

SARA SAMANTA DA SILVA BRITO

**MANEJO DE COLEÓPTEROS-PRAGA DE FEIJÃO ARMAZENADO COM
ÓLEOS ESSENCIAIS**

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO – 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

MANEJO DE COLEÓPTEROS-PRAGA DE FEIJÃO ARMAZENADO COM
ÓLEOS ESSENCIAIS

SARA SAMANTA DA SILVA BRITO

SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR
CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Produção agrícola, para obtenção do título de *Mestre*.

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO – 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

MANEJO DE COLEÓPTEROS-PRAGA DE FEIJÃO ARMAZENADO COM
ÓLEOS ESSENCIAIS

SARA SAMANTA DA SILVA BRITO

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO - 2014

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

B862m Brito, Sara Samanta da Silva
Manejo de coleópteros-praga de feijão armazenado com
óleos essenciais / Sara Samanta da Silva Brito. _Garanhuns,
2014.

99f

Orientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira
Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade
Acadêmica de Garanhuns,2014.

Inclui Referências

CDD: 635.631

1. Feijão – Pragas - Manejo
 2. Coleópteros-praga
 3. Óleos essenciais - Feijão
- I. Oliveira, Carlos Romero Ferreira de
II. Título

v

**MANEJO DE COLEÓPTEROS-PRAGA DE FEIJÃO ARMAZENADO COM
ÓLEOS ESSENCIAIS**

SARA SAMANTA DA SILVA BRITO

APROVADO EM: **24** DE FEVEREIRO DE 2014.

**Dr. Carlos Romero Ferreira De
Oliveira**

Prof.^o. da Universidade Federal Rural de
Pernambuco/UAST
Orientador

**Dr^a. Cláudia Helena Cysneiros Matos
De Oliveira**

Prof^a. da Universidade Federal Rural de
Pernambuco/UAST
Avaliadora

Dr. César Auguste Badji

Prof.^o. da Universidade Federal Rural de
Pernambuco/UAG
Avaliador

Dr. Alberto Belo Esteves Filho

Pesquisador da UFRPE /PPGEA
Pós-doutor Júnior do CNPq
Avaliador

Dedicatória

Aos meus Pais.

À minha família, em especial à minha Avó Nazaré.

**Rezo,
para que Deus dê saúde
a todos os meus inimigos
para que de pé assistam
a minha vitória!!**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS pela vida e por ter me ajudado a concluir mais esta etapa da minha vida;

Aos meus pais Maria José e Pedro e minha irmã Maiara que foram à base de tudo;

À minha Avó Nazaré que mais uma vez esteve presente me ajudando de todas as formas possíveis principalmente com seu imenso amor e carinho;

Aos meus Tios Luiza e Nilton que me ajudaram principalmente com sua grande experiência de vida, bons conselhos e amor repassados como se fosse para um dos seus filhos;

Meu cunhado querido, Silvano, pelo carinho, paciência, conselhos e companhia;

À minha família que me deu força em todos os momentos;

Aos meus orientadores Prof^o Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira e Prof^a Dr^a. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira pela orientação, bons conselhos, incentivo e paciência nesses sete anos;

À todos os estagiários do laboratório de Entomologia/Ecologia da UAST, em especial a Clécia, Taciana, Yasmin e Philipe.

As minhas companheiras Cilene, Suely e Talyta que me acolheram de braços abertos, me ajudaram sempre que precisei com toda boa vontade e paciência, juntas conseguimos quebrar todas as barreiras, vencer todas as dificuldades e chegamos até aqui, ficarão pra sempre na minha vida!

Aos técnicos dos laboratórios de Química e Biologia da UAST, Danilo, Anderson, Tony e José Ailton pela ajuda e pela paciência nas nossas experiências! E a professora Andréa Bandeira pelo auxílio inicial.

Ao Prof. Dr. André Laurênio de Melo do Departamento de Biologia da UAST/UFRPE/Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA), pela identificação das espécies.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola e a Unidade Acadêmica de Serra Talhada pelo suporte físico e financeiro para execução desta pesquisa;

À FACEPE pelo apoio financeiro à pesquisa e pela bolsa concedida;

À todos que direta e indiretamente me ajudaram a concluir este trabalho.

Muito obrigada!

BIOGRAFIA

SARA SAMANTA DA SILVA BRITO (BRITO, S.S.S.) nasceu em Petrolina-PE. Filha de Maria José da Silva Brito e Pedro Brito Cavalcanti Filho.

Em 2007, ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, graduando-se em Março de 2012.

Em março de 2012 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns; sob orientação do Professor Doutor Carlos Romero Ferreira de Oliveira.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	01
GENERAL ABSTRACT	02
INTRODUÇÃO GERAL	03
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	06

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae) EM FEIJÃO CAUPI ARMAZENADO

RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 CRIAÇÃO DE <i>Callosobruchus maculatus</i>	16
2.2 ELIMINAÇÃO DA INFESTAÇÃO E EQUILÍBRIO DA UMIDADE DOS GRÃOS	17
2.3 PLANTAS E ÓLEOS ESSENCIAIS UTILIZADOS	17
2.4 TESTES DE TOXICIDADE POR FUMIGAÇÃO	20
2.5 EFEITO REPELENTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS	20
2.6 EFEITO RESIDUAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4. CONCLUSÕES	28
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

CAPÍTULO II

ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) EM FEIJÃO COMUM ARMAZENADO

RESUMO	43
ABSTRACT	44
1. INTRODUÇÃO	45
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 CRIAÇÃO DE <i>Zabrotes subfasciatus</i>	46
2.2 ELIMINAÇÃO DA INFESTAÇÃO E EQUILÍBRIO DA UMIDADE DOS GRÃOS	47
2.3 PLANTAS E ÓLEOS ESSENCIAIS UTILIZADOS	47
2.4 TESTES DE TOXICIDADE POR FUMIGAÇÃO	50
2.5 EFEITO REPELENTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS	50
2.6 EFEITO RESIDUAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS	52
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4. CONCLUSÕES	57
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

CAPÍTULO III

VIABILIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS

RESUMO	70
ABSTRACT	71

1. INTRODUÇÃO	72
2. MATERIAL E MÉTODOS	74
2.1 ÓLEOS ESSENCIAIS UTILIZADOS	74
2.2 BIOENSAIOS DE GERMINAÇÃO	76
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4. CONCLUSÕES	80
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

RESUMO GERAL

Com uma grande produção de grãos de feijão no Brasil, o armazenamento adequado é de fundamental importância para evitar o ataque de pragas. Dentre as principais pragas que atacam o feijão armazenado merecem destaque *Zabrotes subfasciatus* Boh. e *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae), que se desenvolvem dentro do grão provocando danos diretos e indiretos. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de óleos essenciais para o controle destes coleópteros-praga de feijão armazenado e verificar os efeitos destes óleos sobre o potencial fisiológico das sementes de feijão caupi. Foram utilizados os óleos de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegioidorus* Baill., *Myracrodruon urundeuva* Allemão, extraídos em laboratório, e *Ocimum basilicum* L., adquirido em empresa comercial. Foram realizados testes para avaliar o efeito fumigante, repelente e residual dos óleos sobre as duas pragas e testes sobre a germinação do feijão. Para *C. maculatus* observou-se que via fumigação apenas o óleo de *O. basilicum* provocou 100% de mortalidade. Em relação ao efeito repelente os óleos de *C. pulegioidorus* e *O. basilicum* apresentaram apenas a menor dosagem classificada como neutra e as demais repelentes, e esses óleos se destacaram ocasionando altas mortalidades e, conseqüentemente, menor número de ovos e adultos emergidos. Para *Z. subfasciatus* observou-se que os óleos de *C. pulegioidorus* e *O. basilicum* provocaram 100% de mortalidade via fumigação, sendo classificados como repelentes em todas as dosagens. Para o efeito residual teve destaque o óleo de *C. pulegioidorus*. Nos experimentos de germinação o óleo de *M. urundeuva* na menor dosagem (5 µL) obteve maior porcentagem de plantas emergidas (18,75 %), não sendo observadas diferenças significativas para os demais óleos. Também não foram observadas diferenças significativas para as variáveis índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência e coeficiente de velocidade de emergência. Conclui-se que os óleos essenciais utilizados não afetam o potencial germinativo das sementes de feijão, independente da dosagem utilizada, e que *C. pulegioidorus* e *O. basilicum* são promissores para o controle de *Z. subfasciatus* e *C. maculatus*.

GENERAL ABSTRACT

With a big grain yield of beans in Brazil, proper storage is crucial to prevent pest attack. The main pests that attack stored beans noteworthy *Zabrotes subfasciatus* Boh and *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae), which develop within the grain causing direct and indirect damage. In this sense, the present work aimed to evaluate the use of essential oils for the control of these coleopteran pests of stored beans and verify the effects of these oils on seed vigor of cowpea. Oils of *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegiodorus* Baill., *M. urundeuva* Allemão extracted in the laboratory, and *Ocimum basilicum* L., purchased business company were used. Tests to evaluate the fumigant effect, repellent and residual oils on the two pests and tests on the germination of bean were performed. To *C. maculatus* observed that only the oil via spraying *O. basilicum* caused 100% mortality. In relation to the oil repellent effect *C. pulegiodorus* and *O. basilicum* showed only minor dosage classified as neutral and the other repellents, and these oils stood causing high mortality and therefore, fewer eggs and adults emerged. To be observed that *Z. subfasciatus* oils of *C. pulegiodorus* and *O. basilicum* caused 100 % mortality via fumigation and were classified as repellent at all doses. To the residual effect was highlighted oil *C. pulegiodorus*. In germination experiments oil *M. urundeuva* in lower doses (5 µL) obtained the highest percentage of emerged plants (18, 75%), no significant differences for the other oils being observed. Also no significant differences for the variables index of germination speed, speed of emergence and emergence rate coefficient were observed. We conclude that the essential oils used do not affect the seed germination of beans, regardless of dosage, and *C. pulegiodorus* and *O. basilicum* are promising for the control of bruchid *Z. subfasciatus* and *C. maculatus*.

INTRODUÇÃO GERAL

Alimento mais consumido pela população brasileira, o feijão é rico em proteínas e de vital importância para o metabolismo energético das células, pois mantém a função normal do sistema digestivo e do sistema neurológico, através da produção de vitaminas do complexo B junto com o elevado teor de ferro que contribuem para a melhor nutrição do ser humano (LEVY-COSTA et al., 2005). Atualmente o consumo de feijão pela população brasileira é de 12,7 Kg percapita/ano, sendo a escolha do tipo de feijão feita pela preferência de cada região do país, quanto à cor e ao tipo de grão (EMBRAPA Arroz e Feijão, 2013).

Dentre as variadas espécies de feijão existentes destacam-se o feijão comum, *Phaseolus vulgaris* (L.) e o feijão caupi, *Vigna unguiculata* (L.), pertencentes à família Fabaceae. O feijão *P. vulgaris* destaca-se com maior expressão econômica dentre as cinco mais cultivadas no mundo, sendo o Brasil classificado como o maior produtor e consumidor mundial. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a área total de feijão comum, na safra 2013/2014, poderá chegar a 3,16 milhões de hectares, o que significa 1,3% maior que a safra passada. As projeções indicam que a produção nacional alcançará 3,31 milhões de toneladas, o equivalente a um aumento de 16,9% em relação à última safra. Por outro lado, o feijão caupi *V. unguiculata* também possui importância devido ao baixo custo na sua produção, ciclo curto e muita rusticidade tornando-o uma cultura muito cultivada por pequenos agricultores, que conseguem produzir com baixa utilização de insumos agrícolas. É uma planta anual herbácea, largamente distribuída no mundo principalmente nas regiões tropicais e semi-tropicais, sendo a leguminosa de grãos mais cultivada no semiárido brasileiro (ALMEIDA et al., 2009).

Devido à grande produção de grãos o armazenamento adequado é de fundamental importância para evitar perdas, preservando-os de infestações com pragas e patógenos (RESENDE et al., 2008). Geralmente este armazenamento ocorre no próprio local de distribuição, e é neste período que os grãos estão mais vulneráveis ao ataque de insetos-praga, influenciados pelo alto teor de umidade e presença de impurezas (SOUSA et al., 2008; LOPES et al., 2000; TAVARES, 2012).

Existem várias espécies de insetos que podem atacar o feijão, e as principais são *Zabrotes subfasciatus* Boh. e *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). Os adultos de *Z. subfasciatus* medem de 1,8 a 2,5 mm de comprimento, apresentam cor castanho escura e os élitros, quando estão em repouso, deixam à mostra o pígidio. As fêmeas são maiores que os machos e apresentam manchas de cor creme nos élitros, enquanto os machos são inteiramente pardos e menores. Os adultos de *C. maculatus* são de coloração escura, com cabeça, tórax e abdome pretos, apresentando élitros estriados e pubescência no tórax. Distinguem-se por apresentar três manchas mais escuras nos élitros, de tamanhos diferentes (GALLO et al., 2002).

Estes coleópteros são classificados como pragas primárias internas, ou seja, são capazes de danificar o grão íntegro e suas larvas se desenvolvem dentro do grão. Devido a características específicas destes coleópteros, como elevado potencial biótico, infestação cruzada e polifagia, a infestação dos grãos armazenados é favorecida. Provocando assim danos diretos, como o consumo e a contaminação da massa de grãos, e indiretos, como aquecimento da massa de grãos, disseminação de microrganismos e a redução da taxa de germinação, causada por efeitos inibitórios que são frequentemente associados à alelopatia; processo pelo qual as plantas liberam no ambiente metabólitos produzidos por elas e que interferem no desenvolvimento de outros sistemas biológicos seja de forma positiva ou negativa (MARASCHIN-SILVA, 2006; MAIRESSE, 2007; FAROOQ, 2011). Além disso desvalorizam o produto devido a presença de insetos mortos, fezes e orifícios de emergência de adultos (MINNEY et al., 1990; YOKOYAMA, 1996).

Por esta razão, são utilizadas diversas práticas para o controle dessas pragas, tais como: higienização e limpeza da instalação, controle biológico, radiação ionizante, atmosfera controlada, pós inertes, inseticidas químicos e inseticidas de origem vegetal, como os óleos essenciais (GUSMÃO et al., 2013). A mais utilizada é o uso de produtos químicos, porém o uso excessivo destes produtos causa diversos efeitos colaterais e traz grandes problemas para a agricultura, como a existência de populações resistentes de insetos-praga aos princípios ativos, contaminação dos alimentos, assim como contaminação humana e do meio ambiente, surgindo assim a procura por produtos sustentáveis para o controle com a utilização de substâncias de origem vegetal.

A utilização de óleos essenciais surgiu no Oriente, tendo centros de produção em vários países como Síria, Índia e Egito. Surgiram várias destilarias de óleos essenciais no mundo, mas foi depois do surgimento da química fina que a atividade tomou impulso e permitiu a manipulação e criação de produtos com os óleos (DE LA ROSA et al., 2010; SAROYA, 2010). Os compostos isolados são retirados de óleos que contém uma alta porcentagem de um composto, e esses componentes afetam diretamente a qualidade e o valor comercial do óleo bruto, mostrando as várias possibilidades de uso (JEMÂA et al., 2012).

Óleos essenciais são definidos como um grupo de substâncias naturais de poder aromatizante variável e composição complexa, obtidos mediante diversos processos e extraídos de diferentes partes das plantas, como flores, folhas, frutos, sementes, raízes e até tubérculos (KNAAK & FIUZA, 2010; BAKKALI et al., 2008; AMARAL, 2004). Estes ocorrem em estruturas secretoras especializadas que diferem de acordo com a família de cada planta, como pelos glandulares em Lamiaceae; células parenquimáticas diferenciadas em Lauraceae, Piperaceae e Poaceae; canais oleíferos em Apiaceae ou bolsas lisígenas ou esquizolisígenas em Pinaceae e Rutaceae (MARQUES et al., 2008). Todos os órgãos da planta podem acumular óleos voláteis, porém sua composição pode variar segundo a localização anatômica das estruturas, localização geográfica da planta e condições ambientais (DESCHAMPS et al., 2008). São constituídos por fenilpropanóides e terpenóides, substâncias ricas em princípios ativos que geram outros compostos de alto valor e importância para diversas pesquisas, como o safrol, eugenol e citronelal, dentre outros (DE LA ROSA et al., 2010). Diferem dos óleos fixos devido à sua volatilidade e por possuírem aroma agradável e intenso, sendo por isso chamados de essências (BIASI E DESCHAMPS, 2009).

Vários efeitos são comprovados em áreas que utilizam estes óleos. Sobre as pragas de grãos armazenados causam mortalidade, repelência, deterrência na alimentação, diminuição da oviposição e do crescimento populacional (PROCÓPIO E VENDRAMIM, 2003; AKOB E EWETE, 2007; KABEH E JALINGO, 2007). Nas plantas desempenham papel fundamental nas suas funções ecológicas, contribuindo na comunicação entre as espécies, na proteção contra microrganismos patogênicos e herbívoros, e na atração de polinizadores e na dispersão de sementes (TAIZ E ZEIGER, 2006).

Várias famílias botânicas possuem espécies promissoras na produção de óleos essenciais. A família Anacardeaceae distribuída em todo o Brasil com várias espécies de importância econômica, como a aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) que ocorre na região Nordeste associada a ambientes secos de cerrado, savanas e caatinga, sendo bastante utilizada na medicina popular pela ação anti-inflamatória e cicatrizante (LORENZI E MATOS, 2002). Na família Lamiaceae destacamos o manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), originário da Ásia tropical. Foi introduzido no Brasil pela colônia italiana, sendo utilizado como tempero, planta ornamental e medicinal. Possui como componente majoritário o linalol, usado atualmente para várias sínteses importantes como o acetato de linalila, sendo testado como acaricida, bactericida, fungicida e inseticida (BLANK et al., 2007). Entre as espécies da família Euphorbiaceae pode-se destacar o gênero *Croton* que é o segundo maior e mais encontrado com frequência na vegetação da Caatinga, possuindo cerca de 1200 espécies (RANDAU et al., 2004).

