser colocados nas vagens ainda no campo ou nos grãos durante o armazenamento. Sua dispersão pode ocorrer até a distância de 8km da fonte de infestação. A média do desenvolvimento do ovo a adulto é de 27,5 dias e longevidade de 11,8 dias. Cada fêmea oviposita em média 63 ovos e a eclosão ocorre em 3 a 9 dias (GALLO *et al.*, 2002; ATHIÉ e PAULA, 2002).

As larvas são de coloração branca leitosa e medem cerca de 3 a 4 mm de comprimento. Deslocam-se à procura do hospedeiro para a sua penetração no grão. As pupas são brancas e quando próximo à emergência tornam-se marrons. Os adultos iniciam as infestações no campo vindo de armazéns (GALLO *et al.*, 2002).

Os danos causados por *A. obtectus* ocasiona grandes prejuízos ao feijão armazenado, pois ataca os cotilédones, onde abrem galerias, podendo destruí-los completamente. Além disso, a presença de ovos, de galerias formadas pelas larvas, furos de emergência dos adultos e presença de insetos mortos e de dejeções, afeta a qualidade do produto. O ataque do caruncho afeta a qualidade nutricional do grão como também os grãos destinados à semeadura, pois o embrião é destruído (GALLO *et al.*, 2002).

Quanto maior o ataque deste inseto menor o poder germinativo da semente, tornando inviável sua utilização para o plantio (RUEDELL *et al.*, 1974).

O caruncho do feijão *Callosobruchus maculatus* teve sua origem na África, mas está amplamente distribuído nas regiões tropicais e subtropicais. É uma praga de grande importância na cultura de plantas do gênero *Vigna*, logo é um inseto-praga importante no nordeste brasileiro, onde a maior parte do feijão plantado e consumido pertence a esse gênero (GALLO *et al.*, 2002).

Os adultos apresentam coloração escura, com cabeça, tórax e abdome pretos. Nos élitros distinguem-se três manchas mais escuras, de tamanhos diferentes (GALLO *et al.*, 2002). O ciclo de vida é de 23,7 dias, a longevidade da fêmea é de 11,8 dias e a produção por fêmea é de 91,2 ovos (HOWE e CURRIE, 1964). A fêmea oviposita em média 97 ovos (ADENEKAN, 2013). Os ovos dessa espécie são lisos e possuem aspecto piriforme; são fixados aos substratos por uma secreção adesiva (ATHIÉ e PAULA, 2002) e eclodem entre 3 a 5 dias (ADENEKAN, 2013). Assim que eclodem, as larvas penetram no grão onde se desenvolvem. Após a fase de pupa, os adultos emergem por meio do orifício feito pela larva antes da pupação.

Este caruncho ocasiona prejuízos como a perda de peso em 60% em sementes armazenadas (TANZUBIL, 1991), podendo atingir, em seis meses de armazenamento, 90% de perdas referentes às sementes perfuradas (SECK *et al.*, 1991).

2.3. Importância de compostos naturais no Manejo Integrado de Pragas

Um dos grandes desafios da agroecologia é diminuir a toxidade existente nos agroecossistemas por meio da eliminação de agroquímicos (ALTIERE, 2012). O controle de insetos-praga de grãos armazenados é geralmente realizado através de produtos químicos. No entanto, os diversos efeitos negativos ambientais e sociais tem despertado a preocupação por pesquisadores a buscar métodos alternativos de controle, principalmente, produtos naturais de baixo custo, fácil acesso e aplicação, e que não contamine o meio ambiente e ocasione risco à saúde humana.

Os primeiros compostos botânicos utilizados no controle de insetos considerados pragas foram a nicotina, rianodina, sabadina, piretrina e a rotenoma, extraídos, respectivamente, das plantas tabaco *Nicotiana tabacum*, *Ryania speciosa*, *Schoenocaulon officinale*, *Crysanthemum cinerariaefolium* e *Lonchocarpus* spp. (LAGUNES e RODRIGUEZ, 1992). No entanto, esses compostos foram substituídos

por agrotóxicos organo-clorados, que na época se mostravam mais eficientes no controle de insetos. Porém, atualmente percebe-se a necessidade de pesquisar novos compostos botânicos para o uso no manejo de pragas sem efeitos negativos como a contaminação ambiental, resíduos nos alimentos, efeitos prejudiciais sobre os insetos benéficos e aumento na frequência de insetos-praga resistentes (VENDRAMIM, 1997).

Os derivados botânicos podem causar diversos efeitos sobre os insetos como repelência, inibição de oviposição e deterrência na alimentação, alterações do sistema hormonal, causando distúrbios no metabolismo do inseto, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases de desenvolvimento do inseto (ROEL, 2001; KABEH e JALINGO, 2007).

Em estudos desenvolvidos visando avaliar a atividade inseticida de pós-vegetais de sementes de pimenta-preta *P. nigrum*, dos botões florais de cravo-da-índia *Eugenia caryophyllata* e das folhas de canela *Cynnamomum zeylanicum*, por exemplo, constatou-se a ocorrência da mortalidade, redução da oviposição e da emergência de adultos de *C. maculatus* (SOUSA *et al.*, 2005).

Conforme Lopes *et al.* (2000) os produtos naturais à base de raspas de fumo em rolo, pó de cascas dos frutos de laranja cravo e de frutos de pimenta-do-reino moídos são eficientes no controle da infestação por insetos das sementes de feijão macassar armazenadas, sem afetar suas qualidades física e fisiológica.

Em trabalhos de pesquisa desenvolvidos por Almeida *et al.* (2004) foi constatado que os extratos de neem *A. indica* e pimenta-negra *Piper nigrum*, formulados com 30 e 50% de álcool etílico foram eficientes no controle de *Callosobruchus maculatus* em feijão do gênero *Vigna*, devido à mortalidade proporcionada aos insetos nos períodos de tempo estudados de 5, 10, 15, 20 e 25 min. Em outra ocasião Owusu (2000) estudou o efeito dos extratos de *Ocimum viride* sobre os insetos-praga de grãos armazenados e observou forte repelência deste extrato sobre o *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae).

Almeida *et al.* (2009) avaliaram a bioatividade de extratos hidroalcoólicos da casca da jaqueira *Artocarpus heterophyllus* e da parte aérea da planta de mastruz *Chenopodium ambrosioides* no controle de adultos de *Zabrotes subfasciatus* e concluíram que ambos os extratos foram eficientes no controle dos insetos.

2.4. Uso de óleos essenciais e fixos no manejo de insetos-praga de grãos armazenados

Óleos vegetais são produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais, podendo conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres (ANVISA, 2005).

Os óleos vegetais se apresentam de forma líquida a 25°C e podem ser divididos em óleos essenciais ou fixos. O óleo essencial é definido como um óleo volátil, de baixo peso molecular, constituído por moléculas de natureza terpênicas (SAITO e SCRAMIN, 2000). Geralmente são extraídos por meio da destilação por arraste a vapor d'água. Os óleos fixos são compostos basicamente por triglicerídeos e não evaporam facilmente; são extraídos por prensagem mecânica (OLIVEIRA e JOSE, 2007).

Dentre os produtos naturais utilizados no manejo de insetos-pragas os óleos essenciais e fixos são frequentemente investigados devido ao seu poder inseticida. Estes óleos possuem substâncias bioativas com propriedades repelentes, deterrentes na alimentação e inseticidas.

Arruda e Batista (1998) estudaram os efeitos de óleos fixos em cultivares Sempre Verde e Emepal de feijão Caupi. Em seus estudos constataram que o óleo de girassol limitou a emergência de *Sitophilus zeamais* na cultivar Sempre Verde, enquanto que o óleo de soja mostrou eficiência em limitar a oviposição do caruncho nas cultivares utilizadas. Em outros estudos realizados por Oliveira e Vendramim (1999), visando avaliar o efeito repelente de óleos de folhas de canela *Cinnamomum zeylanicum*, louro *Laurus nobilis* e sementes de nim *A. indica* no controle de *Zabrotes subfasciatus*, concluíram que esses óleos exerceram ação repelente significativa acima de 70% sobre os insetos-praga.