Devido à necessidade de utilizar métodos compatíveis com o manejo integrado de pragas, mais seguros para a população e meio ambiente, é indispensável a realização de estudos que avaliem o potencial inseticida de óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados (COITINHO et al. 2006). Assim o presente trabalho teve os seguintes objetivos: avaliar o efeito da toxicidade por fumigação, o efeito repelente e o efeito residual dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegioides* Baill., *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. sobre *C. maculatus* e *Z. subfasciatus*, além de verificar os efeitos destes óleos sobre o potencial fisiológicos de sementes de feijão caupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKOB, C. A. AND EWETE, F. K. The efficacy of ashes of four locally used plant materials against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Cameroon. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 27, n. 1, p. 21-26, 2007.
- ALMEIDA, F.A.C., M.F.B.S. CAVALCANTI, J.F. SANTOS, J.P. GOMES & J.J.S.B. NETO. Viabilidade de sementes de feijão macassar tratadas com extrato vegetal e

- aconditionadas em dois tipos de embalagens. **Acta Scientiarum Agronomy**, 31: 345-351, 2009.
- AMARAL, J. F. DO. **Atividade antiinflamatória, antinociceptiva e gastroprotetora do óleo essencial de *Croton sonderianus* Muell. Arg.** Dissertação (Mestrado em Farmacologia). Universidade Federal do Ceará, 2004.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D. AND IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils - a review. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. (Ed.). Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial. Curitiba: **Layer Graf**, p. 7, 8, 2009.
- 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.
- COITINHO, R.L.B. de; OLIVEIRA, J.V.; JUNIOR, M.G.C.G.; CÂMARA, C.A.G. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.19, n.2, p.176-182, abril/junho 2006.
- CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira. Grãos, safra 2013/2014. Quarto levantamento, Janeiro de 2014. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_10_15_07_19_boletim_graos_janeiro_2014.pdf. Acessado em: 12 de janeiro de 2014.
- DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. 1ªed. **Wiley-Blackwell**. Iowa, USA, v.1, p. 382, 2010.

- maculates* (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 9, n. 3, p. 452-454, 2007.
- KNAAK, N.; FIÚZA, L.M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 5(2), p. 120-132, mayaugust, 2010.
- LEVY-COSTA, R. B.; SICHIERI, R.; PONTES, N. dos S.; MONTEIRO, C. A. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 530-540, ago. 2005.
- LOPES, K.P., R.L.A. BRUNO, G.B. BRUNO & A.F. SOUZA. Produtos naturais e fosfeto de alumínio no tratamento de sementes de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenadas. **Revista Brasileira de Sementes**, 22: 109-117, 2000.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil – nativas e exóticas. Nova Odessa, **Instituto Plantarum**, 2002.
- MAIRESSE, L. A. S.; COSTA, E. C.; FARIA, J. R.; FIORINS, R. A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.2, p. 1-12, 2007.
- MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.20, n.1, p. 61-69, jan/mar. 2006.
- MARQUES, C. A.; LEITÃO, G. G.; BIZZO, H. R.; KRANZ, W. M.; PEIXOTO, A. L.; VIEIRA, R. C. Considerações anatômicas e análise de óleo essencial do hipanto e do fruto de *Hennecartia omphalandra* J. Poisson (Monimiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 3, p. 415-429, 2008.

- MINNEY, B.H.P.; GATEHOUSE, A.M.R.; DOBIE, P.; DENDY, J.; CARDONA, C.; GATEHOUSE, J.A. Biochemical bases of seed resistance to *Zabrotes subfasciatus* (bean weevil) in *Phaseolus vulgaris* (common bean): a mechanism for arcelin toxicity. **Journal of Insect Physiology**, v.36, n.10, p. 757-767, 1990.
- PROCÓPIO, S. O., VENDRAMIM, J. D., JÚNIOR, J. I. R., SANTOS, J. B. Efeito de pós vegetais sobre *Acanthoscelides obtectus* (SAY) e *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Ceres**, v. L, nº 289, 2003.
- RANAU, K. P.; FLORÊNCIO, D. C.; FERREIRA, C. P.; XAVIER, H. S. Estudo farmacognóstico de *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax & Hoffm. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.14, n.2, p.89-96, 2004.
- RESENDE, O., P. C. CORRÊA, L. R. D'A. FARONI, P. R. CECON. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, 32: 517-524, 2008.
- SAROYA, A. S. Herbalism, Phytochemistry and Ethnopharmacology. **Published by Science Publishers**, P.O. Box 699, Enfield, NH 03748, USA, v.1. p. 411 2010.
- SOUSA, A.H., J.E. BRITO, P.H.S. MAIA, P.B. MARACAJÁ & L.D. GEREMIAS. Ataque de *Callosobruchus maculatus* ao feijão caupi comercializado em Terezina-PI. **Expressão**, 39: 77-80, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Ed. Artmed, 3ª ed, p. 309-332, 2006.
- TAVARES, M.A.G.C. **Bioatividade da erva-de-santa-mariá, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação à *Sitophilus zeamais* Mots., 1855**

(Col.: Curculionidae). ESALq, (Dissertação de Mestrado), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 59 p., 2012.

YOKOYAMA, M. Principais pragas e seu controle. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Potafós, p.771-786, 1996.

CAPÍTULO I

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae) EM FEIJÃO CAUPI
ARMAZENADO**

RESUMO

Para minimizar as perdas geradas por pragas no feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) armazenado, o uso de óleos essenciais como controle alternativo vem tomando impulso nas pesquisas científicas. Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade por fumigação, o efeito repelente e o efeito residual dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegiodorus* Baill., *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. em feijão-caupi armazenado no controle de *Callosobruchus maculatus* (Chrysomelidae: Bruchinae), em cinco diferentes dosagens (0,0, 5, 10, 15 e 20 μL / L de ar). No experimento via fumigação o óleo essencial de *O. basilicum* ocasionou 100% de mortalidade dos adultos de *C. maculatus* em todas as dosagens diferenciando apenas da testemunha, já *C. heliotropiifolius* na sua maior dosagem ocasionou apenas 42,5% de mortalidade. Para *M. urundeuva* e *C. pulegiodorus* as dosagens utilizadas não apresentaram diferenças significativas. Em relação ao efeito repelente, o óleo de *C. heliotropiifolius* apresentou-se repelente na dose 10 μl sendo as demais neutras, enquanto que *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* apenas a dose 5 μl foi classificada como neutra e *M. urundeuva* apresentou todas as dosagens neutras. Para o efeito residual os óleos de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* ocasionaram altas mortalidades e, conseqüentemente, o número de ovos e adultos emergidos foram baixos. Pode-se concluir que os óleos essenciais de *O. basilicum*, *C. pulegiodorus* e *C. heliotropiifolius* são promissores para o manejo integrado de *C. maculatus* em feijão armazenado, devido aos efeitos sobre a mortalidade e a redução na oviposição e emergência de adultos deste coleóptero, bem como pelo efeito residual nos grãos tratados, sendo necessários estudos mais aprofundados para garantir a melhor forma de utilização e a melhor dosagem a ser utilizada para a futura recomendação desses óleos.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, Caatinga, Bruchinae, Inseticidas botânicos.

ABSTRACT

To minimize the losses generated by pests in beans and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) stored, the use of essential oils as alternative control comes taking impetus to scientific research. Thus the present study aimed to evaluate the toxicity by fumigation, the repellent effect and the residual effect of essential oils of *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegioidorus* Baill., *Myracrodruon urundeuva* Allemão and *Ocimum basilicum* L. in bean cowpea stored in control of *Callosobruchus maculatus* (Chrysomelidae: Bruchinae), in five different doses (0.0, 5, 10, 15 and 20 μL / L of air). In the experiment by way of fumigation, the essential oil of *O. basilicum* caused 100% mortality of adults of *C. maculatus* in all dosages differing only in witness, already *C. heliotropiifolius* in its highest dosage caused only 42.5% mortality. For *M. urundeuva* and *C. pulegioidorus* dosages used showed no significant differences. In relation to the repellent effect, the oil of *C. heliotropiifolius* was repellent in dose 10 μl being the other neutral, while *C. pulegioidorus* and *O. basilicum* just dose 5 μl was classified as neutral and *M. urundeuva* presented all dosages neutral. It can be concluded that the essential oils of *O. basilicum*, *C. pulegioidorus* and *C. heliotropiifolius* are promising for the integrated management of *C. maculatus* in beans stored, due to its effects on the mortality and the reduction in oviposition and adult emergency this coleopteron, as well as due to the residual effect on the crop treated, being required more in-depth studies to ensure the best way to use and the best dosage to be used to be used for future recommendation of these oils.

Keywords: *Vigna unguiculata*, Caatinga, Bruchinae, botanical Insecticides.

1. INTRODUÇÃO

Originário da África, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) foi introduzido na América Latina no século XVI pelos colonizadores. Inicialmente pelo estado da Bahia, sendo posteriormente disseminado para os demais estados (FREITAS, 2006). É considerado a principal alternativa social e econômica para as populações rurais, tendo sua maior produção concentrada no Nordeste com 84% da área plantada e 68% da produção nacional. A cultura mantém a cada ano em média 1,2 milhões de empregos diretos (FIGUEIRAS et al., 2009; IPA, 2012).

Por possuir altos teores de umidade, o feijão-caupi é considerado um alimento altamente perecível tornando-se susceptível ao ataque de pragas e microrganismos (EMBRAPA, 2012). Neste sentido, são atacados principalmente pelo coleóptero *Callosobruchus maculatus* (Chrysomelidae: Bruchinae) cujos prejuízos se dão, principalmente, através da ação das larvas, que se alimentam exclusivamente das sementes (OLIVEIRA & VENDRAMIN, 1999; ALMEIDA et al., 2005; ALMEIDA et al., 2006).

O ataque de *C. maculatus* pode ocorrer ainda no campo, caso a colheita seja retardada, propiciando assim uma maior infestação (FREIRE FILHO et al., 2005; SANTOS, 1976; SMIDERLE et al., 2009). Para minimizar essas perdas é que o uso de controles alternativos, como o uso de óleos essenciais, vem tomando impulso nas pesquisas científicas. Os óleos essenciais causam efeitos nos insetos de diversas maneiras, interrompendo as principais vias metabólicas e causando morte rápida, como inseticida de contato, fumigante ou repelente podendo assim modificar a oviposição (SHAAYA et al., 1997). Várias famílias botânicas possuem espécies promissoras na produção de óleos essenciais, como Anacardeaceae, Lamiaceae e Euphorbiaceae. Várias espécies são encontradas na região Nordeste associada a ambientes secos de cerrado, savanas e caatinga, sendo bastante utilizada na medicina popular pela ação anti-inflamatória e cicatrizante (LORENZI E MATOS, 2002).

Diante da perspectiva da utilização de óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a toxicidade por fumigação, o efeito repelente e o efeito residual dos óleos essenciais de *Croton heliotropifolius* Kunth, *Croton pulegioidorus* Baill., *Myracrodruon urundeuva* Allemão e

Ocimum basilicum L. sobre *Callosobruchus maculatus* em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) armazenado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

2.1. Criação de *Callosobruchus maculatus*.

Os insetos foram criados por várias gerações em grãos de feijão caupi, *Vigna unguiculata* cv. Sempre Verde, acondicionados em recipientes de plástico, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Foram confinados durante três dias para efetuarem a postura, e em seguida retirados e os recipientes estocados até a emergência das novas gerações tendo assim insetos suficientes para utilizar nos experimentos. As criações foram mantidas em temperatura ambiente ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) e em câmara climática do tipo B.O.D., à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h (Figura 1).



Figura 1: Criação de *Callosobruchus maculatus* sob condições controladas, em câmara climática tipo B.O.D ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) (A) e em temperatura ambiente (B) ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$).

2.2. Eliminação da Infestação e Equilíbrio da Umidade dos Grãos.

Grãos de feijão limpos e secos, utilizados para a criação e experimentos, foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em freezer sob temperatura de -10°C durante no mínimos dois dias, para eliminação de eventuais infestações de insetos provenientes do campo. Após à retirada, os grãos foram transferidos para recipientes de plástico e mantidos no laboratório com a finalidade de atingirem o equilíbrio higroscópico por algumas horas.

2.3. Plantas e Óleos Essenciais utilizados.

O material botânico utilizado para a produção dos óleos essenciais está listado na tabela 1. O material testemunho referente às espécies utilizadas (Figura 2) está depositado no Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) da UFRPE. O óleo essencial de manjeriço

(*Ocimum basilicum*) foi adquirido da empresa Florananda Ind. e Com. de cosméticos e produtos naturais LTDA.

Tabela 1: Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais em *C. maculatus*.

Nome Científico	Família	Nome vulgar	Voucher	Local de coleta
<i>Croton heliotropiifolius</i>	Euphorbiaceae	Velame	S.S. Matos, nº 109	Triunfo - PE
<i>Croton pulegiodorus</i>	Euphorbiaceae	Velaminho	S.S. Matos, nº 104	Triunfo - PE
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Anacardiaceae	Aroeira-do-sertão	S.S. Matos, nº 455	Serra Talhada - PE

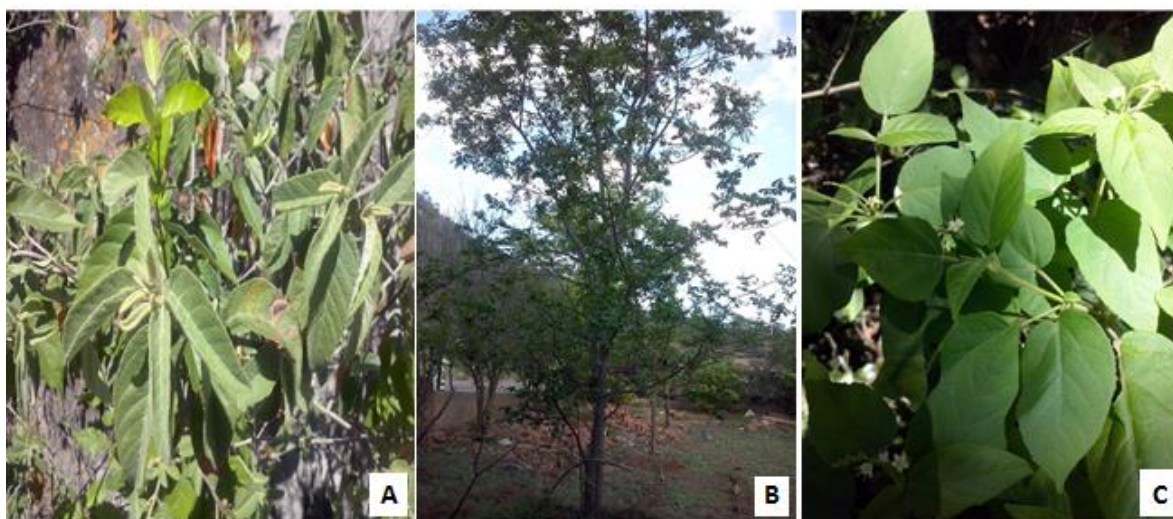


Figura 2: Aspecto geral de *Croton heliotropiifolius* (A), *Myracrodruon urundeuva* (B) e *Croton pulegiodorus* (C). Fonte: Brito, S.S.S.

Os óleos essenciais foram extraídos pelo processo de hidrodestilação, através do equipamento tipo Clevenger modificado, com 200 g de folhas frescas triturada com 3 L de água destilada por duas horas (Figura 3). As frações obtidas foram separadas da água por diclorometano e secas com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4), sendo levadas posteriormente

ao rota-evaporador, onde foi retirado o diclorometano, obtendo-se então o óleo essencial (Figura 4).

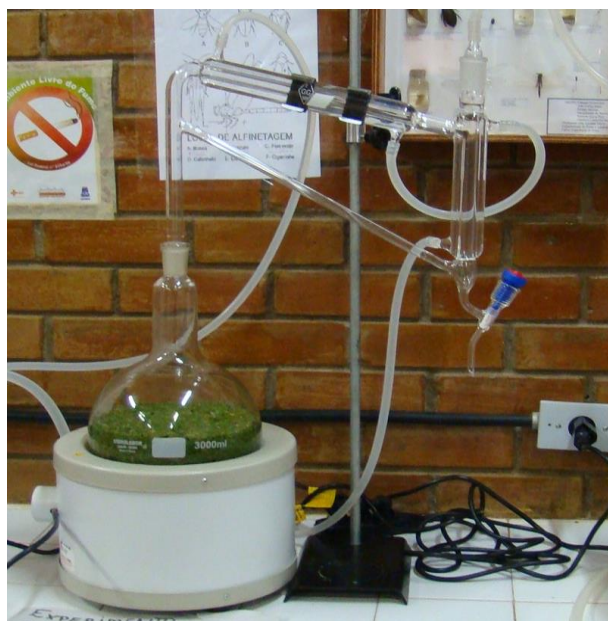


Figura 3: Processo de hidrodestilação utilizando o equipamento tipo Clevenger, para obtenção do óleo essencial.



Figura 4: Funil de separação (A) e rota-evaporador acoplado à bomba de vácuo e pressão (B), para extração de óleo essencial.

2.4. Teste de toxicidade por fumigação.

Na avaliação do efeito fumigante dos óleos essenciais sobre adultos de *C. maculatus*, foram utilizadas câmaras de fumigação (Adaptadas de Aslan et al., 2004), compostas de recipientes de vidro com volume de 1,0 L onde foram confinados 10 insetos adultos de *C. maculatus* (Figura 5). Foram testadas cinco dosagens (0, 5, 10, 15 e 20 $\mu\text{L} / \text{L}$ de ar) de quatro óleos, individualmente, os quais foram impregnados com pipetador automático, em tiras de papel filtro de 5 x 2 cm fixadas na superfície inferior da tampa dos recipientes. Para evitar o contato dos insetos com o óleo foi utilizado um tecido poroso (filó) entre a tampa e o recipiente. A avaliação foi feita após 48 horas, avaliando-se a porcentagem de mortalidade dos insetos adultos de *C. maculatus*. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições cada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, em seguida submetidos à de regressão, por meio do programa ASSISTAT, versão 7.6 Beta (SILVA, 2013).



Figura 5: Câmaras de fumigação utilizadas nos testes de toxicidade por fumigação.