Ainda, como o objetivo de avaliar o efeito de óleos essenciais de espécies de plantas sobre pragas de feijão macassar Kéïta *et al.* (2000) verificaram que o óleo essencial das plantas do gênero *Ocimum* foi significativo para o controle de *C. maculatus*. Já Astolfi *et al.* (2007) realizaram um bioensaio onde observaram que o óleo essencial da casca de *Citrus sinensis* foi repelente para os adultos de *S. zeamais*, indicando a eficácia de 100% com a concentração de 0,5 (v/p).

Em outros trabalhos realizados por Asalawam *et al.* (2008) o óleo essencial de *Ocimum gratissimum* apresentou efeito repelente e tóxico para o gorgulho do milho

S. zeamais, fundamentando cientificamente a utilização desta espécie na proteção pós colheita de grãos de milho na região leste da Nigéria.

Outros óleos essenciais como *Cymbopogon nardus*; *Corymbia citriodora* e *Piper hispidinervum* se mostram promissores no controle de *S. zeamais* (OOTANI *et al.*, 2011; COITINHO *et al.*, 2011).

Finalmente, em um estudo desenvolvido sobre a atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* em feijão Caupi cv. Sempre Verde Pereira *et al.* (2008), verificaram que os óleos essenciais de *Cymbopogon martini*, *Piper aduncum*, *P. hispidinervum*, *Melaleuca* sp. e *Lippia gracillis* foram efetivos na mortalidade de adultos, bem como na redução de postura e emergência;. Por sua vez, os óleos fixos de *Helianthus annuus*, *Sesamum indicum*, *Gossypium hirsutum*, *Glycine Max* e *Caryocar brasiliense* provocaram baixa mortalidade, mas foram eficientes na redução do número de ovos viáveis e adultos emergidos.

2.5. Considerações gerais sobre os óleos essenciais e fixos utilizados no presente trabalho

2.5.1. Óleo de erva-doce *F. vulgare* Mill.

A erva-doce *F. vulgare* é uma espécie aromática originária da Europa, cultivada em vários países do Mediterrâneo, Ásia, norte da África e América do Sul (COSTA, 1994).

É uma erva pertencente à família Umbelliferae/Apiaceae, podendo ser anual, bienal ou perene, dependendo da variedade, aromática, com 40-90 cm de altura, folhas inferiores alargadas e superiores mais estreitas, bainha composta pinada envolvendo o caule, com folíolos reduzidos a filamentos. Possuem flores pequenas, hermafrodita, cor amarela, dispostas em umbelas compostas por 10-20 umbelas menores. Os frutos são oblongos, compostos por dois aquênios, constituem o órgão com maior teor de óleo essencial (LORENZI, 2008).

No Brasil, a cultura de erva-doce está presente nos estados da Bahia, Pernambuco e Sergipe há cerca de 50 anos, como uma opção de renda complementar, principalmente nas regiões de transição do agreste e o sertão, em regime de sequeiro ou com adoção de poucas técnicas agronômicas (CURADO *et al.*, 2007). A produção de

erva-doce, conforme Wanderley e Marçal (1998) apresenta importância destacada entre os agricultores familiares nas microrregiões do Agreste e Brejo da Paraíba e Pernambuco.

O óleo essencial da erva-doce tem uma vasta aplicação nas indústrias farmacêuticas, cosmética e perfumaria. É composto principalmente por anetol, fenchona e o estragol. No óleo da folha ainda apresenta quantidade considerável de α -felandreno, mirceno e o α -pineno. Como componentes que podem ser encontrados em menores quantidades são o sabineno, o 1,8-cineol, o β -pineno e o mirceno (TINOCO *et al.*, 2007).

O óleo de erva-doce é bastante investigado na área da saúde devido à presença de compostos antioxidantes, antimicrobianas e antifúngicas. Entretanto, seus compostos ainda são pouco estudados na proteção de culturas agrícolas no controle da população de insetos-praga. Em um estudo realizado por Kim *et al.* (2003) sobre a ação fumigante do extrato das sementes de *F. vulgare*, ocorreu atividade inseticida sobre os adultos de *Lasioderma serricone* (Coleoptera). Outro trabalho desenvolvido por Rana e Rana (2012), com óleo essencial de erva-doce, mostrou que houve mortalidade de 100% das larvas do mosquito *Culex quinquefasciatus* no tempo de 120 minutos a 250ppm.

2.5.2. Óleo de citronela *Cymbopogon winterianus* Jowitt

O capim citronela ou citronela de Java é uma espécie nativa das áreas tropicais e subtropicais da Ásia, Índia e Indonésia (SIMIC, 2008). Pertence a família Poaceae, de hábito perene, cespitosas, de 0,80 a 1,20 de altura, folhas longas e de coloração verde-clara. Pode ser facilmente reconhecida pelo forte e agradável aroma. A planta contém grandes quantidades de óleo essencial (MATTOS, 2000).

O óleo essencial extraído das folhas de citronela é composto pelos monoterpenos e sesquiterpenos. Dentre os monoterpenos, os compostos mais encontrados são citrionelal (aproximadamente 40%) e tem pequenas quantidades de geraniol, citrionelol, limoneno, linalol, acetato de linalil, cariofileno, acetato de citrionelil, nerol, elemol, metil isoeugenol, farnesol, entre outros compostos (AKHILA, 1986). O citrionelol é excelente aromatizante de ambientes e repelente de insetos, além de apresentar ação anti-microbiana local e acaricida (MATTOS, 2000).

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com *C. winterianus* devido à sua propriedade de repelir insetos. Labinas e Crocomo (2002) avaliaram o efeito inseticida e repelente do óleo de citronela sobre *Spodoptera frugiperda*. Os resultados mostraram que óleo provocou 100% da mortalidade das lagartas na concentração de 1.0 %. Pinheiro et al. (2013) testaram o óleo essencial de citronela nos insetos-praga tripes *Frankliniella schultzei* e no pulgão-verde *Myzus persicae* e concluíram que na concentração de 1% (m v^{-1}) ocorreu a mortalidade de *M. persicae* em 96,9%.

O emprego do óleo de citronela na proteção de grãos armazenados foi estudado por Kang (2008) que utilizou o óleo no controle sobre *S. zeamais* e *Tribolium castaneum* e os resultados mostraram que o óleo provocou a mortalidade dos insetos pelo método de fumigação. Em outro estudo desenvolvido por Gusmão et al. (2013) mostrou que o óleo de citronela foi repelente para os adultos do caruncho do feijão *C. maculatus*.

2.5.3. Óleo de nim *Azadirachta indica* A. Juss

O nim *A. indica* é uma planta nativa do sudeste da Ásia e do subcontinente indiano. Pertence a família Meliaceae, a mesma que inclui espécie como cinamomo, o cedro e o mogno. É uma árvore de grande porte, típica de clima tropical e subtropical, perene, grande resistência à seca, crescimento rápido, copa densa, chegando a alcançar 25 m de altura, podendo ser cultivado em regiões de clima quente e solos bem drenados (SCHMUTTERER, 1990; GOVINDACHARI, 1992).

O nim tem sido utilizado por séculos no oriente médio como planta medicinal (no tratamento de inflamações, infecções virais, hipertensão e febre), sombreamento, repelente de insetos, material para construção, combustível, lubrificante e adubo. No nordeste brasileiro, especificamente no bioma caatinga, o nim, além de fornecer frutos para a indústria, é uma opção para a produção de madeira, principalmente para a lenha (NEVES e CARPANEZZI, 2008).

Na agricultura, o nim pode ser utilizado para o controle de insetos-praga. Apresenta ação nematicida e atua sobre fungos e bactérias. É utilizado no reflorestamento e arborização urbana, fabricação de medicamentos, fertilizantes e inseticidas naturais (MORDUE e NISBET, 2000).