2.5. Efeito repelente de óleos essenciais.

O experimento foi conduzido em arenas compostas de dois recipientes plásticos, interligados simetricamente a uma caixa central por dois tubos plásticos (Figura 6). Foram colocados 20g de grãos de feijão em cada recipiente, sendo um sem óleo (testemunha) e o

outro tratado com óleo e, na caixa central foram liberados 10 insetos adultos de *C. maculatus*. Após cinco dias contabilizou-se o número de adultos atraídos para cada tratamento. Os grãos foram acondicionados em outros recipientes plásticos e após 12 dias foi contabilizado o número de ovos e armazenados novamente até a emergência de novos adultos.

O Índice de Repelência (IR) foi calculado pela fórmula: $IR = 2G / (G + P)$, onde G = % ovos e insetos emergidos no tratamento e P = % de ovos e insetos emergidos 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 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, o óleo é repelente; se a média for maior que 1 + DP o óleo é atraente e se a média estiver entre 1 - DP e 1 + DP o óleo é considerado neutro. Este índice é uma adaptação da fórmula citada por Lin et al. (1990), para o índice de consumo.

O percentual médio de redução de ovos/adultos emergidos foi calculado através da fórmula adaptada de Obeng-Ofori (1995): $PR = [(NC - NT) / (NC + NT) \times 100]$, sendo PR = porcentagem de redução de ovos/adultos emergidos; NC = número de ovos/adultos na testemunha e NT = número de ovos/adultos no óleo.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo avaliados quatro óleos em cinco dosagens cada (0, 5, 10, 15 e 20 µL/L de ar). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste T ($P \leq 0,05$) utilizando o programa SASM – Agri (CANTERI, 2001).



Figura 6: Arenas utilizadas nos testes de repelência.

2.6. Efeito Residual de Óleos Essenciais no Controle de *C. maculatus*.

Avaliou-se a atividade inseticida de óleos essenciais na concentração de 20 $\mu\text{L}/20\text{g}$. grãos de caupi, cv. Sempre Verde, foram acondicionados 1 kg de feijão-caupi em recipientes plásticos impregnados com os óleos essenciais, mediante pipetador automático, e agitados manualmente durante dois minutos e armazenados em câmara climática tipo B.O.D. ($25\pm 2^\circ\text{C}$). Logo após a impregnação e após 30 e 60 dias, foram retiradas quatro sub-amostras de 20g de cada tratamento, as quais foram acondicionadas em recipientes de plástico e confinadas com 10 adultos de *C. maculatus* (com até 48 horas de idade) durante cinco dias. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (quatro óleos e testemunha) e cinco repetições. Para a avaliação da eficiência dos óleos foram avaliados a mortalidade de adultos após cinco dias do confinamento dos insetos, o número de ovos viáveis após 12 dias e o número de insetos emergidos aos 32 dias após a infestação. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) utilizando-se o programa SASM – Agri (CANTERI, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste de toxicidade por fumigação.

Para os óleos essenciais de *M. urundeuva* ($F = 3,05$; $P > 0,05$) e *C. pulegiodorus* ($F = 3,05$; $P > 0,05$) as dosagens utilizadas não apresentaram diferenças significativas. Por outro lado, o óleo essencial de *O. basilicum* ocasionou 100% de mortalidade dos adultos de *C. maculatus* em todas as dosagens utilizadas (Figura 7). Podendo assim ser utilizada na menor dosagem (5 μ l), diminuindo a quantidade de óleo utilizada e os custos no controle. Estudos realizados com o óleo de *Eucalyptus citriodora* revelou resultados semelhantes ao presente estudo, ocasionando 100% de mortalidade de *C. maculatus* na dose mais baixa (5 μ l) (BRITO et al., 2006).

O óleo essencial de manjeriço possui na sua composição compostos bioativos, como geraniol e eugenol, dentre outros, que podem ser os responsáveis por provocar a mortalidade, repelência e também inibir a oviposição de *C. maculatus* (VILLALOBOS E BALLESTA-ACOSTA, 2003; MARTINEZ-VELAZQUEZ et al., 2011).

O efeito fumigante também foi observado nos óleos de *Syzygium aromaticum* (L.) e *Cinnamomum zeylanicum* Blume (AHMED E EL-SALAM, 2010). Ilboudo et al. (2010) avaliaram a susceptibilidade de *C. maculatus* aos óleos de *O. americanum* L., *Hyptis spicigera* Lam., *H. suaveolens* Poit. e *Lippia multiflora* Moldenke e observaram que os quatro óleos apresentaram diferentes graus de toxicidade, tendo o *O. americanum* planta do mesmo gênero do presente estudo, maior efeito matando todos os adultos em baixas concentrações. Kéita et al. (2001) também avaliaram a toxicidade por fumigação de *O. basilicum* e *O. gratissimum* em adultos de *C. maculatus*, e mostraram que após 12h de exposição os óleos causaram 80 e 70% de mortalidade, respectivamente, na concentração 25 μ l/mL.

Para o óleo essencial de *C. heliotropiifolius* foi observado que a maior dosagem ocasionou a maior mortalidade (42,5%), tendo as demais dosagens valores próximos, diferindo apenas da testemunha (Figura 8). Estudos realizados com algumas espécies de *Croton* que ocorrem no Brasil mostraram o isolamento de 109 compostos presentes nesta espécie, de várias classes estruturais, como diterpenos, alcaloides, flavanóides e triterpenos (TORRES, 2008). Silva (2008) identificou nas folhas de *C. heliotropiifolius* a presença de β -cariofileno, germacreno D, δ -cadineno, α -humuleno, biciclogermacreno, espatulenol e o eucaliptol. Já Angélico et al. (2011) identificaram o eucaliptol como composto majoritário com 16,9% seguido de β -cariofileno e germacreno-D, nas concentrações de 15,9% e 14,5%

respectivamente, sendo estes compostos os responsáveis em causar algum efeito no organismo do inseto chegando até a morte do mesmo. De acordo com Guerra (1985), as espécies de *Croton* em alguns casos são mais tóxicas aos insetos do que o piretro, apresentando um largo espectro de ação.

Os terpenóides superiores presentes nos óleos essenciais possuem diversas atividades e são os compostos mais encontrados nos óleos utilizados, segundo Vieira e Fernandes (1999), como toxicidade direta, inibidores ou retardadores de crescimento, redução da capacidade reprodutiva, supressores de apetite e inanição, dentre outros. A velocidade com que os insetos morrem relaciona-se diretamente com o modo de ação dos óleos essenciais no sistema nervoso dos insetos, já que o neuromodulador octopamina presente nos invertebrados e os canais de cálcio modulados pelo GABA sofrem interferência dos óleos essenciais (ISMÁN, 2006; COITINHO et al., 2011). A octopamina age como neurohormônio, neuromodulador e neurotransmissor, regulando os batimentos cardíacos, o comportamento, os movimentos e o metabolismo dos insetos (ROEDER, 1999).

Devido esses efeitos vários estudos são realizados com as espécies de *Croton*, comprovando seu efeito sobre os insetos. Como o extrato alcoólico de *C. tiglium* que pode ocasionar 99% de mortalidade de *Sitophilus zeamais*, praga de milho armazenado (ALMEIDA et al., 1999). Mahmoudvand et al. (2011) ao avaliaram o efeito fumigante dos óleos essenciais de *Lippia citriodora* Kunth., *Rosmarinus officinalis* L., *Melaleuca piperita* e *Sabina juniperus* L. sobre adultos de *C. maculatus*; observaram que o óleo de *M. piperita* foi mais tóxico apresentando CL50 de 7,86mL/L de ar, após 24h de exposição.

Testes de fumigação realizados com óleo de *Eucalyptus citriodora* mostraram efeitos na mortalidade de *C. maculatus* na sua fase adulta (BRITO et al., 2006). Xavier (2011) demonstrou que os óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus*, *Pipiper hispidinervum*, *Baccharis trimera* e *Pimpinella anisum* mostraram grande potencial para controle de adultos de *C. maculatus*, apresentando comportamento diferenciado no que diz respeito às taxas de mortalidade.

3.2. Efeito repelente de óleos essenciais.

O efeito repelente dos óleos foi observado através os índices de repelência e do intervalo de segurança, para o óleo de *C. heliotropiifolius* apenas a dose 10 µl foi classificada como repelente e as demais neutras. Para os óleos de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* apenas a dose de 5 µl foi classificada como neutra e as demais classificadas como repelentes de acordo com o intervalo de segurança. Por outro lado, *M. urundeuva* todas as dosagens foram classificadas como neutras (Tabela 2).

Alguns estudos mostraram a eficiência de extratos e óleos essenciais de manjeriço sobre *C. maculatus* e *S. zeamais* (GAKURU E FOUA-BI,1995; POTENZA et al., 2004), demonstrando sua possível utilização para o controle de insetos de grãos armazenados. Outros óleos foram utilizados no controle de *C. maculatus*, como o óleo de *Cinnamomum aromaticum* (Nees) nas concentrações de 7,86; 15,71; 31,43 e 62,85µl/cm² provocando repelência de 11,7; 33,3; 43,3; 60%, respectivamente (ISLAM et al., 2009). Para *Callosobruchus chinensis* L. os óleos de *Simmondsia chinensis* (Link) causou repelência de 70% (KHERADMAND et al., 2010), os de *Lippia alba* (Mill.) e *Callistemon lanceolatus* (Sm.), na concentração de 150µl/mL⁻¹, causaram 76 e 100% de repelência, respectivamente (SHUKLA et al., 2011).

Cruz et al. (2012) também observaram efeito repelente dos óleos de *Cymbopogon winteriannus* Jowit, *H. suaveolens* Poit. e *Foeniculum vulgare* Miller sobre *C. maculatus*, tendo como melhor resultado o óleo de *Cymbopogon winteriannus* Jowit.

As porcentagens de redução da oviposição variaram de 4,09% a 82%, destacando-se as doses de 10 e 20 µl do óleo de *C. pulegiodorus* e as doses de 10 e 15µl de *O. basilicum*. Para redução de adultos emergidos as porcentagens variaram de 9,09% a 100%. Houve destaque para o óleo essencial de *O. basilicum* que ocasionou 100% nas doses de 10, 15 e 20 µl. O mesmo comportamento ocorreu para o óleo essencial de *C. pulegiodorus* (Tabela 3). Concordando com os índices de repelência os óleos que foram classificados como repelentes reduziram em maior porcentagem os números de ovos postos e adultos emergidos, efeito importante a ser analisado na escolha de um óleo para utilizar no controle. Vale ressaltar que o óleo de *M. urundeuva* que foi classificado como neutro em todas as dosagens apresentou os menores valores de redução (Tabela 3).

Observa-se, então, que houve efeito ovicida/larvicida destes óleos essenciais pois não obteve-se adultos emergidos. O efeito ovicida para insetos da família Bruchinae já foi

bastante pesquisado, de acordo com Credland (1992) ao estudar a estrutura dos ovos de *C. maculatus* verificou a presença de um espaço largo entre o ovo e o tegumento da semente; este espaço forma um pequeno funil no final da parte posterior do ovo o que facilita a entrada do óleo, causando um bom efeito ovicida e larvicida. De acordo com Dom Pedro (1989) a morte de ovos de *C. maculatus* em grãos de caupi ocorreu devido à falta de atividade respiratória e acumulação de metabólitos tóxicos, que pode ocorrer devido um efeito de barreira ocasionado pelo óleo, bem como pelo efeito tóxico direto da penetração do óleo no interior do ovo do inseto.

Provavelmente estes compostos presentes no óleo de *O. basilicum*, linalol e o geraniol apresentam alta toxicidade ao *C. maculatus* provocando, assim, a morte do mesmo (FERNANDES et al., 2004 e LUZ et al., 2009). Para MORAIS (2006), o linalol vem sendo utilizado para sintetizar diversos compostos importantes, como o acetato de linalila, que está sendo testado como acaricida, bactericida e fungicida. De fato, GAKURU & FOUA-BI (1995), utilizando óleo essencial de *O. basilicum*, observaram a eficiência desse óleo no controle de *C. maculatus* em grãos de feijão caupi. Várias espécies têm apresentado efeitos ovicidas em *C. maculatus* como extratos alcoólicos de Cipó-timbó (*Calopogonium caeruleum*) e pimenta do reino (*Piper nigrum*) na dose de 3 e 6 mL (ALMEIDA et al., 2005).

Vários óleos foram testados contra adultos de *C. maculatus* apresentado uma forte ação tóxica sobre eles, dentre eles os óleos essenciais de *Cymbopogon martini* Roxb., *Piper aduncum* L. e *Lippia gracillis* Schauer (PEREIRA, et al.; 2008). Além disso, os autores observaram que o número de ovos viáveis e de insetos emergidos também foi reduzido.

O óleo essencial de *M. urundeuva* mostrou-se pouco eficiente, ocorrendo na menor dosagem (5 µl) o maior valores de redução de ovos e de adultos. QUEIROZ et al. (2002) observaram a presença de taninos em *M. urundeuva*, que são considerados redutores digestivos (STRONG et al., 1984). Foi observado, ainda, que os taninos reduzem significativamente o crescimento e a sobrevivência dos insetos, uma vez que inativam enzimas digestivas e criam um complexo de difícil digestão (MELLO E SILVA-FILHO, 2002). Alguns estudos tem demonstrado vários constituintes voláteis, dentre eles o β-cariofileno (VIANA et al., 1995; SÁ, 2008). A madeira de *M. urundeuva* possui lectinas vegetais que mostram atividade tóxica contra larvas de *C. maculatus* (MACEDO et al., 2004), enquanto que preparações da casca de *M. urundeuva* contendo lectina apresentaram

alta toxicidade para cupins da espécie *Nasutitermes corniger* (PROCÓPIO E PAIVA, 2008).

Efeitos repelentes de óleos essenciais foram também identificados em diversas plantas das famílias Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae e Myrtaceae, mostrando-se eficientes para diversas pragas de grãos armazenados como *Tribolium castaneum*, *Rhyzopertha dominica*, *Plodia interpunctella* e *Acanthoscelides obtectus* (PAPACHRISTUS E STAMAPOULOS, 2002; RAJENDRAN E SRIRANJINI, 2008).

3.3. Efeito residual de óleos essenciais.

As maiores mortalidades de *C. maculatus* observadas ocorreram para *C. pulegiodorus* e para *O. basilicum* na primeira avaliação, logo após a impregnação, ocorrendo diferença estatística entre eles e os demais óleos e a testemunha (Tabela 4). Com o prolongamento do período de armazenamento observou-se que após 30 dias, grãos tratados com o óleo essencial de *C. heliotropiifolius* ainda ocasionaram altas mortalidades, ao contrário do observado após 60 dias de avaliação.

Comparando-se todos os óleos entre si e a testemunha, observou-se que após a impregnação, as maiores mortalidades foram causadas pelos óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e de *O. basilicum*, enquanto que após 30 dias de avaliação o óleo de *C. heliotropiifolius* foi mais efetivo, não sendo observadas diferenças entre os óleos após 60 dias de impregnação (Tabela 4).

A persistência do óleo depende da sua volatilidade e toxicidade, Isman (2006) considerou que a diminuição da eficiência dos óleos essenciais em sementes de milho com o prolongamento do armazenamento decorrente das diferenças de volatilidade destes, contribuindo para uma persistência limitada. Para OBENG-OFORI & AMITEY (2005), estudos têm revelado que as taxas de mortalidade tendem a diminuir e o número de adultos emergidos aumentar com o aumento do período de armazenamento, devido à redução da persistência dos óleos essenciais. De acordo com Coitinho (2010) essa baixa persistência dos óleos estaria associada ao efeito tóxico causado ao embrião do inseto devido a privação do oxigênio, a qual reduz ainda mais com o prolongamento do armazenamento.

No início do armazenamento a mortalidade pode ser causada pelos compostos majoritários presentes nos óleos essenciais, que geralmente são considerados responsáveis

pela sua maior bioatividade, mas isto não exclui a importância de outros constituintes menores que continuam presentes e atuando sobre os insetos com o passar do tempo.

Foi observado que no período após a impregnação ocorreu um menor número de ovos em grãos tratados com os óleos de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum*. Isto, provavelmente, ocorreu pelo fato destes óleos terem ocasionado altas mortalidades, o que afetou também o número de adultos emergidos (Tabela 5 e 6).

Pereira (2006) avaliou o efeito residual dos óleos essenciais de *C. martini*, *P. aduncum*, *P. hispidinervum*, *Melaleuca* sp., *L. gracillis*, na dose de 50 µL sobre *C. maculatus* logo após a impregnação e aos 30, 60, 90 e 120 dias. Foi observado que na primeira avaliação todos apresentaram 100% de mortalidade e com o prolongamento do período de armazenamento houve um aumento do número de ovos viáveis e de insetos emergidos, exceto para *P. aduncum* que foi efetivo durante todo o período. Já Jotwani e Sicar (1967) ao utilizarem as sementes de nim na forma de pó misturadas as sementes de feijão-caupi observaram uma proteção satisfatória contra os danos de *C. maculatus* após 11 meses de armazenamento.

Estudos sobre a persistência de óleos essenciais na proteção de sementes e grãos contra o ataque de *C. maculatus* são, de um modo geral, escassos, mas indicam que estes se degradam rapidamente, pois a persistência dos óleos depende da sua volatilidade, da toxicidade e do tipo de óleo (essencial ou fixo) (ISMÁN, 2006).

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que os óleos essenciais de *O. basilicum*, *C. pulegiodorus* e *C. heliotropiifolius* são promissores para o manejo integrado de *C. maculatus* em feijão armazenado, devido aos efeitos sobre a mortalidade e a redução na oviposição e emergência de adultos deste coleóptero, bem como pelo efeito residual nos grãos tratados.

Novos estudos mais aprofundados são necessários para garantir a melhor forma de utilização e a melhor dosagem a ser utilizada para a futura recomendação desses óleos no manejo de *C. maculatus* em feijão armazenado.

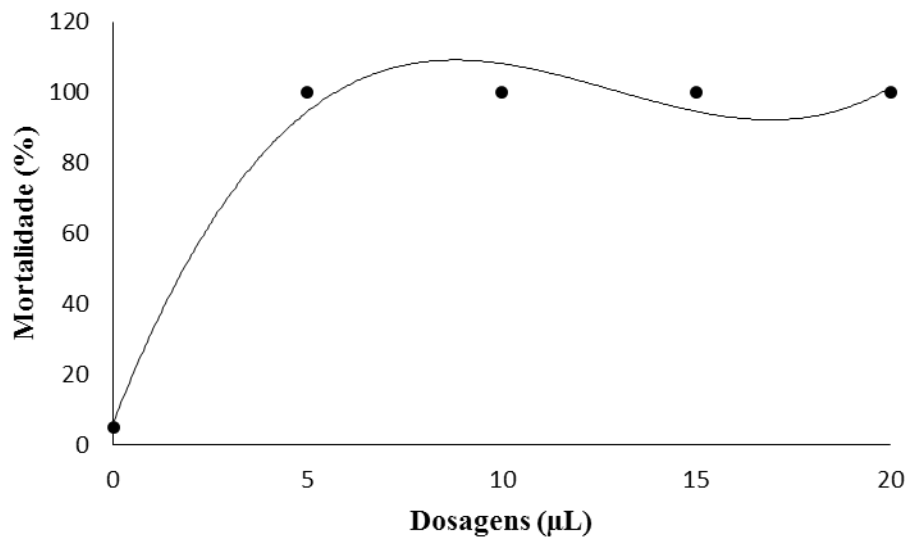


Figura 7: Mortalidade de *C. maculatus* em feijão caupi, *V. unguiculata*, tratado com óleo essencial de *Ocimum basilicum* sob fumigação. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h ($y = 0,0316x^3 - 0,55416x^2 + 3,9583x + 0,50$; $F = 180,5$; $r^2 = 0,99$; $P < 0,001$).

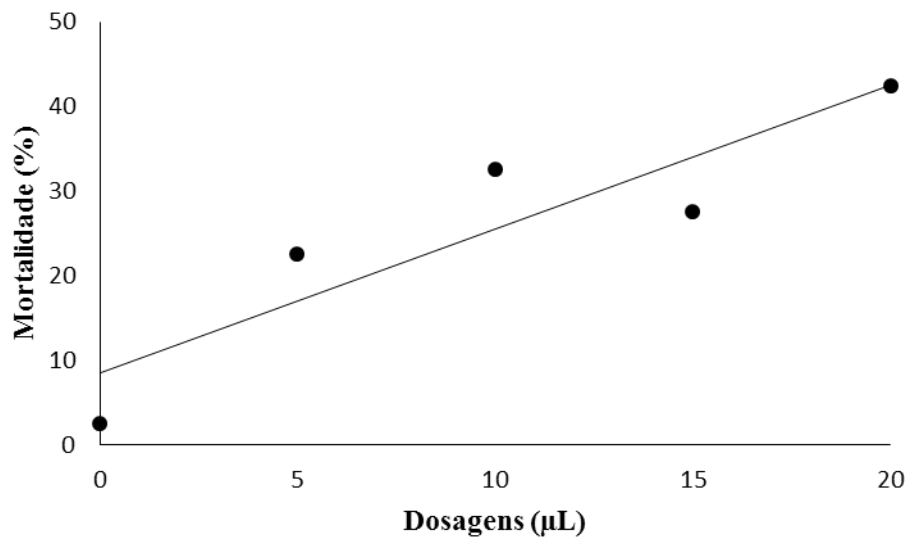


Figura 8: Mortalidade de *C. maculatus* em feijão caupi, *V. unguiculata*, tratado com óleo essencial de *Croton heliotropiifolius* sob fumigação. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h ($y = 0,17x + 0,85$; $F = 14,5714$; $r^2 = 0,82$; $P < 0,001$).

Tabela 2: Efeito repelente de óleos essenciais sobre adultos de *C. maculatus* em grãos de feijão caupi, *V. unguiculata*, tratados. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{L}/20\text{g}$)	IR ($M \pm DP$) ¹	IS ²
<i>Croton heliotropiifolius</i>	5	$1,018 \pm 0,607$	N
	10	$0,499 \pm 0,365$	R
	15	$0,774 \pm 0,562$	N
	20	$1,010 \pm 0,472$	N
<i>Croton pulegiodorus</i>	5	$0,697 \pm 0,663$	N
	10	$0,0 \pm 0,0$	R
	15	$0,0 \pm 0,0$	R
	20	$0,027 \pm 0,060$	R
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	$1,02 \pm 0,618$	N
	10	$0,95 \pm 0,30$	N
	15	$0,98 \pm 0,32$	N
	20	$1,03 \pm 0,62$	N
<i>Ocimum basilicum</i>	5	$0,539 \pm 0,649$	N
	10	0 ± 0	R
	15	0 ± 0	R
	20	0 ± 0	R

¹ Índice de Repelência = $2G/(G+P)$, onde G = % de ovos e insetos emergidos no tratamento e P = % de ovos e insetos emergidos na testemunha; DP = desvio Padrão.

² IS = Intervalo de segurança.

R = repelente; A = atraente; N = neutro.

Tabela 3: Porcentagem de redução do número de ovos depositados por adultos de *C. maculatus* e novos adultos emergidos em grãos de feijão caupi, *V. unguiculata*, tratados com óleos essenciais. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{L}/20\text{g}$)	REDUÇÃO DA POSTURA (%)	REDUÇÃO DO Nº DE ADULTOS EMERGIDOS (%)
<i>Croton heliotropiifolius</i>	5	25,82	40,26
	10	52,06	68,48
	15	32,55	38,54
	20	20,22	22,87
<i>Croton pulegiodorus</i>	5	35,57	63,83
	10	82,02	100
	15	53,09	100
	20	74,53	98,11
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	21,29	50,5
	10	4,09	9,09
	15	9,37	22,84
	20	12,33	16,6
<i>Ocimum basilicum</i>	5	35,9	32,4
	10	76,54	100
	15	76,34	100
	20	57,51	100

Tabela 4: Mortalidade (média \pm EP) de *C. maculatus* em feijão caupi, *V. unguiculata*, tratado com óleos essenciais, na concentração de 20 μ L/20g, infestado cinco dias após diferentes períodos de armazenamento. Temp: 25 \pm 2°C; UR: 60 \pm 5% UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTO	ARMAZENAMENTO (DIAS)		
	APÓS A IMPREGNAÇÃO	30	60
TESTEMUNHA	12 \pm 3,74 A c	14 \pm 5,09 A b	10 \pm 0,0 A b
<i>Croton</i>			
<i>heliotropiifolius</i>	36 \pm 2,44 AB b	48 \pm 4,89 A a	26 \pm 2,44 B ab
<i>Croton</i>			
<i>pulegiodorus</i>	100 \pm 0,0 A a	28 \pm 8,0 B ab	38 \pm 3,74 B a
<i>Myracrodruon</i>			
<i>urundeuva</i>	26 \pm 8,71 A bc	8 \pm 3,74 A b	28 \pm 5,83 A ab
<i>Ocimum basilicum</i>			
	80 \pm 7,07 A a	12 \pm 3,74 B b	30 \pm 7,74 B ab

- As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

- As médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5: Número de ovos (média \pm EP) de *C. maculatus* em feijão caupi, *V. unguiculata*, tratado com óleos essenciais, na concentração de 20 μ L/20g, infestado cinco dias após diferentes períodos de armazenamento. Temp: 25 \pm 2°C; UR: 60 \pm 5% UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTO	ARMAZENAMENTO (DIAS)		
	APÓS A IMPREGNAÇÃO	30	60
TESTEMUNHA	261, 4 \pm 60,18 A a	289 \pm 15,59 A a	366,2 \pm 61,37 A a
<i>Croton</i>			
<i>heliotropiifolius</i>	145,2 \pm 19,03 B ab	121,6 \pm 35,95 B bc	259,2 \pm 23,57 A ab
<i>Croton</i>			
<i>pulegiodorus</i>	1 \pm 0,63 C c	44 \pm 6,50 B c	168,6 \pm 16,44 A b
<i>Myracrodruon</i>			
<i>urundeuva</i>	244,6 \pm 35,07 A a	226,4 \pm 37,27 A ab	201,6 \pm 41,94 A ab
<i>Ocimum basilicum</i>			
	57,2 \pm 19,98 B bc	133,4 \pm 55,31 AB bc	242,4 \pm 59,46 A ab

- As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

- As médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6: Número de adultos (média \pm EP) de *C. maculatus* em feijão caupi, *V. unguiculata*, tratado com óleos essenciais, na concentração de 20 μ L/20g, infestado cinco dias após diferentes períodos de armazenamento. Temp: 25 \pm 2°C; UR: 60 \pm 5% UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTO	ARMAZENAMENTO (DIAS)		
	APÓS A IMPREGNAÇÃO	30	60
TESTEMUNHA	23,8 \pm 5,32 B bc	12 \pm 2,86 B b	132,8 \pm 20,34 A a
<i>Croton</i>			
<i>heliotropiifolius</i>	48,6 \pm 6,98 A b	44,4 \pm 12,49 A b	42,8 \pm 13,56 A bc
<i>Croton</i>			
<i>pulegiodorus</i>	0,2 \pm 0,2 B c	4,8 \pm 1,56 A b	3,6 \pm 1,29 AB c
<i>Myracrodruon</i>			
<i>urundeuva</i>	101,8 \pm 14,09 A a	99,6 \pm 14,34 Aa	71,2 \pm 17,12 A ab
<i>Ocimum basilicum</i>			
	3,4 \pm 1,66 Bc	43,6 \pm 18,31 AB b	77,8 \pm 14,03 A ab

- As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

- As médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M.E.ABD.EL-SALAM. Fumigant toxicity of seven essential oils against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) and the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). **Egyptian Academic Journal of Biological**, 2: 1- 6, 2010.

ALMEIDA, F.A.C., A.C. GOLDFARB & J.P.G. GOUVEIA. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* spp. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 1: 13-20, 1999.

ALMEIDA, F. A. C.; ALMEIDA, S. A.; SANTOS, N, R.; GOMES, J. P.; ARAÚJO, M. E. R. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p. 585-590, 2005.

- ALMEIDA, I.P., M.E.M. DUARTE, M.E. RANGEL, M.C. MATA, R.M.M. FREIRE & M.A. GUEDES. Armazenamento de feijão macassar tratado com mamona: estudo da prevenção do *Callosobruchus maculatus* e das alterações nutricionais do grão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 7: 133-140, 2005.
- ALMEIDA, S. A.; F de A. C. de ALMEIDA, N. R.; DOS SANTOS, S. S. A; MEDEIROS E H. DA S. A. Controle do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) utilizando extratos de *Piper nigrum* L. (Piperaceae) pelo método de vapor. **Ciência e Agrotecnologia**, 30: 793-797, 2006.
- ANGÉLICO, E. C. **Avaliação das atividades antibacteriana e antioxidante de *Croton heliotropifolius* KUNTE e *Croton blanchetianus* BAILL.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde Tecnologia Rural. - Patos – PB: 2011.
- ASLAN, İ., H. ÖZBEK, Ö. ÇALMASUR & F. ŞAHİN. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, 19: 167-173, 2004.
- 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.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft-knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24, 2001.
- COITINHO, R.L.B.C., J.V. OLIVEIRA, M.G.C. GONDIM JR. & C.A.G. CAMARA. Persistência de óleo essencial em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. **Ciência Rural**, v. 40, n.7, 2010.

- COITINHO, R.L.B.C., J.V. OLIVEIRA, M.G.C. GONDIM JR. & C.A.G. CAMARA. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, 35:172-178, 2011.
- CREDLAND, P. F. The structure of bruchid eggs may explain the ovicidal effect of oils. **Journal of Stored Products Research**, v.28, n.1, p.1-9, 1992.
- 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** (Mossoró – RN), v. 7, n.3, p. 01-05, jul-sete, 2012.
- DON-PEDRO, K.N. Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Pesticide Science**, v.26, p.107-116, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema de produção do feijão-caupi. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/>. Acessado em: 29 de novembro de 2013.
- FERNANDES PC; FACANALI R; TEIXEIRA JPF; FURLANI PR; MARQUES MOM. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, p. 260-264, 2004.
- FIGUEIRAS, G. C. *et al.* Aspectos socioeconômicos. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**, Boa Vista: Embrapa Roraima, Cap. 1, p. 23-58, 2009.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. DE A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-Caupi: avanços tecnológicos. 1. ed. Brasília, DF. **Embrapa informação tecnológica**, 519 p, 2005.

- FREITAS, J. B. S. **Mecanismos de resposta fisiológica ao estresse salino em duas cultivares contrastantes de feijão-caupi**. 2006, 134p. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- GAKURU S., FOUA-BI K. - Comparado efeito de quatro óleos essenciais de plantas contra caupi *Callosobruchus maculatus* Fab Weevil. e Arroz Weevil *Sitophilus oryzae* L. **Tropicultura**, v.13, p.143-146, 1995.
- GUERRA, M.S. Alternativa para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos. Brasília, **Embrapa informação tecnológica**, 165p, 1985.
- ILBOUDO, Z.; DABIRÉ, L.C.B.; NÉBIÉ, R.C.H.; DICKO, I.O.; DUGRAVOT, S.; CORTESERO, A.M.; SANON, A. Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, 46,124 e 128, 2010.
- INSTITUTO AGRÔNOMICO DE PERNAMBUCO – IPA. Disponível em: <http://www.ipa.br/novo/noticias/iii-congresso-nacional-de-feijao-caupi-foi-aberto- hoje-no-recife/>. Acessado em: 29/11/2013.
- ISLAM, R.R.I., KHAN, S.M. AL-REZA, Y.T. JEONG, C.H. SONG & M. Khalequzzaman. Chemical composition and insecticidal properties of *Cinnamomum aromaticum* (Nees) essential oil against the stored product beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) **Journal of Science Food Agriculture**, 89: 1241–1246, 2009.
- ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 51, p. 45-66, 2006.

- JOTWANI, M. G.; SICAR, P. Neem seed as a protectant against bruchid *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) infesting some leguminous seeds. **Indian Journal of Entomology**, v.29, p.21-24, 1967.
- KÉITA, S.M.; VINCENT, C.; SCHIMIT, J.P.; ARNASON, J.T.; BÉLANGER, 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, p. 339-349, 2001.
- KHERADMAND, K., S.A.S. NOORI & G.H. SABAHI. Repellent effects of essential oil from *Simmondasia chinensis* (Link) against *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus and *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). **Research Journal of Agricultural Sciences**, 1: 66-68, 2010.
- LIN, H.; KOGAN, M & D. FISCHER. Induced resistance in soybeans to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): Comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**, 19; (6) – 1852-1857, 1990.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil – nativas e exóticas. Nova Odessa, **Instituto Plantarum**, 2002.
- LUZ, J.M.Q.; MORAIS, T.P.S.; BLANK, A.F.; SODRÉ, A.C.B.; OLIVEIRA, G.S. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de manjeriço sob doses de cama de frango. **Horticultura Brasileira**, Uberlândia. v. 27, n. 3, p. 349-353, 2009.
- MACEDO, M.L.R. et al. Mechanisms of the insecticidal action of TEL (*Talisia esculenta* lectin) against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, n. 56, p. 84–96, 2004.
- MAHMOUDVAND, M., H. ABBASIPOUR, M.H. HOSSEINPOUR, F. RASTEGAR & M. BASIJ. Using some plant essential oils as natural fumigants against adults of

Callosobruchus maculatus (f.) (Coleoptera: Bruchidae). **Munis Entomology & Zoology Journal**, 6: 150-154, 2011.

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**, Berlim, v. 108, n. 2, p. 481-487, 2011.

MELLO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.71-81, 2002.

MORAIS, T.P.S. **Produção e composição de óleos essenciais de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sobre dose de cama de frango.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia- Instituto de Ciências Agrárias. Uberlândia, Minas Gerais. Brasil, 2006.

OBENG-OFORI, D. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 77, p. 133-139, 1995.

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

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIN, 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 do Brasil**, 28: 549-555, 1999.

PAPACHRISTOS, D.P. & D.C. STAMOPOULOS. Toxicity of vapours of three essential oils to immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, 38: 365-373, 2002.

PEREIRA, A.C.R.L. **Utilização de óleos essenciais e fixos no controle de *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM CAUPI, *Vigna unguiculata* (L.) WALP. armazenado.** (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

PEREIRA, A. C. R. L.; OLIVEIR, 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 de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 717-724, 2008.

POTENZA, M.R.; ARTHUR, V.; FELICIO, J.D.; ROSSI, M.H.; SAKITA, M.N.; SILVESTRE, D.F.; GOMES, D.H.P. Efeito de produtos naturais irradiados sobre *Sithophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, 71, p.477-484, 2004.

PROCÓPIO, T. F.; PAIVA, P. M. G. Avaliação da ação inseticida e caracterização da lectina de entrecasca de *Myracrodruon urundeuva*. **XVI Congresso de Iniciação científica da UFPE**, 3-5 novembro, 2008.

QUEIROZ, C.R.A. dos A.; MORAIS, S.A.L. de; NASCIMENTO, E.A. do. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, v.26, p.485-492, 2002.

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

- ROEDER, T. "Octopamine in invertebrates". **Progress in Neurobiology**, v.59, n.5, p.533-561, 1999.
- SÁ, R. A. **Constituintes químicos da madeira-de-lei *Myracrodruon urundeuva* com propriedades antioxidantes e ação contra fungos, bactérias e insetos.** 173f. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- SANTOS, J. H. R. **Aspectos da resistência de cultivares de *Vigna sinensis* (L.) Savi ao ataque do *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Col., Bruchidae), mantidos no Estado do Ceará - Brasil.** 194f. (Tese de Doutorado), Esalq/USP, Piracicaba, São Paulo, 1976.
- SHAAYA, E., M. KOSTJUKOVSKI, J. EILBERG & C. SUKPRAKARN. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, 33: 7-15, 1997.
- SHUKLA, R., P. SINGH, B. PRAKASH, A. KUMAR, P.K. MISHRA & N.K. DUBEY. Efficacy of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet and their major constituents on mortality, oviposition and feeding behaviour of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 91: 2277–2283, 2011.
- SILVA, F. K. S. **Contribuição ao Estudo Fitoquímico de *Croton rhamnifolius* (Euphorbiaceae).** 96p. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- SILVA, F. de A.S. e **ASSISTAT** versão 7.6 beta. Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 16 set. 2013.