O óleo de nim é constituído de triterpenos, mais especificamente limonóides. Os limonóides possuem atividade contra insetos, seja interferindo no crescimento ou pela inibição da alimentação (VIEIRA *et al.*, 2003). Os mais conhecidos são a azadiractina, salanina, meliantról, azadirona, gedunina, nimbolina, entre outros. A azadiractina, o principal composto ativo do nim, atua sobre a multiplicação e o crescimento de insetos (MORDUE e BACKWELL, 1993).

Há relatos de trabalhos sobre o efeito inseticida do nim com lagartas e besouros, sendo várias espécies de lepidópteros, coleópteros, homópteros, dípteros e heterópteros mostrando resultados positivos (ISMAN, 1990). Podem ser observados nesses trabalhos: efeito repelente, redução de oviposição, esterilidade e fecundidade, perda na habilidade de voo, perturbação na comunicação, interferência na síntese de ecdisônio e redução na motilidade intestinal (MOSSINI e KEMMELMEIER, 2005; MORDUE e BACKWELL, 1993).

2.5.4. Óleo de moringa *Moringa oleifera* Lam.

A moringa *M. oleifera* é uma espécie da família Moringaceae, nativa do Oeste da Índia e amplamente cultivada nos trópicos e subtropicais do mundo (KARADI *et al.*, 2006). No Brasil a moringa foi introduzida como planta ornamental por volta de 1950 (MATOS, 2002). É uma árvore de pequeno ou médio porte, crescimento rápido, podendo chegar até 4 m de altura, com longas vagens verdes, sementes aladas, folhas grandes e flores brancas perfumadas (JOLY, 1979).

As vagens, folhas, flores e o óleo de *M. oleifera* podem ser utilizados na alimentação humana os galhos e folhas podem servir de forragens, purificação da água, fertilizante, medicina natural, cerca viva, pesticida natural, aléias, agente de limpeza doméstica e produção de lenha (RAMACHANDRAN *et al.*, 1980).

O óleo de *M. oleifera* é constituído de compostos não terpenóides (ácido, alcoóis e hidrocarbonetos) e terpenóides oxigenados (monoterpenos, sesquiterpenos e diterpenos). Os principais compostos identificados por Barreto *et al.* (2009) foram fitol (21,6%) e timol (9,6%) encontrados nas folhas, octadecano (27,4%) e ácido hexadecanóico (18,4%) nas flores e docosano (32,7%) e tetracosano (24,0%) nos frutos.

Os estudos sobre as propriedades inseticidas e repelentes do óleo de moringa ainda é pouco explorado. Prabhu *et al.* (2011) avaliaram os extratos alcoólicos das

sementes de *M. oleifera* nas larvas e pupas de *Anopheles stephensi* e os resultados indicaram que os extratos foram eficazes no controle do mosquito *A. stephensi*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia do setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III, Bananeiras, PB, situado na mesorregião do Agreste e microrregião do Brejo Paraibano, com as coordenadas geográficas são 6°46' S e 35°38' W, com altitude de 617 m. O clima da região é o As' (tropical chuvoso), quente e úmido, de acordo com a classificação de Köppen.

3.1 Criação de Insetos

A criação de *A. obtectus* (Figura 1) e *C. maculatus* (Figura 2) foi realizada no Laboratório de Entomologia do setor de Agricultura (CCHSA-UFPB). Os insetos foram mantidos em recipientes de vidro (Figura 3) com capacidade de 2,5 L contendo grãos de *V. unguiculata* em temperatura ambiente; e fechados com tecido “voil” de cor branca, cuja textura fina permite as trocas gasosas.

Os insetos adultos foram mantidos nos grãos durante oito dias após a cópula e a oviposição e depois retirados, permanecendo no recipiente as sementes com as posturas, obtendo a geração F1. Os mesmos procedimentos foram adotados para obter as gerações seguintes.



Figura 1: *Acanthoscelides obtectus*
Fonte: A. Bukejs



Figura 2: *Calosobruchus maculatus*
Fonte: D.G. Kasatkin



Figura 3. Criação de insetos

3.2.Obtenção dos óleos vegetais e grãos de feijão

Os óleos essenciais de citronela e erva-doce utilizados nos experimentos foram adquiridos no Laboratório de Entomologia, CCHSA, UFPB. Os mesmos foram extraídos pelo método de hidrodestilação ou arraste de vapor d'água, em um extrator industrial com capacidade de 20 kg.

Para extração dos óleos as folhas, ramos e caules de citronela e erva-doce foram cortados cerca de 20 cm acima do solo. Esse material foi levado para o Laboratório de Entomologia do CCHSA e pesados 20 kg de cada planta.

Previamente colocou-se 45 litros de água limpa no interior do extrator, juntamente com o material vegetal. Esse foi cortado ou dobrado em pedaços medindo 20 cm. O extrator foi fechado usando o sistema rosqueado. Para o aquecimento da água foi utilizado um fogareiro a gás. O período para o início da fervura foi de aproximadamente 60 minutos e o tempo requerido para a extração dos óleos foi de 02h30min após esse período.

O extrator utilizado foi confeccionado usando material inox acoplado a uma caixa d'água com capacidade para 500 litros. No interior da caixa d'água passa uma serpentina a fim de fazer o resfriamento do material destilado, o qual é coletado no final da serpentina com saída para o exterior da caixa d'água, utilizando recipientes com capacidade de 1L para sua coleta. Em seguida, o óleo extraído juntamente com a água foi transferido para um funil de separação com capacidade de 1L, visando fazer a separação do óleo e da água. Nesse produto de saída são evidentes as diferenças das duas fases, ficando o óleo na parte superior e a água na parte inferior, no qual foram separados pelo processo de decantação.

O armazenamento dos óleos essenciais foi feito em vidro de cor âmbar, hermeticamente fechado, com capacidade de 1000 ml, acondicionados sob refrigeração, devido a alta volatilização.

O óleo fixo da semente de moringa foi adquirido do Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal de Sergipe. E o óleo de Nim utilizado foi o comercial Óleo de Neen da Vitaplan[®].

Os grãos de feijão macassar, cultivar cariri, utilizados no experimento foram adquiridos dos agricultores da feira agroecológica de Solânea- PB e armazenados em refrigeração a 10°C, até o início do experimento, com a finalidade de evitar e inibir infestações de insetos.

3.3.Procedimento experimental

3.3.1. Teste sem chance de escolha (Fumigação)

Para avaliação da atividade inseticida foram utilizados 20 insetos não sexados por unidade experimental. Antes da realização dos experimentos os insetos foram submetidos a jejum durante 2 horas.

Nos testes sem chance de escolha os insetos foram acondicionados dentro de recipientes plásticos com capacidade de 250 ml, fechados com tampas do mesmo material. O interior do recipiente foi forrado com papel filtro impregnado com o óleo a ser avaliado. Para a distribuição dos óleos no papel filtro utilizou-se micropipeta automática aferida nas doses de 5, 10, 15, 20, 30 e 50 µL e a testemunha (sem óleo). Sobre o papel filtro impregnado com óleo, colocou-se um disco confeccionado com papel filtro, cano PVC (Policloreto de polivinila) e EVA (Espuma Vinílica Acetinada). O disco foi disposto de modo a ficar suspenso dentro do recipiente, evitando assim, o contato direto dos insetos com o óleo. Os insetos foram liberados sobre esse disco. A avaliação da ação fumigante dos óleos foi feita 24 horas após a submissão dos insetos aos testes.

Os dados da eficácia do óleo foram calculados conforme Abbott (1987), utilizando-se a Equação abaixo:

$$\text{Eficácia (\%)} = \frac{x - y}{x} \times 100$$

Onde:

x = percentual de insetos vivos na testemunha

y = percentual de insetos vivos na parcela tratada

3.3.2. Teste com chance de escolha

Para avaliação da repelência o estudo foi feito conforme metodologia adotada por Restello et al. (2009). Foi utilizada uma arena para cada óleo, formada por cinco caixas plásticas circulares (25,0 cm de diâmetro e 6,5 cm de altura cada), sendo a caixa central interligada simetricamente às demais por tubos plásticos (5 cm de diâmetro e 20,0cm de comprimento), dispostos diagonalmente (Figura 4).