- SMIDERLE, O. J. *et al.* Colheita e armazenamento de grãos e sementes. In: ZILLI, J.E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima, Cap. 10, p. 327-356, 2009.
- STRONG, D.R.; LAWTON, J.H.; SOUTHWOOD, T.R.E. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. London: **Blackwell Scientific**, 313p, 1984.
- 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.
- VIANA, G. S. B. *et al.* Aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.): estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico. 2 ed. **Revisada e ampliada**. Edições: UFC. Fortaleza, 1995.
- VIEIRA, P.C. & J.B FERNANDES. Plantas inseticidas, p. 739-754. In C.M.O SIMÕES, E. P. SCHENKEL, G. GOSMANN, J.C.P. MELLO, L.A. MENTZ & P.R. PETROVICK (eds.), **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Florianópolis/Porto Alegre, UFSC/UFRGS, 1104p, 1999.
- 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.
- XAVIER, M. V. A. **Óleos essenciais no controle de *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) em caupi, *Vigna unguiculata* (L.) WALP. armazenado e viabilidade de sementes tratadas**. (Monografia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada-PE, 2011.

CAPÍTULO II

**ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Zabrotes subfasciatus*
Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) EM FEIJÃO COMUM ARMAZENADO**

RESUMO

Plantas de diversas famílias têm se mostrado promissoras para o manejo de insetos-praga de produtos armazenados. Sabendo-se da grande procura por métodos alternativos de controle de pragas o presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade por fumigação, o efeito repelente e o efeito residual dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius*, *Croton pulegiodorus*, *Myracrodruon urundeuva* e *Ocimum basilicum* sobre *Zabrotes Subfasciatus*, em cinco diferentes dosagens (0.0, 5, 10, 15 e 20 μL / L de ar). Os resultados de fumigação demonstraram que o óleo essencial de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* provocaram 100% de mortalidade dos adultos de *Z. subfasciatus*. Para os óleos essenciais de *M. urundeuva* e *C. heliotropiifolius* as dosagens utilizadas não apresentaram diferenças significativas. Os óleos de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* foram classificados como repelentes em todas as dosagens, enquanto que *C. heliotropiifolius* foi repelente nas dosagens mais baixas e neutro em 20 μL . Neste sentido, os óleos de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* ocasionaram os maiores valores de redução de ovos e 100% na redução de adultos emergidos, apresentando efeito ovicida/larvicida e diminuindo a ocorrência de *Z. subfasciatus* durante o armazenamento, mostrando seu potencial para o controle desse coleóptero. Considera-se assim que os óleos de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* são promissores no controle de populações de *Z. subfasciatus*, sendo necessários maiores estudos para definição da melhor dose a ser utilizada, assim como a melhor forma de aplicação.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, Bruchinae, armazenamento, inseticidas botânicos.

ABSTRACT

Plants from different families have shown promise for the management of insect pests of stored products. Knowing that the great demand for alternative methods of pest control the purpose of this work was to evaluate the toxicity by fumigation, the repellent effect and the residual effect of essential oils of *Croton heliotropiifolius*, *Croton pulegiodorus*, *Myracrodruon urundeuva* and *Ocimum basilicum* on *Zabrotes subfasciatus*, in five different doses (0.0, 5, 10, 15 e 20 μL / L of air). The results of fumigation showed that the essential oil of *O. basilicum* and *C. pulegiodorus* caused 100% mortality of adults of *Z. subfasciatus*. For the essential oil of *M. urundeuva* dosages used showed no significant differences. The oils of *O. basilicum* and *C. pulegiodorus* were classified as repellents in all dosages, while *C. heliotropiifolius* was repellent in dosages more low and neutral in 20 μL . In this sense, the oils of *O. basilicum* and *C. pulegiodorus* resulted in the highest values of reduction of eggs and 100% reduction in adults emerged, featuring ovicidal effect/larvicide and decreasing the occurrence of *Z. subfasciatus* during storage, showing its potential for the control of this coleóptero. It's therefore considered that the oils of *O. basilicum* and *C. pulegiodorus* are promising in the control of populations of *Z. subfasciatus*, being required further studies to define the best dose to be used, as well as the best way of implementation.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, Bruchinae, storage, botanical insecticides.

1. INTRODUÇÃO

Os insetos-pragas são um dos principais problemas na produção mundial de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), dentre eles o caruncho *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Chrysomelidae: Bruchinae) é considerada a principal provocando sérios prejuízos na produção (GALLO et al., 2002). Os adultos de *Z. subfasciatus* medem de 1,8 a 2,5 mm de comprimento, apresentam cor castanho escura e os élitros quando estão em repouso deixam à mostra o pígidio. Antes da oviposição a fêmea deste inseto expele um líquido claro e pegajoso que serve para aderir o ovo ao tegumento do grão (PIMBERT & PIERRE, 1983; GALLO et al., 2002; ABATE & AMPOFO, 1996).

A semente é o alimento exclusivo das larvas de *Z. subfasciatus*, que provocam perda de peso, redução do valor nutritivo e do poder germinativo, além da desvalorização comercial do grão (ATHIÉ E PAULA, 2002). Para controle dessa praga são utilizados atualmente tratamentos com inseticidas químicos, que nem sempre são capazes de exterminar as pragas ou evitar reinfestação, resultando em diversos problemas. Para minimizar esses efeitos estudos com controle alternativo vem sendo realizados, através do estudo sobre as defesas químicas naturais das plantas como o uso de óleos essenciais (ALMEIDA et al., 2005).

Os óleos essenciais são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo constituídos principalmente de fenilpropanóides e terpenóides (DE LA ROSA, et al.; 2010). No controle de insetos se destacam aqueles que possuem monoterpenos, diterpenos e sesquiterpenos, que mostram efeito ovicida, larvicida, repelente, antialimentar e efeitos letais (FIELDS et al., 2001; PUNGITORE et al., 2003; BOEKE et al. 2004; ISMAN, 2006; LIU et al., 2006; MAO E HENDERSON, 2010).

Plantas de diversas famílias têm se mostrado promissoras para o controle de insetos-praga, como *Ocimum gratissimum* (L.), que apresentou efeito fumigante para *Sitophilus oryzae* (L), *Tribolium castaneum* (Herbest), *Oryzaephilus surinamensis* (L), *Rhyzopertha dominica* (F) e *Callosobruchus chinensis* (L) (OGENDO et al., 2008). O óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Cymbopogon nardus* tem sido utilizado no controle de *Sitophilus zeamais* e outras pragas de grãos armazenados (OOTANI et al., 2011). *Croton grewioides* também apresentou potencial como agente fumigante *Z. subfasciatus* (SILVA, 2007).

Considerando assim os bons resultados obtidos na utilização de óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a toxicidade por fumigação, o efeito repelente e o efeito residual dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegiodorus* Baill, *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. sobre *Z. subfasciatus* em feijão comum armazenado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

2.1. Criação de *Zabrotes subfasciatus*.

Os insetos foram criados por várias gerações em grãos de feijão com, cv. Rajadinho, acondicionados em recipientes de plástico, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Foram confinados durante três dias para efetuarem a postura, e em seguida retirados e os recipientes estocados até a emergência das novas gerações tendo assim insetos suficientes para utilizar nos experimentos. As criações foram mantidas em temperatura ambiente ($30 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR) e em câmara climática do tipo B.O.D., à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h (Figura 1).



Figura 1: Criação de *Z. subfasciatus* sob condições controladas, em câmara climática tipo B.O.D (temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$) e em temperatura ambiente.

2.2. Eliminação da Infestação e Equilíbrio da Umidade dos Grãos.

Grãos de feijão limpos e secos, utilizados para a criação e experimentos, foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em freezer sob temperatura de -10°C por no mínimo dois dias, para eliminação de eventuais infestações de insetos provenientes do campo. Após à retirada, os grãos foram transferidos para frascos de plástico e mantidos no laboratório com a finalidade de atingirem o equilíbrio higroscópico por algumas horas.

2.3. Plantas e Óleos Essenciais utilizados.

O material botânico utilizado para a produção dos óleos essenciais está listado na tabela 1. O material botânico referente às espécies utilizadas (Figura 2) está depositado no Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) da UFRPE. O óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*) foi adquirido da empresa Florananda Ind. e Com. de cosméticos e produtos naturais LTDA.

Tabela 1: Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais em *Z. subfasciatus*.

Nome Científico	Família	Nome vulgar	Voucher	Local de coleta
<i>Croton heliotropiifolius</i>	Euphorbiaceae	Velame	S.S. Matos, n° 109	Triunfo – PE
<i>Croton pulegiodorus</i>	Euphorbiaceae	Velaminho	S.S. Matos, n° 104	Triunfo – PE
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Anacardiaceae	Aroeira-do-sertão	S.S. Matos, n° 455	Serra Talhada - PE

**Figura 2:** Aspecto geral de *Croton heliotropiifolius* (A), *Myracrodruon urundeuva* (B) e *Croton pulegiodorus* (C). Fonte: Brito, S.S.S.

Os óleos essenciais foram extraídos pelo processo de hidrodestilação, através do equipamento tipo Clevenger modificado, com 200 g de folhas frescas triturada com 3 L de água destilada por duas horas (Figura 3). As frações obtidas foram separadas da água por diclorometano e secas com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4), sendo levadas posteriormente

ao rota-evaporador, onde foi retirado o diclorometano, obtendo-se então o óleo essencial (Figura 4).

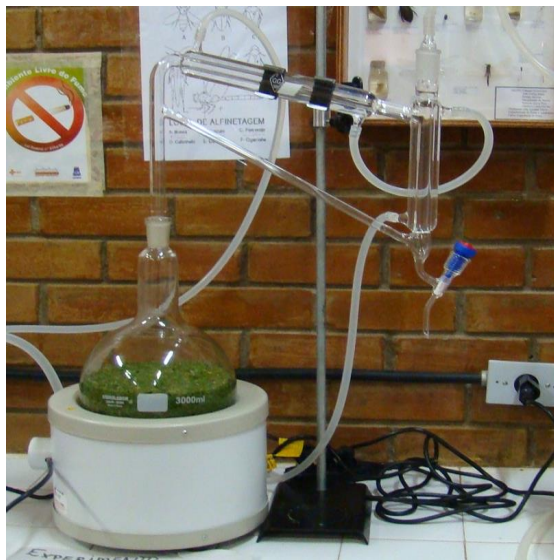


Figura 3: Processo de hidrodestilação utilizando o equipamento tipo Clevenger para obtenção do óleo essencial.

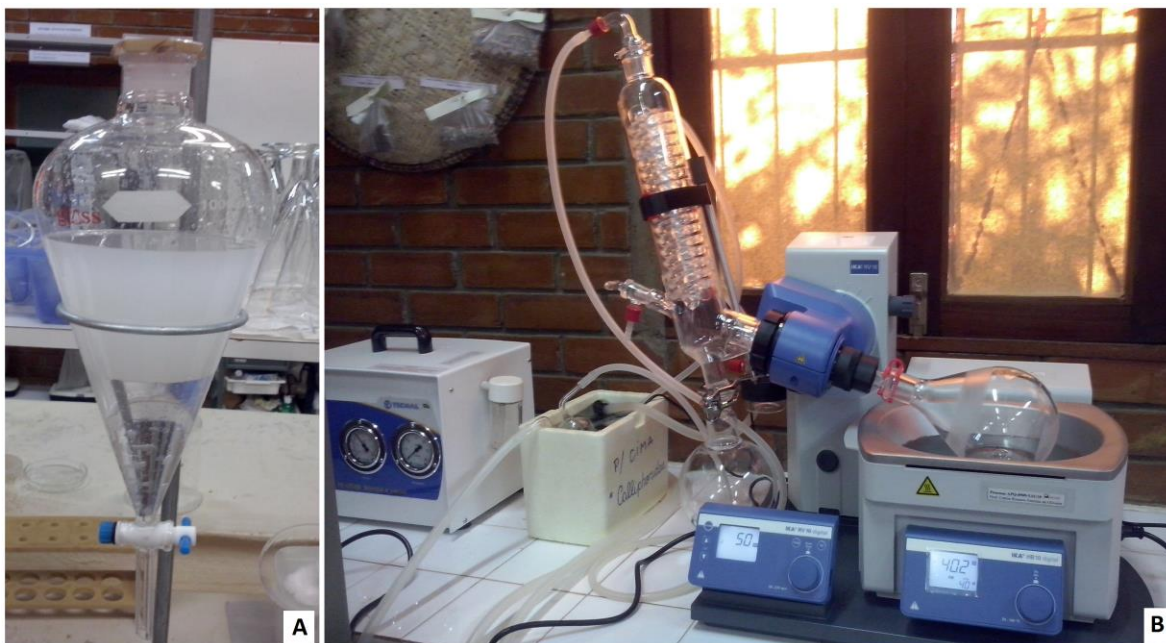


Figura 4: Funil de separação (A) e rota-evaporador acoplado à bomba de vácuo e pressão (B), para extração de óleo essencial.

2.4. Teste de toxicidade por fumigação.

Na avaliação do efeito fumigante dos óleos essenciais sobre adultos de *Z. subfasciatus*, foram utilizadas câmaras de fumigação (Adaptado de Aslan *et al.* 2004), compostas de recipientes de vidro com volume de 1,0 L onde foram confinados 10 insetos adultos de *Z. subfasciatus* (Figura 5). Foram testadas cinco dosagens (0,0, 5, 10, 15 e 20 μL / L de ar) de quatro óleos individualmente, os quais foram impregnados com pipetador automático, em tiras de papel filtro de 5 x 2 cm fixadas na superfície inferior da tampa dos recipientes. Para evitar o contato dos insetos com o óleo foi utilizado um tecido poroso (filó) entre a tampa e o recipiente. A avaliação foi feita após 48 horas sem interrupção, avaliando-se a porcentagem de mortalidade dos insetos adultos de *Z. subfasciatus*. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições cada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão, por meio do programa ASSISTAT, versão 7.6 Beta (SILVA, 2013).



Figura 5: Câmaras de fumigação para a utilizadas nos testes de toxicidade por fumigação.

2.5. Efeito repelente de óleos essenciais.

O experimento foi conduzido em arenas compostas de dois recipientes plásticos, interligados simetricamente a uma caixa central por dois tubos plásticos (Figura 6). Foram colocados 20g de grãos de feijão em cada recipiente, sendo um sem óleo (testemunha) e o

outro tratado com óleo, e na caixa central foram liberados 10 insetos adultos de *Z. subfasciatus*. Após cinco dias contabilizou-se o número de adultos atraídos para cada tratamento. Após 12 dias o número de ovos foi contabilizado sendo os grãos acondicionados em outros recipientes plásticos até a emergência de novos adultos e o peso dos grãos, obtendo a perda de massa.

O Índice de Repelência (IR) foi calculado pela fórmula: $IR = 2G / (G + P)$, onde G = % ovos e insetos emergidos no tratamento e P = % de ovos e insetos emergidos 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 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, o óleo é repelente; se a média for maior que 1 + DP o óleo é atraente e se a média estiver entre 1 - DP e 1 + DP o óleo é considerado neutro. Este índice é uma adaptação da fórmula citada por Lin et al. (1990), para o índice de consumo.

O percentual médio de redução de ovos foi calculado segundo a fórmula adaptada de Obeng-Ofori (1995): $PR = [(NC - NT) / (NC + NT) \times 100]$, sendo PR = porcentagem de redução; NC = número de ovos na testemunha e NT = número de ovos no óleo.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo avaliados quatro óleos em quatro dosagens cada (0,0, 5, 10, 15 e 20 $\mu\text{L} / \text{L}$ de ar). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de T ($P < 0,05$) utilizando o programa SASM – Agri (CANTERI, 2001).



Figura 6: Arenas utilizadas nos testes de repelência.

2.6. Efeito Residual de Óleos Essenciais no Controle de *Z. subfasciatus*.

Avaliou-se a atividade inseticida de óleos essenciais na concentração de 20 $\mu\text{L}/20\text{g}$. Grãos de feijão comum foram acondicionados em recipientes de plástico e impregnados com os óleos, mediante pipetador automático, e agitados manualmente durante dois minutos. Logo após a impregnação e com 30 e 60 dias, foram retiradas quatro sub-amostras de 20g de cada tratamento, as quais foram acondicionadas em recipientes de plástico e confinadas com 10 adultos de *Z. subfasciatus* (com 0-48 horas de idade) durante cinco dias. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (4 óleos e testemunha) e cinco repetições. Na avaliação da eficiência dos óleos utilizaram-se os parâmetros: mortalidade de adultos, após cinco dias do confinamento dos insetos; número de ovos viáveis após 12 dias e número de insetos emergidos, aos 36 dias após a infestação. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando o programa SASM – Agri (CANTERI, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste de toxicidade por fumigação.

Os resultados demonstraram que o óleo essencial de *O. basilicum* ocasionou 100% de mortalidade dos adultos de *Z. subfasciatus* em todas as dosagens (Figura 7), o mesmo comportamento foi observado para o óleo essencial de *C. pulegioidorus* (Figura 8). Para o óleo de *C. heliotropiifolius* as mortalidades encontradas foram baixas, chegando apenas a 35% na maior dosagem utilizada (Figura 9). Para o óleo essencial de *Myracrodruon urundeuva* nenhuma das dosagens utilizadas provocou mortalidade, sendo todos os valores igual a zero e, portanto, a análise não pode ser efetuada. Folhas de *O. canum* Sims provocou em pequenas concentrações após 48 horas, 50% de mortalidade de fêmeas e 100% de machos de *Z. subfasciatus* (WEAVER et al., 1991).

O gênero *Ocimum* possui plantas classificadas como condimentares, medicinais ou aromáticas, importantes fontes de óleo essencial. Diversos autores tem pesquisado o potencial deste gênero sobre pragas de produtos armazenados (JEMBERE et al., 1995; BEKELE et al., 1997; OBENG-OFORI et al., 1997). *O. basilicum* apresenta grande importância econômica, e em sua composição química foi constatada a presença de oito compostos, sendo o linalol (78,35%) e o geraniol (15,95%) classificados como componentes majoritários (VIEIRA & SIMON, 2000). Weaver et al. (1991) também constataram a presença do linalol, substância com ação inseticida, no óleo essencial de *Ocimum canum* Sims (alfavaquinha).