Amostras de 30g de feijão macassar foram impregnadas com óleos essenciais de citronela e erva doce, bem como com óleos fixos de nim e moringa antes da montagem do experimento. Para cada óleo foram testadas as doses de 5, 10, 15 e 20 µL.

Os grãos tratados com os óleos foram colocados em duas caixas dispostas simetricamente opostas (A e B). Nas outras duas caixas opostas foram colocados os grãos não tratados (C e D).

No recipiente central (E) foram liberados 50 adultos de *C. maculatus* não sexados e submetidos a jejum de 2 horas. Para cada óleo foi utilizada uma arena individual. Após 24h, contou-se o número de insetos por recipientes.

A partir dos dados observados no teste, foi calculado o Índice de Preferência (I.P.), citado por Procópio *et al.* (2003):

$$\text{I.P.} = \frac{(\% IPT - \% ipt)}{(\% IPT + \% ipt)}$$

I.P. = Índice de preferência

% IPT = % de insetos na planta-teste

% Ipt = % de insetos na testemunha

Onde I. P.: -1,00 a - 0,10, planta teste repelente;

-0,10 a + 0,10, planta teste neutra;

+0,10 a +1,00, planta teste atraente.

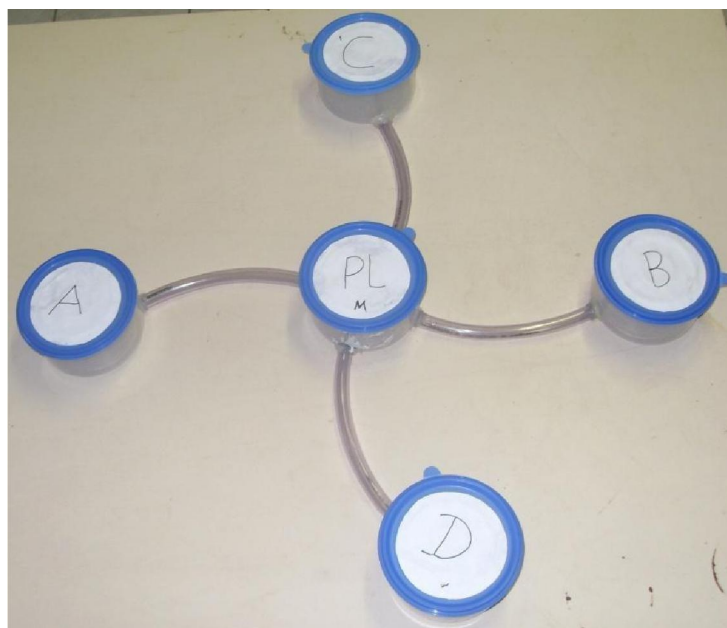


Figura 4. Arena utilizada no teste com chance de escolha

3.4. Delineamento experimental e Análise estatística

No teste sem chance de escolha foi realizado com as espécies dos carunchos *A. obtectus* e *C. maculatus* e utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em esquema fatorial ($2 \times 4 \times 7$), sendo quatro óleos vegetais, sete doses e a testemunha (sem óleo), com cinco repetições. No teste com livre chance de escolha foi utilizada a espécie *C. maculatus*, no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (4×4), correspondentes a quatro óleos e quatro doses, com quatro repetições.

As análises de variância foram realizadas utilizando o procedimento GLM do SAS (Sas Institute, 2013) para determinar os efeitos dos óleos essenciais sobre a mortalidade e comportamento dos insetos em relação a atratividade, repelência e sem resposta utilizou-se a análise de variância (ANOVA). Para a análise das doses foi realizado o teste de regressão linear simples.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teste sem chance de escolha (Fumigação)

Conforme os dados obtidos no presente trabalho, observou-se que os adultos de *A. obtectus* apresentaram menor sobrevivência quando submetidos as doses do óleo de erva-doce à partir de 15 µl/0,25L, quando comparado aos demais óleos (Tabela 1). Quando os insetos foram submetidos às doses de 30, 40 e 50 µl/0,25L ocorreram eficácia na mortalidade de 91,83%, 97,95% e 100% respectivamente, indicando que essas doses exercem efeito bioinseticida, diminuindo significativamente o número de indivíduos na população de adultos de *A. obtectus*.

Ainda analisando os dados apresentados na Tabela 1, verificou-se que a partir da dose de 20 µl/0,25L a média de insetos vivos quando submetidos ao óleo de citronela foi menor que quando submetidos aos óleos de nim e moringa, mostrando, contudo, desempenho inferior ao do óleo de erva-doce. Nas doses de 30, 40 e 50 µl/0,25L do óleo de citronela obteve-se a eficácia de 58%, 69% e 80,43%, respectivamente.

A bioatividade dos óleos essenciais está relacionada com a dose e a predominância dos constituintes que atuam no sistema fisiológico dos insetos. A toxicidade dos óleos essenciais de erva-doce e citronela está relacionada à presença de monoterpenos e sesquiterpenos (ISMAN, 2006; TINKEU *et al*, 2004), os quais realizam atividades biológicas contra insetos (LEE *et al.*, 1997). Acredita-se que quando expostos aos óleos avaliados, nas concentrações sugeridas, ocorre o efeito *know down*, choque provocado no inseto que o incapacita de se locomover e que posteriormente ocasiona a morte (PRATES e SANTOS, 2000).

Pesquisas de controle de insetos-praga de grãos de milho armazenados por produtos naturais foram realizados por Restello (2009) que avaliou a atividade inseticida por fumigação do óleo essencial de *Tagetes patula* sobre *Sitophilus zeamais*. Em concentrações de 30 a 50 µl ocorreu mortalidade de 100% dos insetos adultos.

Outro estudo realizado por Ko e Chandrapatya (2009) evidenciou que o óleo de *Litsea cubeba* diluído em etanol nas concentrações de 0,5, 1, 1,5 e 2% demonstrou toxicidade a *S. zeamais* por contato e por fumigação. Resultados obtidos por Lu e Wu (2010), por sua vez, mostraram que o óleo da casca de *Ailanthus altissima* da família da

Simaroubaceae, possuía alta atividade fumigante contra adultos de *Oryzaephilus surinamensis* e *Sithophilus oryzae*. Observou-se que aplicando o óleo da casca de *Ailanthus altissima* 1 ml em 10g de trigo, apresentaram mortalidades respectivas de 99,3 e 81,9% dos insetos em 24 horas.

Magalis *et al.* (2008) verificaram que os óleos essenciais de *Thymus vulgares* e *Eucalyptus globulus* foram tóxicos para *S. zeamais* apresentando mortalidade de 55% e 100%, respectivamente, quando aplicado a dose de 8µl/L de ar em 96h, e que a mesma dose de *Laurelia sempervirens* e de *Gomortega keule* foi requerida para 100% de mortalidade de *A. obtectus*.

No presente estudo, verificou-se que os óleos de moringa e nim não foram eficazes na mortalidade dos adultos de *A. obtectus* pelo método utilizado, e isso pode ter ocorrido devido a menor presença ou ausência de compostos voláteis. O tempo de exposição de 24h pode não ter sido suficiente para que ocorresse a volatilização dos constituintes bioativos.

Tabela 1. Valores médios de insetos vivos de *A. obtectus* submetidos a óleos vegetais em teste sem chance de escolha

Tratamento	Doses (µl/0,25L)								Efeito
	0	5	10	15	20	30	40	50	
Erva-doce	19,60c	18,80b	16,20a	3,80a	6,20 ^a	1,60a	0,40 ^a	0,00a	Quadrático ^a
Citronela	18,40b	16,60a	14,00a	13,20b	12,00b	11,40b	7,60b	3,60b	Linear ^b
Nim	19,20ab	19,40b	19,40b	19,80c	20,00d	20,00c	18,20c	19,80c	Ns
Moringa	16,80a	18,40ab	16,00a	15,40b	16,60c	17,60c	18,20c	19,00c	Linear ^c
P	0,0001	0,0443	0,0052	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-
CV (%)	3,82	8,01	12,20	17,93	18,25	17,63	19,63	15,99	-

*Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan. a) $y=21,0357-0,8768x+0,0089x^2$ ($R^2=0,91$); b) $y=17,8666-0,2680x$ ($R^2=0,94$); c) $y=16,0380+0,0530x$ ($R^2=0,30$). Ns= não significativo.