O potencial inseticida do óleo essencial de diferentes variedades de *O. basilicum* foi testado para outra importante praga de grãos armazenados, *Rhyzopherta dominica*, praga chave em cereais. Foi demonstrado que o componente (E)-anetol a 880 ppm foi tóxico para esta praga (LOPEZ et al., 2008). O óleo de *Ocimum gratissimum* L. também foi testado contra adultos de *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) e *R. dominica*, e seus componentes β -(Z) ocimeno e eugenol causaram efeitos fumigante e repelente (OGENDO et al., 2008).

Estudos fitoquímicos realizados com algumas espécies de *Croton*, de ocorrência brasileira, têm proporcionado o isolamento de 109 compostos pertencentes as mais variadas classes estruturais, tais como diterpenos (35,6%), alcalóides (24,8%) flavonóides (12,8%) e triterpenos (11%) (TORRES, 2008). Outra espécie, *C. grewoides* também mostrou atividade inseticida quando avaliada sobre *Z. subfasciatus*, sendo que o óleo essencial da folha revelou maior ação fumigante que o valor estimado para o óleo de caule (SILVA,

2007). De acordo com Almeida et al. (1999), o extrato alcoólico de *C. tiglium* Willd ocasionou 99% de mortalidade de *Sitophilus zeamais* Motsch. Óleos essenciais de plantas do gênero *Eucalyptus* também mostraram-se eficientes no controle de *Z. subfasciatus* e *C. maculatus* pelo processo de fumigação, sendo que as porcentagens de ovos viáveis e as de adultos emergidos das duas espécies de carunchos sofreram redução com a aplicação de três óleos essenciais (BRITO et al., 2006).

Brito (2011), ao avaliar os óleos de *Cymbopogon* sp. e *Baccharis trimera* via fumigação sobre *Z. subfasciatus*, observou que o óleo essencial de *Cymbopogon* sp. na dosagem 5 µL causou 50% de mortalidade, chegando na sua maior dosagem (20 µL) a uma mortalidade de 100%. Já o óleo de *B. trimera* a partir da dosagem 1,25 µL já ocasionou mortalidade superior a 50%, podendo ser utilizada diminuindo os custos para o controle deste inseto.

Segundo Tinkeu et al. (2004) a principal propriedade de um fumigante é a sua capacidade de difusão na massa de grãos, pois a difusão de um gás depende principalmente do seu peso molecular e seu ponto de ebulição. Quanto menores esses valores, maior é a velocidade de difusão tornando o controle mais eficiente. A mortalidade dos insetos durante o controle é apenas um dos efeitos a serem atingidos no controle de pragas com plantas inseticidas. Com a quantidade de matéria-prima a ser utilizada para atingir a mortalidade será elevada, pois necessita de alta concentração do produto tornando-o mais caro e inviável. Assim a finalidade principal no controle alternativo com plantas inseticidas é que estas causem efeitos secundários como reduzir a oviposição, a alimentação e a reprodução dos mesmos (VENDRAMIM E CASTIGLIONI, 2000).

3.2. Efeito repelente de óleos essenciais.

Baseando-se nos índices de repelência, o óleo de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* apresentaram em todas as dosagens pelo intervalo de segurança classificação como repelentes. Para o óleo de *C. heliotropiifolius* apenas a dose 20 µl foi classificada como neutra e as demais repelentes. Já o óleo de *M. urundeuva* mostrou o comportamento contrário, já que apenas a dosagem 20 µl mostrou-se repelente e as demais todas classificadas como neutras (Tabela 2).

Outros óleos também apresentaram efeito repelente em *Z. subfasciatus* como o óleo de *E. citriodora* a partir da concentração de 7,6 µL/20g de grãos e o óleo de *E. staigeriana*, a partir de 8,0 µL/20g (ALVES, 2012). Brito (2011) ao avaliar o efeito repelente dos óleos essenciais de *Cymbopogon* sp., *B. trimera* e *Cymbopogon* sp sobre *Z. subfasciatus*, observou que todos os óleos possuem efeito repelente, entretanto o óleo de *Cymbopogon* sp demonstrou esse efeito independente da dosagem utilizada. Óleos das plantas *Cymbopogon* spp., *Ocimum* spp. e *Eucaliptus* spp. também foram destacadas por possuírem efeito repelente contra insetos por (NERIO et al. (2010).

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 E CARR, 1995).

As espécies de *Croton* possuem constituintes químicos com diversas propriedades biológicas, por isso este gênero está classificado como o mais rico da família como fonte de compostos bioativos (GUERRERO et al., 2004). A análise da composição química das espécies revelou a presença de monoterpenóides, sesquiterpenóides e fenilpropanóides como constituintes majoritários (TORRES, 2008; SANTANA, 2011). Os monoterpenos são encontrados em maior quantidade nos óleos essenciais e são responsáveis pelos distúrbios fisiológicos e comportamentais dos insetos, o que explica a escolha do inseto ao feijão não tratado com o óleo essencial, assim como a sua preferência para oviposição e alimentação (COITINHO et al., 2011). Várias espécies foram registradas na Caatinga em Pernambuco, e são conhecidas popularmente por velame ou marmeleiro, sendo utilizadas para os mais variados fins.

As porcentagens de redução da oviposição variaram de 13,6% a 100%, destacando-se os óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e de *O. basilicum*, que proporcionaram reduções superiores a 79% (Tabela 3). Por outro lado as porcentagens de redução de adultos emergidos variaram de 33% a 100%. Conseqüentemente os óleos que foram classificados como repelentes proporcionaram altas reduções da oviposição e altas reduções de emergência de adultos. Estes correspondem a *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* com 100% de redução em todas as dosagens utilizadas (Tabela 3). Por outro lado, o óleo essencial de *C. heliotropiifolius* proporcionou altas reduções na emergência nas doses mais altas (15µL

e 20 μ L). Estes resultados corroboram com Coitinho (2009) que afirma que a ação repelente é uma propriedade importante no controle de pragas de grãos armazenados, mostrando que quanto maior a repelência menor será a infestação, com conseqüente redução da postura e do número de insetos emergidos.

Alguns estudos demonstraram que os óleos essenciais afetam diretamente o desenvolvimento embrionário dos ovos, reduzindo assim a emergência de novos adultos, causando efeitos ovicida/larvicida (TAPONDJOU et al., 2005; KETOK et al., 2005). O óleo de *L. gracillis* também apresentou elevada eficiência na mortalidade, redução do número de ovos viáveis e emergência de *Z. subfasciatus* em grãos de feijão comum armazenado (COITINHO et al., 2006), ratificando tais afirmativas.

3.3. Efeito residual de óleos essenciais.

As maiores mortalidades de *Z. subfasciatus* observadas foram de 100% para *C. pulegiodorus* e de 90% para *O. basilicum* na primeira avaliação, logo após a impregnação, ocorrendo diferença estatística entre eles os demais óleos e a testemunha (Tabela 4). Aos 30 dias de armazenamento, apenas *C. heliotropiifolius* continuou provocando altas mortalidades, diferindo estatisticamente dos demais óleos e da testemunha. Por outro lado, após 60 dias de armazenamento, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. .

Zewde & Jember (2010), avaliando o uso da casca de laranja (*Citrus sinensis*) em três formas (extrato, óleo essencial e pó seco) para o controle de *Z. subfasciatus* observaram que os extratos não apresentaram efeito tóxico. Porém, após 24 horas da aplicação o óleo essencial provocou 100% de mortalidade, e a medida que o período de exposição aumentava a mortalidade diminuía, mostrando que o óleo perde seu efeito residual com o passar do tempo.

Observou-se, no presente estudo, que no período após a impregnação, como os óleos de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* ocasionaram altas mortalidades, implicaram em um número de ovos baixo comparado aos demais (Tabela 5), afetando também o número de adultos emergidos (Tabela 6). O óleo de *C. pulegiodorus* pode ter ocasionado um efeito ovicida/larvicida, o que implicou em poucos adultos emergidos (Tabela 6). Foi constatado que os óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e de *O. basilicum* podem ser utilizados no controle de *Z. subfasciatus* pois provocam altas mortalidades logo após a impregnação.

Além disso, apresentaram efeito ovicida/larvicida diminuindo a ocorrência dessa praga durante o armazenamento, aumentando assim o tempo e a qualidade dos grãos e sementes.

4. CONCLUSÕES

Cada vez mais os produtos naturais extraídos de plantas vêm sendo utilizados como alternativa no controle de pragas de grãos armazenados, devido características únicas como ser renováveis, biodegradáveis, dificultam o surgimento de resistência, não deixam resíduos nos alimentos e são de baixo custo e seguros aos aplicadores, o que os torna mais acessível e promissores no controle de adultos de *Z. subfasciatus*.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que os óleos essenciais de *O. basilicum* e *C. pulegioidorus* se destacaram e são promissores para o manejo integrado de *Z. subfasciatus* em feijão comum armazenado, devido aos efeitos sobre a mortalidade e a redução na oviposição e emergência de adultos deste coleóptero, bem como pelo efeito residual nos grãos tratados.

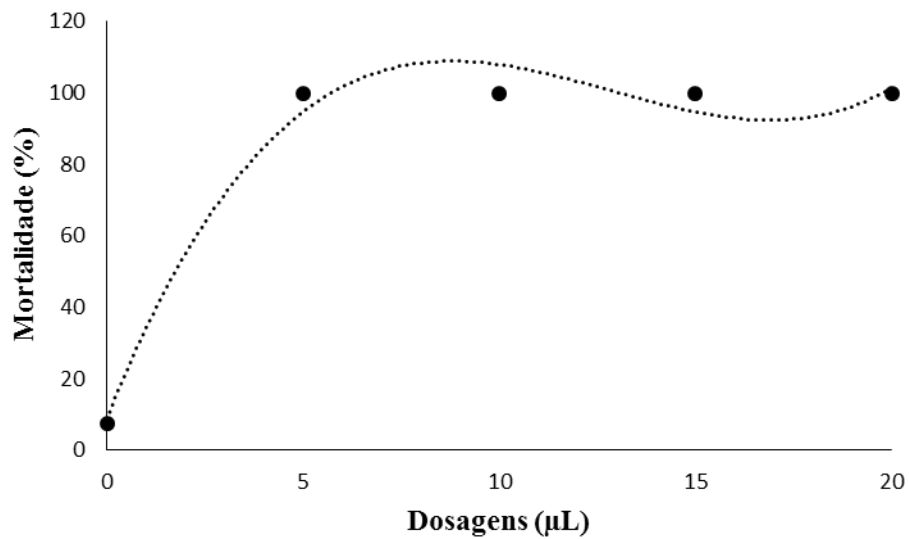


Figura 7: Mortalidade de *Z. subfasciatus* em feijão comum, tratado com óleo essencial de *Ocimum basilicum* (L) sob fumigação. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h ($y = 0,03083x^3 - 0,5396x^2 + 3,854x + 0,75$; $F = 684,5$; $r^2 = 0,99$; $P < 0,001$).

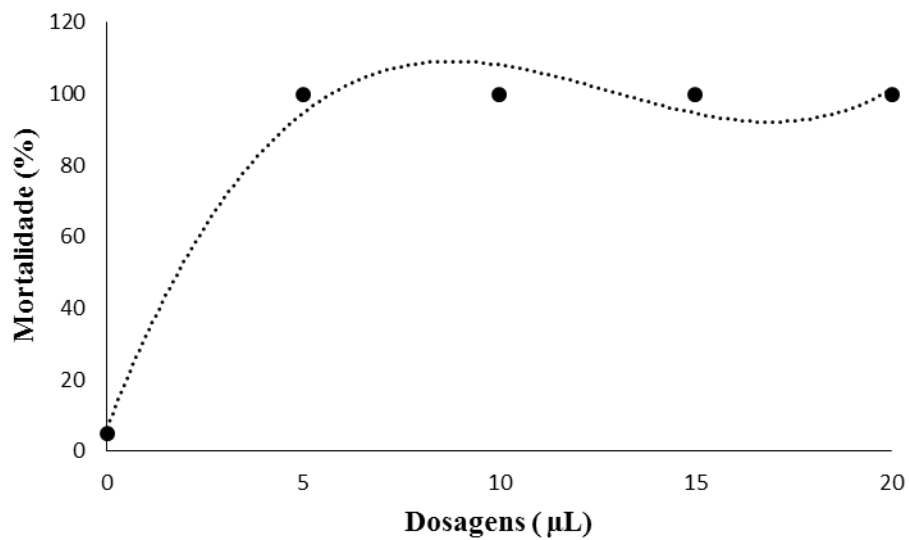


Figura 8: Mortalidade de *Z. subfasciatus* em feijão comum, tratado com óleo essencial de *Croton pulegiodorus* sob fumigação. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h ($y = 0,0316x^3 - 0,5541x^2 + 3,958x + 0,50$; $F = 180,5$; $r^2 = 0,99$; $P < 0,001$).

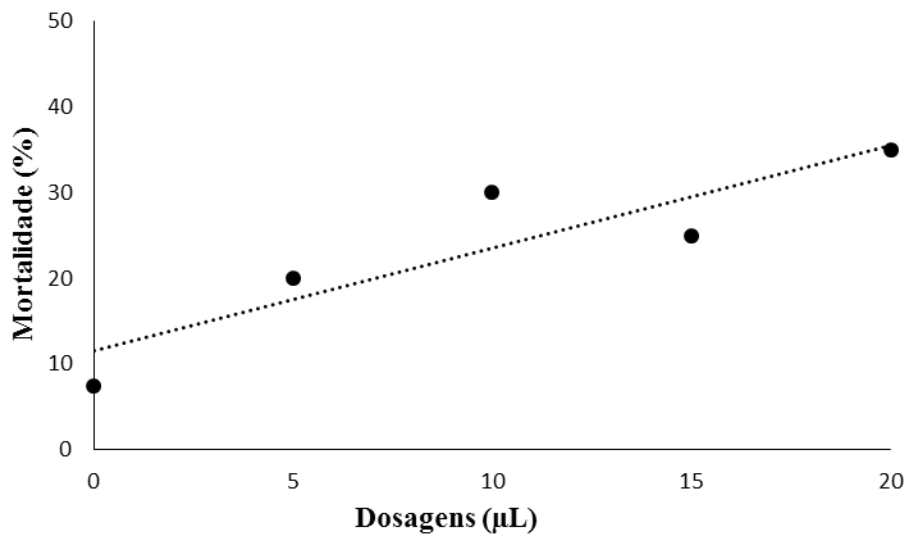


Figura 9: Mortalidade de *Z. subfasciatus* em feijão comum, tratado com óleo essencial de *Croton heliotropiifolius* sob fumigação. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h ($y = 1,2x + 11,5$; $F = 4,62$; $r^2 = 0,81$; $P < 0,05$).

Tabela 2: Efeito repelente de óleos essenciais sobre adultos de *Z. subfasciatus* em grãos de feijão comum tratados. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{L}/20\text{g}$)	IR ($M \pm DP$) ¹	IS ²
<i>Croton heliotropiifolius</i>	5	0 ± 0	R
	10	0 ± 0	R
	15	0 ± 0	R
	20	$0,4 \pm 0,89$	N
<i>Croton pulegiodorus</i>	5	0 ± 0	R
	10	0 ± 0	R
	15	0 ± 0	R
	20	0 ± 0	R
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	$0,81 \pm 0,50$	N
	10	$0,85 \pm 0,48$	N
	15	$0,83 \pm 0,47$	N
	20	$0,53 \pm 0,43$	R
<i>Ocimum basilicum</i>	5	0 ± 0	R
	10	0 ± 0	R
	15	0 ± 0	R
	20	0 ± 0	R

¹ Índice de Repelência = $2G/(G+P)$, onde G = % de ovos e insetos emergidos no tratamento e P = % de ovos e insetos emergidos na testemunha; DP = desvio Padrão.

² IS = Intervalo de segurança.

R = repelente; A = atraente; N = neutro.

Tabela 3: Porcentagem de redução do número de ovos depositados por adultos de *Z. subfasciatus* em grãos de feijão comum tratados com óleos essenciais. Temp: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{L}/20\text{g}$)	REDUÇÃO DA POSTURA (%)	REDUÇÃO DO N° DE ADULTOS EMERGIDOS (%)
<i>Croton heliotropiifolius</i>	5	13,6	33,33
	10	NF*	NF*
	15	43,86	100
	20	28,68	80
<i>Croton pulegiodorus</i>	5	79,6	100
	10	100	100
	15	98,01	100
	20	94,83	100
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5		
	10	25,09	57,14
	15	37,09	46,94
	20	45,85	34,52
<i>Ocimum basilicum</i>	5	23,6	20,33
	10	100	100
	15	79,89	100
	20	99,02	100
		95,81	100

* Não se adequou a fórmula.

1 Desvio Padrão.

Tabela 4: Porcentagem de mortalidade (média \pm EP) de *Z. subfasciatus* em feijão comum tratado com óleos essenciais, na concentração de 20 μ L/20g, infestado cinco dias após diferentes períodos de armazenamento. Temp: 25 \pm 2°C; UR: 60 \pm 5% UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTO	ARMAZENAMENTO (DIAS)		
	APÓS A IMPREGNAÇÃO	30	60
TESTEMUNHA	18 \pm 9,16 A b	10 \pm 0 A bc	4 \pm 2,45 A a
<i>Croton</i> <i>heliotropiifolius</i>	16 \pm 4,0 A b	20 \pm 4,47 A b	24 \pm 11,22 A a
<i>Croton</i> <i>pulegiodorus</i>	100 \pm 0,0 A a	46 \pm 5,09 B a	4 \pm 2,4 C a
<i>Myracrodruon</i> <i>urundeuva</i>	16 \pm 5,10 A b	4 \pm 2,45 A c	16 \pm 8,12 A a
<i>Ocimum</i> <i>basilicum</i>	90 \pm 5,47 A a	0 \pm 0 B c	12 \pm 3,74 B a

- As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

- As médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5: Número de ovos (média \pm EP) de *Z. subfasciatus* em feijão comum tratado com óleos essenciais, na concentração de 20 μ L/20g, infestado cinco dias após diferentes períodos de armazenamento. Temp: 25 \pm 2°C; UR: 60 \pm 5% UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTO	ARMAZENAMENTO (DIAS)		
	APÓS A IMPREGNAÇÃO	30	60
TESTEMUNHA	150,2 \pm 24,77 A ab	221,2 \pm 19,71 A a	75,6 \pm 9,82 B a
<i>Croton</i> <i>heliotropiifolius</i>	116,2 \pm 19,66 A abc	81,4 \pm 7,56 A c	80 \pm 10,35 A a
<i>Croton</i> <i>pulegiodorus</i>	0,2 \pm 0,2 B c	78,2 \pm 11,44 A c	124,4 \pm 28,33 A a
<i>Myracrodruon</i> <i>urundeuva</i>	207,4 \pm 68,46 A a	148,8 \pm 21,44 A b	79 \pm 13,98 A a
<i>Ocimum</i> <i>basilicum</i>	14 \pm 6,03 C bc	167,9 \pm 14,83 A ab	70,2 \pm 4,89 B a

- As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

- As médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6: Número de adultos (média \pm EP) de *Z. subfasciatus* em feijão comum tratado com óleos essenciais, na concentração de 20 μ L/20g, infestado cinco dias após diferentes períodos de armazenamento. Temp: 25 \pm 2°C; UR: 60 \pm 5% UR e escotofase de 24h.

TRATAMENTO	ARMAZENAMENTO (DIAS)		
	APÓS A IMPREGNAÇÃO	30	60
TESTEMUNHA	73,8 \pm 16,95 A a	59,4 \pm 7,06 A a	50,8 \pm 5,12 A a
<i>Croton</i>			
<i>heliotropiifolius</i>	58,6 \pm 9,3 A a	65,2 \pm 9,2 A a	61,9 \pm 9,25 A a
<i>Croton</i>			
<i>pulegiodorus</i>	0,4 \pm 0,4 A b	1,8 \pm 1,1 A b	0,2 \pm 0,2 A b
<i>Myracrodruon</i>			
<i>urundeuva</i>	77,8 \pm 10,95 A a	67,8 \pm 10,12 A a	55,4 \pm 5,68 A a
<i>Ocimum</i>			
<i>basilicum</i>	3 \pm 2,76 C b	88,6 \pm 8,91 A a	52,8 \pm 3,86 B a

- As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
 - As médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABATE, T., AMPOFO, J.K.O. Insect pests of beans in Africa: their ecology and management. **Annual Review of Entomology**, v. 4, p. 45-73, 1996.
- ALMEIDA, F.A.C., A.C. GOLDFARB & J.P.G. GOUVEIA. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* spp. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 1:13-20, 1999.
- ALVES, S. M. Toxicidade e repelência de óleos essenciais no manejo de *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE) em grãos de *Phaseolus vulgaris* L. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Departamento de Entomologia Agrícola. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

- ASLAN, I; ÖZBEK, H; ÇALMASUR, Ö; AHIN, F. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.19, n.2, p.167-173, 2004.
- ATHIÉ, I.; PAULA, D.C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, p. 23, 2002.
- BEKELE, A.J., OBENG-OFORI, D., HASSANALI, A. Evaluation of *Ocimum kenyense* as a source of repellents, toxicants and protectants in storage against three major stored product insect pests. **Journal of Applied Entomology** 121, 169–173, 1997.
- BOEKE, S. J.; BAUMGART, I. R.; VAN LOON, J. J. A.; VAN HUIS, A., DICKE, M. AND KOSSOU, D. K. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Stored Products Research**, v. 40, n. 4, p. 423-438, 2004.
- BRITO, J.P.; BAPTISTUSSI, R.C.; FUNICHELLO, M.; OLIVEIRA, J.E.M.; BORTOLI, S.A. de. Efecto de aceites esenciales de *Eucalyptus* ssp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.,1833) (Coleoptera: Bruchidae) y *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) en dos especies del frijoles. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v.32, p.573-580, 2006.
- BRITO, S.S.S. **Avaliação do potencial inseticida de óleos essenciais sobre *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE) em feijão armazenado**. 34 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2011.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em

experimentos agrícolas pelos métodos Scoft-knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

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

COITINHO, R. L. B. de C.; OLIVEIRA, J. V.; JUNIOR, M. G. C. G.; CÂMARA, C. A.G. Efeito residual de inseticidas naturais no Controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.19, n.2, p.183-191, abril/junho 2006.

COITINHO, R. L. B. de C. **Atividade inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* mots. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**. 62 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Departamento de Entomologia Agrícola. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

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

DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. 1º ed. Wiley-Blackwell. Iowa, USA, v.1, p. 382, 2010.

FIELDS, P. G.; XIE, Y. S. AND HOU, X. Repellent effect of pea (*Pisum sativum*) fractions against stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, n. 4, p. 359-370, 2001.

GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BAPTISTA, E. BERTI FILHO, J.R.P. PARRA, R.A. ZUCCHI, S.B. ALVES, J.D.

- VENDRAMIM, L.C. MARCHINI, J.R.S. LOPES & C. OMOTO. 2002. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- GUERRERO, M.F., P. PUEBLA, R. CARRÓN, M.L. MARTÍN & L. SAN ROMÁN. Vasorelaxant effect of new *neo*-clerodane diterpenoids isolated from *Croton schiedeanus*. **Journal of Ethnopharmacology**. 94: 185-189, 2004.
- ISMAN, M. B. Botanical Insecticides, Deterrents, and Repellents in Modern Agriculture and an increasingly regulated World. **Annual Review of Entomology**, v. 51, n. 1, p. 45-66, 2006.
- JEMBERE, B., OBENG-OFORI, D., HASSANALI, A., 1995. Products derived from the leaves of *Ocimum kilimandscharicum* (Labiatae) as post-harvest grain protectants against the infestation of three major stored product insect pests. **Bulletin of Entomological Research** 85, 361–367
- KETOH, K. G.; KOUMAGLO, H. K.; GLITHO, I. A. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) development by using essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae) and the wasp *Dinarmus basalis* Rond. (Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Stored Products Research**, oxford, v. 41, n. 4, p. 363-371, 2005.
- LIN, H.; KOGAN, M & D. FISCHER. Induced resistance in soybeans to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): Comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology** 19; (6) – 1852-1857, 1990.
- LIU, C. H.; MISHRA, A. K. AND TAN, R. X. Repellent, insecticidal and phytotoxic activities of isoalantolactone from *Inula racemosa*. **Crop Protection**, v. 25, n. 5, p. 508-511, 2006.

- LOPEZ, M. D., M.J. JORDAN & M.J. PASCUAL-VILLALOBOS. Toxic compounds in essential oils of coriander, caraway and basil active against stored rice pests. **Journal of Stored Products Research**. 44: 273-278, 2008.
- MAO, L. AND HENDERSON, G. Evaluation of potential use of nootkatone against maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and rice weevil [*S. oryzae* (L.)] (Coleoptera:Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 46, n. 2, p. 129-132, 2010.
- NERIO, L.S., O.V. JESUS & E. STASHENKO. Repellent activity of essential oils: A review. **Bioresour. Technol.** 101: 372-378, 2010.
- OBENG-OFORI, D. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 77, p. 133-139, 1995.
- OBENG-OFORI, D., REICHMUTH, C., BEKELE, A.J., HASSANALI, A. Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* against stored product beetles. **Journal of Applied Entomology** 121, 237–243, 1997.
- OGENDO, J.O., M. KOSTYUKOVSKY, U. RAVID, U., J.C. MATASYOH, A.L. DENG, E.O. OMOLO, S.T. KARIUKI & E. SHAYA. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. **Journal of Stored Products Research**. 44: 328-334, 2008.
- OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W. S.; MELLO, A. V.; DIDONET, J.; PORTELLA, A. C. F.; NASCIMENTO, I. R. Toxicidade de Óleos Essenciais de Eucalipto e Citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 609-618, 2011.

- PIMBERT, M., PIERRE, D. Ecophysiological aspects of bruchid reproduction. I. The influence of pod maturity and seeds of *Phaseolus vulgaris* and the influence of insemination on the reproductive activity of *Zabrotes subfasciatus*. **Ecological Entomology**, v. 8, p. 87-94, 1983.
- PUNGITORE, C. R.; GARCIA, M.; GIANELLO, J. C.; SOSA, M. E. AND TONN, C. E. Insecticidal and antifeedant effects of *Junellia aspera* (Verbernaceae) triterpenes and derivatives on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 41, n. 4, p. 433-443, 2003.
- SILVA, C. G. V. **Bioatividade de extratos etanólicos de *Croton* sobre *Plutella xylostella* (L.) e Ação fumigante e composição química de óleos essenciais de *Croton grevioides* (Baill.) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman)**. 56p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2007.
- SILVA, F. de A.S. e. **ASSISTAT** versão 7.6 beta. Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 16 set. 2013.
- 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.
- 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.

- TAPONDJOU, A.; ADLER, C.; FONTEM, D.; BOUDA, H.; REICHMUTH, C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 41, n. 1, p. 91-102, 2005.
- 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.
- VIEGAS JÚNIOR, C. 2003. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, 26:390-400.
- VIEIRA, R.F. & SIMON, J.E. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economic Botany**, 54: 207-216, 2000.
- WEAVER, D.K.; NTEZURUBANZA, L.; JACKSON, L.L.; STOCK, D.T. The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled *Ocimum canum* Sins. (Lamiaceae), for protection against postharvest damage by certain stored product. **Journal of Stored Products Research**, Exter, v.27, n.4, p.213-220, 1991.
- ZEWDE, D. K.; JEMBERE, B. Evaluation of orange peel *citrus sinensis* (l) as a source of repellent, toxicant and protectant against *Zabrotes subfasciatus* (coleoptera: bruchidae). **Mekelle University**, v. 2, n. 1, p. 61-75, 2010.

CAPÍTULO III

VIABILIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS

RESUMO

Para a manutenção da qualidade fisiológica e o vigor das sementes, é necessário o tratamento de forma eficiente e econômica, já que a fase do armazenamento é uma etapa importante e onde ocorre o ataque de insetos ocasionando perdas significativas. Neste sentido, o tratamento de sementes com óleos essenciais é um método alternativo ao uso de inseticidas convencionais que auxilia no manejo integrado de pragas. Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegiodorus* Baill, *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. sobre o potencial fisiológico das sementes de feijão caupi *Vigna unguiculata*, cv IPA 206. Os óleos essenciais foram utilizados nas dosagens de 0, 5, 10, 15 e 20 μ L, e os resultados submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Não foram observadas diferenças significativas para a germinação de sementes de *V. unguiculata* quando tratadas com os óleos de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus* e *O. basilicum*, porém a germinação foi reduzida ao aumentar a dosagem utilizada. Por outro lado, para o óleo de *M. urundeuva* a menor dosagem (5 μ L) apresentou maior porcentagem de plantas emergidas (18,75 %), diferindo apenas da testemunha. Também não foram observadas diferenças significativas para as variáveis índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência e coeficiente de velocidade de emergência, o que indica que os óleos essenciais utilizados não afetam o potencial germinativo das sementes, independente da dosagem utilizadas.

Palavras-chave: Qualidade fisiológica, armazenamento, controle alternativo.

ABSTRACT

For the maintenance of physiological quality and vigor of the seeds, it is necessary to treat efficiently and cost effectively, since the phase of storage is an important step and where occurs the attack of insects causing significant losses. In this sense, the seed treatment with essential oils is an alternative method to the use of conventional insecticides that assists in integrated pest management. Thus the present study aimed to evaluate the influence of essential oils of *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegioidorus* Baill, *Myracrodruon urundeuva* Allemão and *Ocimum basilicum* L. on the physiological potential of bean seeds cowpea *Vigna unguiculata* cv IPA 206. The essential oils were used in dosages of 0, 5, 10, 15 and 20 μL , and the results submitted to analysis of variance, and the means were compared by Tukey test at 5% level of probability. No significant differences were observed for the germination of seeds of *V. unguiculata* when treated with oils of *C. heliotropiifolius*, *C. pulegioidorus* and *O. basilicum*, but germination was reduced by increasing the dosage. On the other hand, for the oil of *M. urundeuva* the lower dosage (5 μL) had a higher percentage of emerged plants (18.75 %), differing only on the witness. There were also no significant differences for the variables speed index of emergency, emergency speed coefficient and emergency speed, which indicates that the essential oils used does not affect the germination of seeds, regardless of the dosage used.

Keywords: physiological quality, storage, alternative control.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-de-corda ou feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma planta anual herbácea, largamente distribuída no mundo, principalmente nas regiões tropicais e semi-tropicais sendo a leguminosa de grãos mais cultivadas no semiárido brasileiro (ALMEIDA et al., 2009). É utilizado de diversas formas na agricultura como forragem, feno, ensilagem e excelente fixação biológica de nitrogênio, vantagem que facilita o seu cultivo em solos pobres em nitrogênio (BATISTA, et al, 2012; SILVA, et al., 2011).

O armazenamento é a etapa no beneficiamento que ocorre a maior influência de fatores externos e internos na viabilidade das sementes, como qualidade fisiológica inicial, condições climáticas durante a maturação, grau de umidade, temperatura de armazenamento e, principalmente, a ação de patógenos e insetos (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Neste sentido, os coleópteros *Callosobruchus maculatus*, *Zabrotes subfasciatus* e *Acanthoscelides obtectus* são causadores de grandes perdas durante o armazenamento, que podem chegar a 10% do total produzido (MONTEIRO, 2012).

O emprego de produtos naturais, como o uso de óleos essenciais, constitui-se uma alternativa viável para melhorar a qualidade das sementes, além de controlar insetos-praga. A ação dos óleos essenciais ocorre devido a presença de diferentes compostos químicos, como fenóis, terpenos e alcaloides, dentre outros. Alguns destes compostos podem apresentar uma propriedade inibitória, podendo afetar a germinação de várias espécies de acordo com a concentração utilizada (HRUSKA et al., 1982; PERIOTTO et al., 2004). Esses efeitos inibitórios são frequentemente associados à alelopatia, que pode ser definida como qualquer processo onde as plantas liberam no ambiente metabólitos produzidos por elas e que interferem no desenvolvimento de outros sistemas biológicos, seja de forma positiva ou negativa (MARASCHIN-SILVA, 2006; MAIRESSE, 2007; FAROOQ, 2011).

Algumas pesquisas tem mostrado o efeito do óleo de *Glycine max* (L.) Merr. em sementes armazenadas de *Phaseolus vulgaris* L., não influenciando na germinação e nem na viabilidade das sementes, indicando que este pode ser utilizado no controle das pragas de grãos armazenados, já que não afetam a germinação das sementes (KÉITA et al., 2001; ROEL, 2001). Lopes et al. (2000) observaram que produtos naturais à base de frutos de pimenta do reino moída são eficientes controladores de insetos-praga de feijão caupi

armazenado, e o uso não afetou a qualidade física e fisiológica destas sementes. Alves et al. (2004) avaliaram os efeitos alelopáticos de extratos voláteis de óleos essenciais em cinco diferentes concentrações na germinação e no comprimento de raízes de plântulas de alface. Os autores observaram que os extratos voláteis essenciais de canela, alecrim pimenta, capim-citronela e alfavaca-cravo, reduziram os índices de germinação mostrando efeitos alelopáticos inibitórios. Já o óleo essencial de jaborandi apresentou efeito alelopático benéfico, pois estimulou o crescimento da radícula e não provocou inibição da germinação das sementes de alface.

Por outro lado, alguns efeitos deletérios pode ser causados pelos óleos essenciais, como a redução da porcentagem e da velocidade de germinação de sementes. Jardinetti et al. (2011) avaliaram o efeito de óleos essenciais de hortelã e tomilho na germinação de sementes de milho e verificaram que as sementes submetidas aos tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha, inibindo a germinação.

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar os efeitos dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegioidorus* Baill, *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. sobre o potencial fisiológico das sementes de feijão caupi, cv IPA 206.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada, em condições de viveiro, temperatura ambiente ($30 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR) no município de Serra Talhada – PE.

2.1. Óleos Essenciais utilizados.

O material botânico utilizado para a produção dos óleos essenciais está listado na tabela 1. O material botânico referente às espécies utilizadas (Figura 1) está depositado no Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) da UFRPE. O óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*) foi adquirido da empresa Florananda Ind. e Com. de cosméticos e produtos naturais LTDA.

Tabela 1: Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais em *Vigna unguiculata*.

Nome Científico	Família	Nome vulgar	Voucher	Local de coleta
<i>Croton heliotropiifolius</i>	Euphorbiaceae	Velame	S.S. Matos, nº 109	Triunfo - PE
<i>Croton pulegiodorus</i>	Euphorbiaceae	Velaminho	S.S. Matos, nº 104	Triunfo - PE
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Anacardiaceae	Aroeira-do-sertão	S.S. Matos, nº 455	Serra Talhada - PE

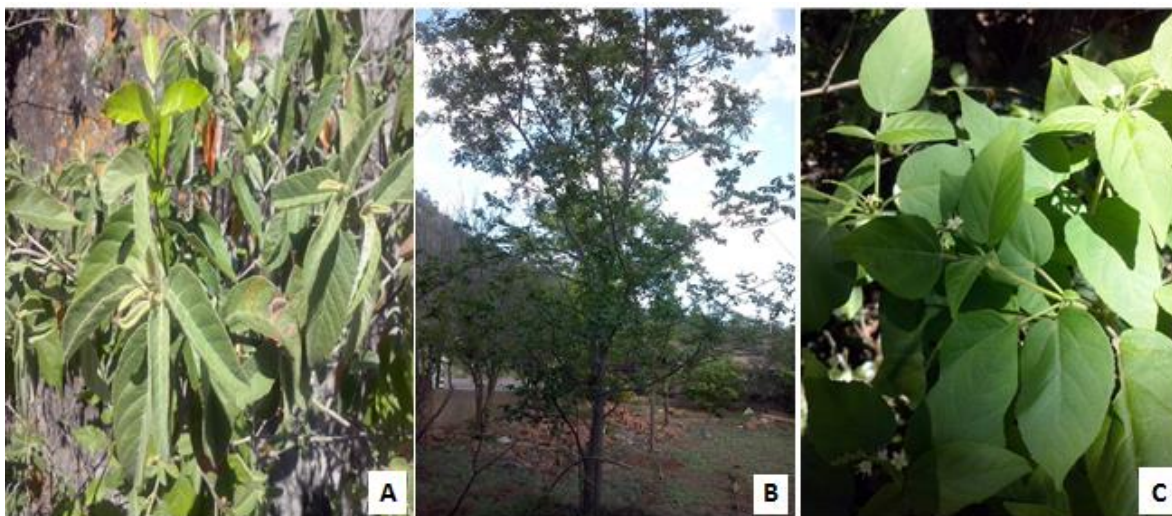


Figura 1: Aspecto geral de *Croton heliotropiifolius* (A), *Myracrodruon urundeuva* (B) e *Croton pulegiodorus* (C). Fonte: Brito, S.S.S.