Para comparar o efeito das doses dos óleos sobre o número de insetos vivos foi realizada a análise de regressão linear, como pode ser observado na Figura 5, ajustando-se os modelos lineares para os óleos de moringa (OM) e citronela (OC), enquanto que para o óleo de erva-doce (OED), houve ajuste quadrático. No entanto, para o óleo de nim (ON) não houve ajuste de nenhum modelo de regressão, sendo os dados representados como média.

Quando aplicou OC houve decréscimo no número de insetos vivos, correspondente a 300%, considerando-se o aumento na dose da menor para maior quantidade aplicada (Figura 5). Para as doses aplicadas com OM, não houve decréscimo no número de insetos vivos e que a sobrevivência aumentou 16,55%. Isto ocorreu devido a maior mortalidade na testemunha que nas demais doses. Para as doses aplicadas com erva-doce pode-se observar que o número de insetos vivos decresceram chegando à mortalidade de 100% na dose aproximada de 40 μ L/0,25L.

Os óleos mais eficientes como pode ser observado foi de erva-doce e citronela, a toxidade destes óleos essenciais podem estar relacionada à presença de monoterpenos e sesquiterpenos e pelos compostos aromáticos de baixo peso molecular (KNAAK e FIUSA, 2010; NGAMO *et al*, 2007; ISMAN, 2006). Bruneton (1999) relacionou os gêneros botânicos que produzem substância que constituem os óleos essenciais são distribuídos em um número limitados de famílias, dentre as quais citam Apiaceae e Poaceae, nas quais erva-doce e citronela fazem parte, respectivamente.

Acredita-se que quando expostos aos óleos avaliados, nas concentrações sugeridas, ocorreu o efeito *know down*, choque provocado nos insetos que os incapacitam de se locomover e que posteriormente ocasiona a morte (PRATES e SANTOS, 2000).

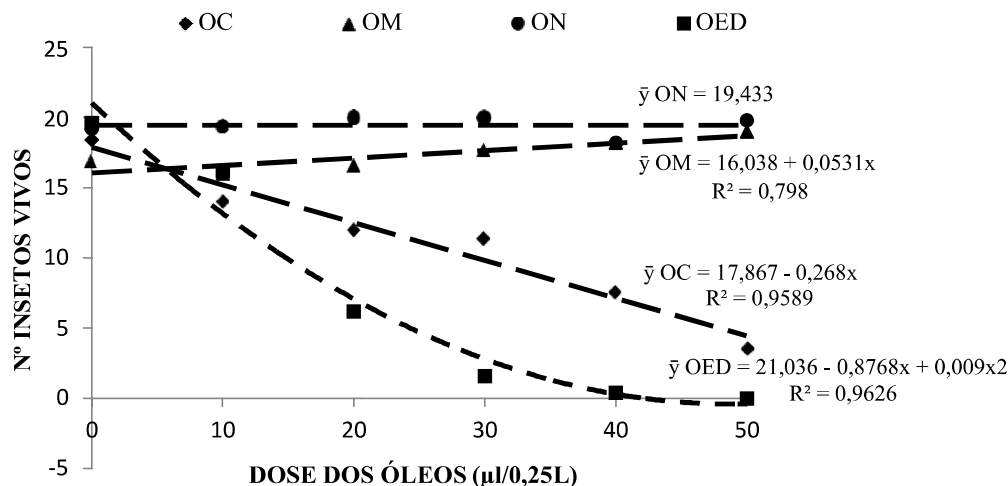


Figura 5. Gráfico da análise de regressão linear das doses dos óleos de erva-doce *F. vulgare* (OED), citronela *C. winterianus* (OC), moringa *M. oleifera* (OM) e nim *A. indica* (ON) sob a mortalidade de adultos de *A. obtectus*.

Quando os grãos de feijão macassar foram tratados com os óleos de erva-doce e citronela obtiveram resultados significativos na mortalidade de adultos de *C. maculatus* (Tabela 2). O óleo de erva-doce nas doses de 30, 40 e 50 $\mu\text{l}/0,25\text{L}$ apresentaram a eficácia de 90,81%, 86,73% e 81,63%, respectivamente. Já para o óleo de citronela as mesmas doses proporcionaram 76,04%, 71,87% e 73,95% de eficácia. Tais resultados mostram que os citados óleos exercem efeito insetida sobre a espécie estudada. Resultados semelhantes com o óleo de erva-doce foram encontrados por Gusmão *et al.*, (2013) que testaram os óleos essenciais de *F. vulgare*, *Eucalyptus citriadora*, *Eucalyptus staigeriana*, *C. winterianus* sobre *C. maculatus* e observaram que o mais tóxico foi de *F. vulgare*, seguido pelo *E. citriadora*, *E. staigeriana* e *C. winterianus* nas concentrações entre 2,58 a 7,85ml/L.

As doses avaliadas com os óleos de nim e moringa não foram satisfatórias para o controle de *C. maculatus* utilizando o método de fumigação. Resultados semelhantes foram observados neste trabalho para a outra espécie estudada *A. obtectus*. Entretanto, o método de contato direto dos insetos com estes óleos pode ser o mais indicado para o controle dos mesmos, como mostrou o estudo de Ilesanmi e Gungula (2010) que observaram que o óleo puro de nim nas concentrações de 0,5, 1,0 e 1,5ml/200g de grãos e na mistura com o óleo de moringa na proporção de 1:1, 1:2 e 1:3 diminuíram a oviposição e a emergência dos insetos.

Tabela 2. Valores médios de insetos vivos de *C. maculatus* submetidos a óleos vegetais em teste sem chance de escolha

Tratamento	Doses (ul/0,25L)								Efeito
	0	5	10	15	20	30	40	50	
Erva-doce	19,60 b	17,60 a	18,20 b	13,80 b	16,60 b	1,80 a	2,60 a	3,60 a	Linear ^a
Citronela	19,20 b	17,60 a	14,40 a	11,60 a	8,20 a	4,60 b	5,40 b	5,00 a	Quadrático ^b
Nim	17,60 a	17,40 a	18,00 b	17,60 c	17,80 b	18,60 c	18,60 c	18,80 c	Linear ^c
Moringa	18,80 b	19,80 b	18,80 b	20,00 d	19,60 c	17,00 c	15,40 d	15,80 b	Linear ^d
P	0,0126	0,0708	0,0535	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-
CV(%)	4,61	8,33	14,46	8,58	8,51	11,46	19,46	17,44	-

*Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan. a) $y=20,5142 - 0,4048x$ ($R^2=0,80$); b) $y=19,700 - 0,7367x + 0,0089x^2$ ($R^2=0,84$); c) $y=17,6190 + 0,0245x$ ($R^2=0,78$); d) $y=19,5523 - 0,0794x$ ($R^2=0,60$). Quad.=efeito quadrático

Na Figura 6 está representado o gráfico da análise de regressão linear para os óleos de citronela, erva-doce, moringa e nim para a espécie *C. maculatus*. As doses aplicadas de óleo de citronela (OC) ajustaram-se ao modelo quadrático, enquanto que os óleos de erva-doce (OED), moringa (OM) e nim (ON) o ajuste foi ao modelo linear.

Verificou-se que ao aplicar OC, houve um decréscimo no número de indivíduos de *C. maculatus* na dose de 41,39 µl/0,25L, correspondente a 4,0068% de insetos vivos. Quando aplicou as doses com OM verificou-se uma discreta diminuição no número de insetos vivos na ordem de 25,48%.

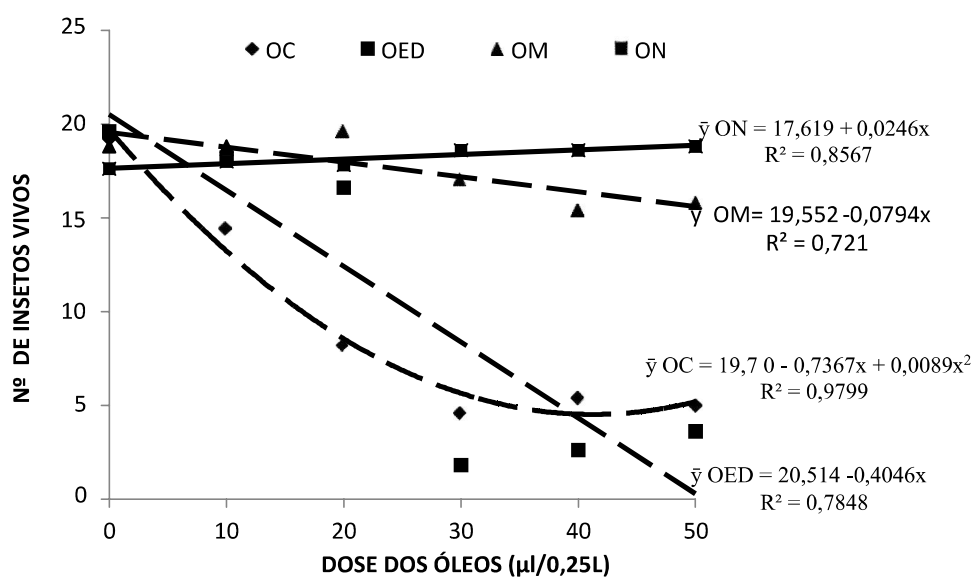


Figura 6. Gráfico da análise de regressão linear das doses dos óleos de erva-doce *F. vulgare* (OED), citronela *C. winterianus* (OC), moringa *M. oleifera* (OM) e nim *A. indica* (ON) sob a mortalidade de adultos de *C. maculatus*.

4.2. Teste com chance de escolha

De acordo com os resultados da ANOVA (Tabela 3), a repelência de insetos adultos vivos de *C. maculatus* aos óleos vegetais de erva-doce, citronela, nim e moringa não foi significativa entre os óleos e as doses avaliadas ($P < 0,05$). Já em relação à atratividade constatou-se diferença significativa para os óleos ($F=57,55$; $P = < 0,0001$) e entre as interações óleo x dose ($F = 2,42$; $P = 0,0237$).

Tabela 3. Resultados da ANOVA para a atratividade, repelência e sem resposta dos insetos vivos de *C. maculatus* aos óleos vegetais de erva-doce, citronela, nim e moringa

Variação	GL	Quadrado médio	F	P
Atratividade				
Óleo	3	1.244,521	57,55**	< .0001
Dose	3	16,688	0,77ns	0,5156
Óleo x Dose	9	52,256	2,42*	0,0237
Repelência				
Óleo	3	811,3906	39,61ns	0,1153
Dose	3	78,3073	3,82ns	0,3189
Óleo x Dose	9	13,8906	0,68ns	0,8557
Sem resposta				
Óleo	3	14,0625	2,38ns	0,0811
Dose	3	3,3541	0,57ns	0,6388
Óleo x Dose	9	5,4097	0,92ns	0,5196

Analisando os valores médios de insetos vivos *C. maculatus* na atratividade de óleos vegetais (Tabela 4), observou-se que houve diferença significativa em relação aos óleos e às doses. Os óleos de erva-doce e moringa demonstraram serem os mais atrativos se comparados aos óleos de citronela e nim. A atratividade destes óleos pode ser utilizada como uma substância atrativa em armadilhas entomológicas para essa espécie.

Tabela 4. Valores médios de insetos vivos de *C. maculatus* sob a atratividade de óleos vegetais em teste com chance de escolha

Dose	Óleo			
	ED	Cit	Nim	Moringa
5	22,75Aa	3,00Ab	15,75Aab	21,00Aa
10	21,25Aa	4,25Ab	13,00 Aab	23,00Aa
15	22,50Aa	3,75Ab	18,50 Aab	26,50Aa
20	14,25Aab	2,50Ab	23,25Aa	26,25Aa
X	20,18	3,87	17,62	24,18
EPM	4,20	2,50	23,25	26,25

Para o resultado sobre a repelência de insetos vivos de *C. maculatus* aos óleos vegetais (Tabela 5) constatou-se não houve diferença significativa entre os óleos. No entanto, para as doses aplicadas de óleos houve diferença significativa no óleo de erva-doce, nim e moringa na dose de 10 µl que foram os menos repelentes, o óleo de citronela foi repelente em todas as doses aplicadas.

Resultados de estudos realizados com óleos essenciais de citronela mostraram que o referido óleo apresenta forte poder repelente em relação a outros óleos. Gusmão et al. (2013) ao analisar as doses de 178,13, 298,17, 328,42 e 345,57 ppm do óleo de citronela constataram que essas concentrações provocaram repelência para *C. maculatus*. Cruz et al. (2012) ao aplicar 2% do óleo de citronela verificaram a menor média de 1,76 de repelência sobre insetos adultos de *C. maculatus* em relação aos óleos de alfazema e erva-doce. Al-Jabr (2006) verificou que o óleo de citronela a 1% provocou 100% da mortalidade de *T. castaneum* e concluiu que este óleo pode ser muito importante para o controle de insetos de grãos armazenados.

Tabela 5. Valores médios de insetos vivos de *C. maculatus* sob a repelência de óleos vegetais em teste com chance de escolha

Dose	Óleo			
	ED	Cit	Nim	Moringa
5	23,50 Aa	37,25 Aa	23,25 Aa	22,25Aa
10	26,00 Ab	41,00 Aa	29,50 Aab	23,00 Ab
15	20,00 Aa	36,25 Aa	23,25 Aa	21,50 Aa
20	25,25 Aa	34,50 Aa	21,00 Aa	19,75 Aa
X	23,69	37,25	24,25	21,62
EPM	4,86	5,87	4,32	3,32

Para os valores médios de insetos vivos de *C. maculatus* que não responderam aos estímulos dos óleos essenciais em teste com chance de escolha (Tabela 6) verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados.

Tabela 6. Valores médios de insetos vivos de *C. maculatus* que não responderam aos óleos vegetais em teste com chance de escolha

Dose	Óleo			
	ED	Cit	Nim	Moringa
5	1,25	3,00	2,50	3,50
10	1,50	2,25	3,75	2,00
15	3,00	5,00	3,75	0,50
20	1,50	5,00	3,75	3,25
X	1,81	3,81	3,43	2,31
EPM	2,22	2,89	2,28	2,11

Os resultados obtidos para o Índice de Preferência (Tabela 7) de *C. maculatus* aos óleos vegetais em feijão macassar no teste com chance de escolha, demonstraram que as doses aplicadas com o óleo de citronela foram repelentes aos adultos de *C. maculatus*. As doses testadas dos óleos de erva-doce e nim foram todas neutras, e o óleo

de moringa nas doses de 5 a 15 μl teve efeito de neutralidade enquanto que a dose de 20 μl foi atrativo aos adultos de *C. maculatus*.

Procópio et al., (2003) estudando o efeito repelente do pó de várias espécies vegetais, constataram que o pó das folhas de *Eucalyptus citriadora* provocou repelência sobre adultos de *S. zeamais* apresentando o I.P. = -0,81. Resultado semelhante foi encontrado neste trabalho com o óleo de citronela na dose de 10 μl que obteve o I.P. = -0,80. Segundo Coitinho (2006) a ação repelente é um aspecto importante a ser considerada no controle de insetos-praga de produtos armazenados, pois quanto maior a repelência menor será a infestação, reduzindo ou suprimindo a postura e, consequentemente, menor número de insetos emergidos.

Tabela 7. Índice e Classificação de Preferência de *C. maculatus* aos óleos vegetais em feijão macassar no teste com chance de escolha

Óleo	Dose (μl)	I.P.	Classificação
Erva-doce	5	-0,0155	Neutro
Erva-doce	10	-0,0937	Neutro
Erva-doce	15	0,1075	Neutro
Erva-doce	20	-0,0729	Neutro
Citronela	5	-0,7527	Repelente
Citronela	10	-0,8000	Repelente
Citronela	15	-0,7257	Repelente
Citronela	20	-0,6491	Repelente
Nim	5	-0,1628	Repelente
Nim	10	-0,3297	Repelente
Nim	15	-0,0971	Neutro
Nim	20	0,0819	Neutro
Moringa	5	-0,0113	Neutro
Moringa	10	0,0000	Neutro
Moringa	15	0,0918	Neutro
Moringa	20	0,1398	Atraente

I.P.: Índice de Preferência.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo obtiveram-se as seguintes conclusões:

- Os óleos essenciais foram mais eficazes que os óleos fixos no controle dos adultos de *A. obtectus* e *C. maculatus* nos testes sem chance de escolha e com chance de escolha.
- Os óleos de erva-doce e citronela nas doses de 30, 40 e 50 µl/0,25L de ar foram mais eficazes no controle de adultos de *A. obtectus* e *C. maculatus* no teste sem chance de escolha;
- No teste com chance de escolha o óleo de citronela foi o mais repelente aos insetos adultos de *C. maculatus*, e os óleos de erva-doce, nim e moringa não exerceram efeito sobre a escolha dos insetos.
- Os óleos essenciais de erva-doce e citronela apresentam efeito bioinseticida sobre *C. maculatus* e *A. obtectus* por fumigação; o óleo de citronela proporciona repelência para os insetos adultos de *C. maculatus*.

6. REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiness of an insecticide. **Journal of the American Mosquito Control Association**, vol.3, n.2, p.302-303, 1987.

ADENEKAN, M. O.; OKPEZE, V. E.; OGUNTADE, M. I. Evaluation of *Moringa oleifera* powders for the control of bruchids beetles during storage. **International Journal of Agricultural Policy and Research**, v.10, n.10, p.305-310, 2013.

AKHILA, A. Biosynthesis of monoterpenes in *Cymbopogon winterianus*. **Phytochemistry**, v. 29, n. 2, p. 421-424, 1986.

AL-JABR, A. M. Toxicity and Repellency of Seven Plant Essential Oils to *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)**, v. 7, n.1, p. 49-60, 2006.

ALMEIDA, F .A. C.; CAVALCANTI, M. F. B.S.; SANTOS, J.F.; GOMES, J.P.; BARROS NETO, J.J.S. Viabilidade de sementes de feijão macassar tratadas com extrato vegetal e acondicionadas em dois tipos de embalagens. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n.2, p, 345-351, 2009.

ALMEIDA, S. A.; ALMEIDA, F. A. C.; SANTOS, N. R.; ARAÚJO, M. E. R.; RODRIGUES, J. P. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: bruchidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 67-70, 2004.

ALTIERE, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª Ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS-PTA, 2012, 400p.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; SOBRINHOS, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. S.; ROCHA, M. M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão-caupi**. Embrapa Meio Norte, 2003. Disponível: <<http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/feijão/feijão-caupi/importância.html>>. Acesso: 25 de Novembro de 2013.

ANVISA- Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 4p.

ARRUDA, F. P.; BATISTA, J. L. Efeito da luz, de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Caatinga**, v.11, p.53-57, 1998.

ASAWALAM, E. F.; EMOSAIRUE, S. O.; HASSANALI, A. Essential oil of *Ocimum grattissimum* (Labiatae) as *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) protectant. **African Journal of Biotechnology**, v.7, n.20, p.3771-3776, 2008.

ASTOLFI, V.; BORGES, R. L.; RESTELLO, R. M.; MOSSI, A. J.; CANSIAN, R. L. Estudo do efeito repelente e inseticida do óleo essencial das cascas de *Citrus sinensis* L. Osbeck no controle de *Sitophilus zeamais* Mots em grãos de milho (*Zea mays* L.). In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, 2007.

ATHIÉ, I; DE PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. São Paulo: Livraria Varela, 2ª ed., 2002.

BAVARESCO, A. Avaliação de tratamentos alternativos para o controle de *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.2, p.125-133, 2007.

BARRETO, M. B.; FREITAS, J. V. B.; SILVEIRA, E. R. BEZERRA, A. M. E.; NUNES, E. P.; GRAMOSA, N. V. Constituintes químicos voláteis e não voláteis de *Moringa oleifera* Lam. Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, n.4, p.893-897, 2009.

BRUNETON, J. **Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants: Essential Oils**. New York, Lavoisier Publishing, 1999. 1119 p.

BUKEJS, A. Beetles (Coleoptera) and Coleopterologist. Foto disponível em: <http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/acaobtab.htm>. Acesso em: 17/03/2014.

CAMPOS, F.; LOPES, A.; FREIRE FILHO, F.R.; QUEIROZ, V. Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp): uma proposta de escala de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**, v.5, n.2, p.110-116, 2000.

CHAUBEY, M. K. Insecticidal activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) essential oils

against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Agricultural Research**, v.2, n. 11, p.596-600, 2007.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM-JÚNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Atividade inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v.19, n.2, p. 176-182, 2006.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM-JÚNIOR, 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.

CORDEIRO, L. G.; BEZERRA, F. M. L.; SANTOS, J. J. A.; MIRANDA, E. P. Fator de sensibilidade ao déficit hídrico da cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 153-157, 1998.

COSTA, A. F. **Farmacognosia**. 4 ed., Lisboa: Fundação Calouste Gubenkian, 1994.

CRUZ, C. S. A.; PEREIRA, E. R. L.; SILVA, L. M. M.; MEDEIROS, M. B.; GOMES, J. P. Repelência do *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) sobre grãos de feijão caupi tratado com óleos vegetais. **Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, v.7, n.3, p. 01-05, 2012.

CURADO, F. F.; NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M.; OLIVEIRA, I. R.; RODRIGUES, R. F. A. **Experimentação participativa na produção de erva-doce (*Foeniculum Vulgare* Mill.) em bases ecológicas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 19 p.

DUBEY, N. K.; SRIVASTAVA, B.; KUMAR, A. Current status of plant products as botanical pesticides in storage pest management. **Journal of Biopesticide**, v. 1, n.2, p. 182-186, 2008.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio- Norte, 2011. 84p.

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

GOVINDACHARI, T. R. Chemical and biological investigations on *Azadirachta indica* (the neem tree). **Current Science**, v.63, n.3, 1992.

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

HO, S. H.; KOH, L.; MA, Y.; HUANG, Y.; SIM, K.Y. The oil of garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, n.1, p. 41-48, 1996.

HOWE R.W.; CURRIE, J.E. Some Laboratory Observations on the Rates of Development, Mortality and Oviposition of Several Species of Bruchidae Breeding in Stored Pulses. **Bulletin of Entomological Research**. v.55, p. 437-477, 1964.

ILESANMI, J.O.; GUNGULA, D.T. Preservation of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) grains against cowpea bruchids (*Callosobruchus maculatus*) using Neem and Moringa seeds oils. **International Journal of Agronomy**, v.2010, 2011.

ISMAN M. B.; KOUL O.; LUCZYNSKI A.; KAMINSKI, J. Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. **Journal of Agricultural And Food Chemistry**, v.38, n.6, p.1406-1411, 1990.

ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulatory world. **Annual Review of Entomology**, v.51, p. 45-66, 2006.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução a taxonomia vegetal**. 5. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

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

KANG, X. H. T. Effects of *Cymbopogon winterianus* oil on two stored grain insect adults [J]. **Grain storage**, v.3, p.006, 2008.

KARADI, R.V.; GADGE, N. B.; ALAGAWADI, K. R.; SAVADI, R. V. Effect of *Moringa oleifera* Lam. Root wood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, p. 306-311, 2006.

KASATKIN, D. G. Beetles (Coleoptera) and Coleopterologist. Foto disponível em: <http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/calmack.htm>. Acesso em: 17/03/2014.

KÉÏTA, S. M.; VICENT, C. SCHIMIT, J.; RAMASWAMY, S.; BÉLANGER, A. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.355-364, 2000.

KIM, D. H.; AHN, Y. J. Contact and fumigant activities of constituents of *Foeniculum vulgare* fruit against three coleopteran stored-product insects. **Pest Management Science**, v.57, n.3, p. 301-306, 2001.

KIM, S.; PARK, C.; OHH, M.; CHO, H.; AHH, Y. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oil against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.11-19, 2003.

KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Potencial de óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microorganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 5, n. 2, p. 120-132, 2010.

KO, K.; J. W.; CHANDRAPATYA, A. Repellency, fumigant and contact toxicities of *Litsea cubeba* (Lour) Persoon against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Kasetsart Journal** (Nat. Science), v. 43, p. 56-63, 2009.

LABINAS, A. M.; CROCOMO, W. B. Effect of java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p. 1401-1405, 2002.

LAGUNES, T. A.; RODRÍGUEZ, H. C. **Los extractos acuosos vegetales con actividad insecticida: el combate de la conchuela del frijol**. Tezcoco, USAIDCONACYT- SME-CP, p. 57, 1992.

LEE, M. H.; NISHIMOTO, S.; YANG, L. L.; YEN, N. Y.; HATANO, T. YOSHIDA, T.; OKUDA, T. Two macrocyclic hydrolysable tannin dimmers from *Eugenia uniflora*. **Phytochemistry**, v.44, n.7, p.1343-1349, 1997.

LOPES, K. P.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B.; SOUZA, A. P. Produtos naturais e fosfato de alumínio no tratamento de sementes de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) armazenadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 109-117, 2000.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª Ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008, 576p.

LU, J.; WU, S. Bioactivity of essential oil from *Ailanthus altissima* bark against 4 major stored-grain insects. **African Journal of Microbiology Research**, v. 4, n. 3, p. 154-157, 2010.

MATOS, F.J.A. **Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades**. 4ª ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, SEBRAE/CE, 2002.

MATTOS, S. H. **Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes como produtora de mentol no Ceará**. 2000.. Tese (Doutorado em fitotecnia), Universidade Federal do Ceará- UFC, Fortaleza. 98f.

MORDUE (Luntz) A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from de Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p.615-632, 2000.

MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal Insect of Physiology**, Exeter, v. 39, p. 903-924, 1993.

MOSSINI, S. A.G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. JUSS.): múltiplos usos. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 139-148, 2005.

NAGMO, T. L. S.; GOUDOUM, A.; NGASSOUM, M. B.; MAPONGMETSSEN; LOGNAY, G.; MALAISSE, F.; HANCE, T. Chronic toxicity of essential oils of 3 local aromatic plants towards *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae). **African Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 4, p.164-167, 2007.

NEVES, E.J.M.; CARPANEZZI, A. A. **O cultivo do nim para a produção de frutos no Brasil**. Colombo, Embrapa Florestas, Circular Técnica, 162, p.1-8, 2008.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica Brasil**, v. 28, n. 3, p. 549-555, 1999.

OLIVEIRA, S. S. M.; JOSE, V. L. A. **Dossiê técnico, processos de extração de óleos essenciais**. Instituto de Tecnologia do Paraná. Serviço Brasileiro de Respostas técnicas, 2007.

OWUSU, E. O. Effect of some Ghanaian plant component on control of two stored-product insect pests of cereals. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, p. 85-91, 2000.

PEREIRA, A. C. R.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM-JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A.G. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR. 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 717-724, 2008.

PEREIRA, P.R.V.S. **Principais insetos que atacam grãos armazenados**. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMazenados, 1993, Passo Fundo, RS. Anais... Passo Fundo: Embrapa-CNPT. p. 104-116, 1993

PINHEIRO, P. F.; QUEIROZ, V. T.; RONDELLI, V. M.; COSTA, A. V.; MARCELINO, T. P.; PRATISSOLI, D. Insecticidal activity of citronela Grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 2, p.138-144, 2013.

PRABHU, K.; MURUGAN, K.; NARESHKUMAR, A.; RAMASUBRAMANIAN, N.; BRAGADEESWARAN, S. Larvicidal and repellent potential of *Moringa oleifera* against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 1, n. 2 ,p. 124-129, 2011.

PRATES, H. T; SANTOS, J. P.. 2000. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (eds.) **Armazenagem de Grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 1000 p.

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

RAMACHANDRAN, C.; PETER, K. V.; GOPALAKRISHNAN, P. K. Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. **Economic Botany**, v. 34, n. 3, p. 276-283, 1980.

RANA, I. S.; RANA, A. S. Efficacy of essential oils aromatic plants as larvicide for the management of filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) with special reference to *Foeniculum vulgare*. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v. 3, p. 184-189, 2012.

RANJENDRAN, S.; SRIRANJINI, V. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of stored Products Research**, v. 44, n. 2, p. 126-135, 2008.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 1, n. 2, p. 43-50, 2001.

RUEDELL, J. LINK, D.; FEDERIZZI, L. C. Germinação de sementes de feijão danificadas por larvas de *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Revista Centro de Ciências Rurais**, v. 4, n. 4, p. 389-392, 1974.

SAITO, M. L.; SCRAMIN, S. **Plantas aromáticas e seu uso na agricultura**. Jaguaraúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 48p.

SANTOS, J. F. Produtividade de cultivares de feijão-caupi no Agreste Paraibano. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 4, p. 31-36, 2013.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide. Sas Institute, Cary, NC, 2013.

SCHMUTTERER, H. Potencial of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, v. 34, n. 7, p. 713-719, 1988.

SECK, D.; SIDIBÉ, R.; HAUBRUGE, E.; HEMPTINNE, I.; GASPAR, C. La protection chimique des stocks de niébé et de maïs contre les insectes au Sénégal. **Medelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gen**, [S.l.], p. 1225-1234, 1991.

SILVA, P. S .L.; OLIVEIRA, C. N. Rendimentos de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 2, p 133-135, 1993.

SIMIC, A.; RANCIC, A.; SOKOVIC, M. D.; RISTIC, M.; GRUJIC-JOVANOVIC, S.; VUKOJEVIC, J.; MARIN, P. D. Essential oil composition of *Cymbopogon winterianus*

and *Carum carvi* and their antimicrobial activities. **Pharmaceutical Biology**, v. 46, n.6, p. 437-441, 2008.

SOUSA, A. H.; MARACAJÁ, P. B.; SILVA, R. M. A.; MOURA, A. M. N.; ANDRADE, W. G. Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in caupi bean and seed physiological analysis. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 5, n. 2, 2005.

TAGHIZADEH-SAROUKOLAI, A., MOHARRAMIPOUR, S.; MESHKAT ALSADAT, M. H. Insecticidal properties of *Thymus persicus* essential oil against *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. **Journal of Pest Science**, 83: 3-8, 2010.

TANZUBIL, P. B. Control of some insect pests of cowpea (*Vigna unguiculata*) with neem (*Azadirachta indica*) in Northern Ghana. **Tropical Pest Management**, Basingstoke, v. 37, p. 216–217, 1991.

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**, v. 69, n. 3, p. 145–147, 2004.

TINOCO, M. T.; MARTINS, M. R.; CRUZ-MORAIS, J. Atividade antimicrobiana do óleo essencial do *Foeniculum vulgare* Miller. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 448-454, 2007.

VENDRAMIM, J. D. **Plantas Inseticidas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. Resumos Salvador: SEB, p. 10, 1997.

VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; ANDREI, C. C. Plantas inseticidas. In: **Farmacognosia da planta ao medicamento**. São Carlos: EduFSCAR, 176 p. 2003.

WANDERLEY, P. A.; MARÇAL, L. **Relatório anual de pesquisa do projeto erva-doce**. Bananeiras, PB: UFPB-ASPTA, 1998. 12p. (Relatório de pesquisa).