Os óleos essenciais foram extraídos pelo processo de hidrodestilação, através do equipamento tipo Clevenger modificado, com 200 g de folhas frescas triturada com 3 L de água destilada por duas horas (Figura 2). As frações obtidas foram separadas da água por diclorometano e secas com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4), sendo levadas posteriormente

ao rota-evaporador, onde foi retirado o diclorometano, obtendo-se então o óleo essencial (Figura 3).



Figura 2: Processo de hidrodestilação utilizando o equipamento tipo Clevenger, para obtenção do óleo essencial.



Figura 3: Funil de separação (A) e rota-evaporador acoplado à bomba de vácuo e pressão (B), para extração de óleo essencial.

2.2. Bioensaio de germinação.

Foram utilizadas sementes de feijão caupi, cv IPA 206, tratadas com os óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegiodorus* Baill, *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. em diferentes dosagens (0.0 µL, 5 µL, 10 µL, 15 µL e 20 µL). As sementes foram diretamente impregnadas com cada óleo essencial, separadamente, no interior de recipiente plástico, com o auxílio de pipetador automático, mediante agitação manual durante dois minutos. A semeadura foi executada 24 horas depois do tratamento das sementes com o óleo, sendo utilizadas bandejas de isopor com 200 células e o substrato para plantas Tropstrato HA para hortaliças. Utilizou-se uma semente por célula, na profundidade de aproximadamente 3 cm, realizando-se irrigações diárias.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (dosagens do óleo) e quatro repetições de 20 sementes cada, sendo analisados cada óleo individualmente. A partir do segundo dia após a implantação do experimento, até o 8º dia, realizou-se a contagem diária das plântulas emersas. Com isto, foi calculada a Porcentagem de Emergência (% E), a Velocidade de Emergência (VE), o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e o Coeficiente de Velocidade de Emergência (CVE), empregando-se as seguintes fórmulas:

a) Velocidade de emergência (Edmond & Drepara, 1958):

$$VE = \frac{(N_1 E_1) + (N_2 E_2) + \dots + (N_n E_n)}{E_1 + E_2 + \dots + E_n}$$

Onde: VE = velocidade de emergência (dias); E = número de plântulas emergidas em cada repetição; N = número de dias da semana a cada contagem.

b) Índice de velocidade de emergência (Maguire, 1962):

$$\text{IVE} = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Onde: IVE = Índice de velocidade de emergência; E = número de plântulas emergidas em cada repetição; N = número de dias da semana a cada contagem.

c) Coeficiente de velocidade de emergência (Furbeck et al., 1993):

$$\text{CVE} = \frac{E1 + E2 + \dots + En}{(N1 E1) + (N2 E2) + \dots + (Nn En)} \times 100$$

Onde: CVE= Coeficiente de velocidade de emergência; E= número de plântulas emergidas em cada repetição; N= número de dias da semana a cada contagem.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa SASM – Agri (CANTERI, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas para a germinação de sementes de *V. unguiculata* quando tratadas com os óleos de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodoris*, *O. basilicum*. Vários estudos mostram esse resultado, onde a porcentagem final de germinação não é afetada pelos aleloquímicos mas o padrão de germinação é modificado (SANTANA et al., 2006). Brito et al. (2010) ao utilizarem o óleo de manjerição observaram o mesmo efeito, onde o óleo proporcionou uma redução na germinação à medida que a concentração utilizada aumentava.

Para o óleo de *M. urundeuva* menor dosagem (5 µL) proporcionou uma maior porcentagem de plantas emergidas (18,75 %), diferindo estatisticamente apenas da testemunha (Figura 4). Neste sentido, o óleo essencial de *M. urundeuva* pode ser utilizado em dosagens inferiores a 5 µL, que não acarretará em comprometimento da qualidade

fisiológica das sementes de feijão. Resultados contrários aos encontrados por Felismino et al. (1999) que observaram que sementes de feijão macassar e feijão comum, cv. carioquinha, tratadas com extrato de aroeira (*M. urundeuva*) apresentaram uma alta porcentagem de germinação (98%). Isso pode ser explicado pela diferença de formulação utilizadas, extratos e óleos essenciais, aroeira do sertão possui em seu óleo essencial 16 constituintes voláteis identificados, com o β -cariofileno o principal deles (VIANA et al., 1995; SÁ, 2008).

De maneira geral, os compostos alelopáticos são considerados inibidores de germinação e crescimento, porém em baixas concentrações podem também não ser inibitórios e apresentar efeitos estimulatórios em determinados casos (AN et al., 1993; RICE, 1984; RODRIGUES et al., 1999). Estudos demonstraram que alguns óleos essenciais que apresentaram maiores índices de inibição alelopática eram constituídos principalmente por sesquiterpenos; e os que apresentavam menor atividade eram constituídos de hidrocarbonetos (KOMAI et al., 1991).

Almeida et al. (2008) ao utilizar extratos aquosos de *C. sonderianus* em *Cassia tora* (fedegoso) observaram que ocorreu uma redução na porcentagem de germinação da espécie. Lopes et al. (2000) também observaram que insetos-praga de feijão caupi podem ser controlados com produtos naturais como à base de frutos de pimenta-do-reino e com isso não afetar a qualidade física e fisiológica da semente. Segundo Medeiros et al. (2007) o uso de folhas de nim também não demonstraram efeitos tóxicos em relação à porcentagem de germinação de sementes de feijão caupi, afetando apenas a massa seca das plântulas.

O óleo essencial de *O. basilicum* apresenta, como composto majoritário, o linalol, usado atualmente para várias sínteses importantes, sendo testado como acaricida, bactericida, fungicida e inseticida (BLANK et al., 2007). Em relação à alelopatia, MORAIS, et al. (2008) observaram que sementes de feijão comum, cv. Carioquinha, quando tratadas com óleos vegetais de capim limão, melaleuca e manjeriço apresentaram reduções na porcentagem de germinação. Rosado et al. (2009), ao avaliarem o efeito alelopático de extratos aquosos e de óleo essencial de manjeriço na germinação de raízes de alface, tomate e melissa observaram que o monoterpeneo linalol, foi o responsável pelos efeitos fitotóxicos nas sementes e no crescimento inicial das plântulas de alface, tomate e melissa.

Para o índice de velocidade de emergência, a velocidade de emergência e o coeficiente de velocidade de emergência, também não foram observadas diferenças significativas (Tabela 2). Estas variáveis são características intrínsecas das sementes sendo influenciadas, principalmente, pela qualidade sanitária, genética e de disponibilidade hídrica da semente de feijão caupi (FILHO et al., 2011). De acordo com Ferreira e Áquila (2000) a ação dos aleloquímicos é encontrada mais expressivamente causando efeito negativo ou positivo no vigor e desenvolvimento das plântulas e, em menor proporção, sobre o percentual final de germinação. Pode-se inferir, com isso, que antes da emissão da radícula, enquanto a planta depende exclusivamente das suas reservas cotiledonares, as substâncias aleloquímicas não interferiram de maneira significativa nas mesmas. Tanto as sementes tratadas com os óleos essenciais quanto as não-tratadas (testemunha) apresentaram o mesmo padrão, independente da dosagem utilizada, indicando assim que os óleos de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* não apresentam efeito alelopático significativo em sementes de *V. unguiculata*, nas dosagens utilizadas no presente estudo, não afetando seu potencial germinativo.

Novos estudos, utilizando outras dosagens e com a finalidade de avaliar os efeitos sobre parâmetros biológicos dos insetos que atacam o feijão caupi armazenado, devem ser realizados para que seja indicado o uso desses óleos essenciais no manejo de pragas e na conservação de grãos e sementes de feijão.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir, diante do exposto, que os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *O. basilicum* não afetaram o potencial germinativo das sementes de sementes de *V. unguiculata*, nas menores dosagens. Já para o óleo de *M. urundeuva* houve diferença significativa entre as dosagens utilizadas, tendo a dosagem 5 µL a maior porcentagem de plantas emergidas (18,75 %), diferindo estatisticamente apenas da testemunha.

Neste sentido, os óleos essenciais podem ser utilizados nas menores dosagens que não acarretaram em comprometimento da qualidade fisiológica das sementes de feijão.

Novas pesquisas devem ser realizadas com dosagens menores que 5 μL para assim confirmar os resultados acima.

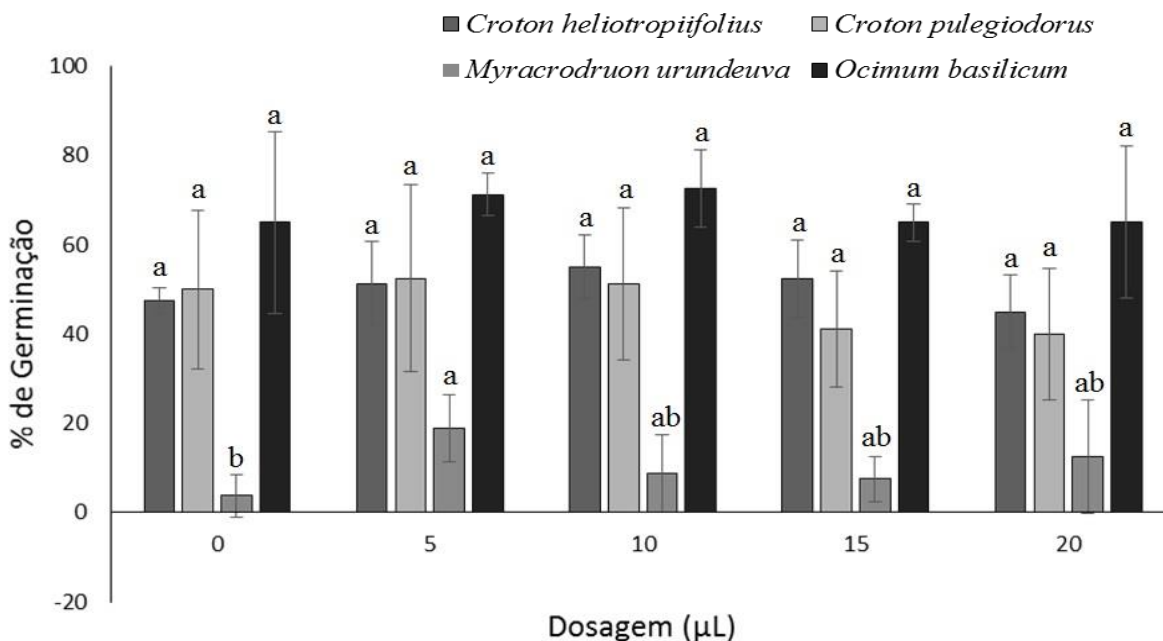


Figura 4. Efeito de diferentes dosagens dos óleos essenciais sobre a germinação (emergência) de sementes de *V. unguiculata*.

Tabela 2. Médias estimadas da velocidade de emergência (VE), índice de velocidade de emergência (IVE) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE) de sementes de *V. unguiculata* tratadas com óleos essenciais, sob diferentes dosagens.

Óleo e Dosagens	IVE (DIAS)	VE (DIAS)	CVE (%)
<i>Croton heliotropiifolius</i>			
5 μL	1,63 a	6,51 a	19,86 a
10 μL	1,54 a	6,92 a	12,41 a
15 μL	1,38 a	6,12 a	19,33 a
20 μL	1,15 a	7,08 a	10,84 a
Testemunha	1,53 a	6,95 a	8,01 a
<i>Croton pulegioidorus</i>			
5 μL	1,6 a	6,72 a	14,95 a
10 μL	1,75 a	6,44 a	15,54 a
15 μL	1,69 a	6,51 a	15,38 a
20 μL	1,51 a	6,35 a	15,78 a

Testemunha	1,51 a	6,46 a	12,16 a
<i>Myracrodruon urundeuva</i>			
5 µL	0,673 a	5,82 a	19,86 a
10 µL	0,29 a	4,62 a	12,41 a
15 µL	0,2 a	5,66 a	19,33 a
20 µL	0,392 a	5,29 a	10,84 a
Testemunha	0,123 a	3,12 a	8,01 a
<i>Ocimum basilicum</i>			
5 µL	3,74 a	4,19 a	24,03 a
10 µL	3,88 a	4,22 a	24,08 a
15 µL	3,45 a	4,01 a	25,04 a
20 µL	3,36 a	4,3 a	21,83 a
Testemunha	3,4 a	4,29 a	23,36 a

- As médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.F.R. et al. *In vitro* allelopathic potential of *Leonurus sibiricus* L. leaves. **Journal of Plant Interaction**, v.3, n.1, p.39-48, 2008.

ALMEIDA, F. DE A. C.; CAVALCANTI, M. DE F. B. S.; SANTOS, J. F. DOS; 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, p.345-351, 2009.

ALVES, M. da C.S.; MEDEIROS FILHO, S.; INNECO, R.; TORRES, S.B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p. 1083-1086, nov. 2004.

AN, M.; JOHNSON, I.R.; LOVETTE, J.V. Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemical and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, 19(10): 2379-2389, 1993.

BATISTA, N. A. S.; LUZ, P. B.; PAIVA SOBRINHOS, S.; NEVES, L. G.; KRAUSE, N. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi pelo teste de condutividade elétrica. **Revista ceres**, v.59, p.550-554, 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, N. M.; NASCIMENTO, L. C.; COELHO, M. S.; FELIX, L. P. Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 207-211, 2010.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft-knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24, 2001.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2000.
- EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.71, p.428-34, 1958.
- FAROOQ, M.; JABRAN, K.; ZAHID, A. C.; WAHID, A.; SIDDIQUE, K. H. M. The role of allelopathy in agricultural pest management. **Pest Management Science**, Weinheim, v. 67, n. 5, p. 493-506, 2011.
- FELISMINO, D. V.; ARAUJO, E.; BENICIO, V.; BENICIO, M. J. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão (*Vigna unguiculata* Walp. e *Phaseolus vulgaris* L.) tratadas com produtos químicos e naturais armazenadas em ambiente não controlado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 198-207, 1999.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.175-204, 2000.

- FILHO, A. L. M.; OLIVEIRA, W. S.; JUNIOR, P. P. O.; ARAÚJO, M. L. Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas daninhas sobre o desenvolvimento de plântulas de feijão. **Ensaio e Ciência. Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde**. Vol. 15, nº 5, 2011.
- FURBECK, S.M. et al. Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. **Seed Science and Technology**, v.21, n.3, p.505-12, 1993.
- HRUSKA, A.F.; DIRR, M.A.; POKORNY, F.A. Investigation of anthocyanic pigments and substances inhibitory to seed germination in the fruit pulp of *Liriope muscari*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.107, p.468-73, 1982.
- JARDINETTI, V. A. *et al.* Efeito de óleos essenciais no controle de patógenos na germinação de sementes de milho (*Zea mays*). In: **VII Encontro Internacional de Produção Científica**, Maringá – PR, 25-28 out. 2011.
- KÉITA, S.M. et al. 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.339-49, 2001.
- KOMAI, K.; TANG, C.S.; NISHIMOTO, R.K. 1991. Chemotypes of *Cyperus rotundus* in Pacific Rim and inhibitory of their essential oils. **Journal Chemical Ecology**, 17(1): 1-11.
- LOPES, K. P.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B.; SOUZA, A. Produtos naturais e fosfato de alumínio no tratamento de sementes de feijão macassar. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.109-117, 2000.

- MACEDO, M.L.R. et al. Mechanisms of the insecticidal action of TEL (*Talisia esculenta* lectin) against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, n. 56, p. 84–96, 2004.
- MAIRESSE, L. A. S.; COSTA, E. C.; FARIA, J. R.; FIORINS, R. A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.2, p. 1-12, 2007.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-7, 1962.
- MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.1, p. 61-69, jan/mar. 2006.
- MEDEIROS, DC; ANDRADE NETO, R C; FIGUEIRA, LK; NERY, DKP; MARACAJÁ, PB. Pó de folhas secas e verdes de nim sobre a qualidade das sementes de feijão caupi. **Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 94-99, 2007.
- MONTEIRO, S. A. N. **Resistência de acessos de fava (*Phaseolus lunatus*) ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae)**, 195f. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.
- MORAIS, L. A. S.; RAMOS, N. P.; GONÇALVES, G. G.; BETIOL, W.; CHAVES, F. C. M. Atividade antifúngica de óleos essenciais em sementes de feijão cv. Carioquinha. 48º Congresso Brasileiro de Horticultura, 2008, v. 26, n. 2, **Anais**. (Suplemento- CD Rom), 2008.
- PERIOTTO, F.; PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.3, p.425-430, 2004.

- RICE, E.L. 1984. **Allelopathy**. New York: Academic Press, USA. 422pp.
- RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D.; REIS, R.A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Guaíba: FUNEP/Jaboticabal, 18p, 1999.
- ROEL, A.R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v.1, n.2, p.43-50, 2001.
- ROSADO, L.D.S.; RODRIGUES, H.C.A.; PINTO, J.E.B.P.; CUSTÓDIO, T.N.; PINTO, L.B.B.; BERTOLUCCI, S.K.V. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjerição “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.4, p.422-428, 2009.
- SÁ, R. A. **Constituintes químicos da Madeira-de-lei *Myracrodruon urundeuva* com propriedades antioxidantes e ação contra fungos, bactérias e insetos**. 173f. (Tese de Doutorado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2008.
- SANTANA, D.G. et al. Germination measurements to evaluate allelopathic interactions. **Allelopathy Journal**, v.17, p.43-52, 2006.
- SANTANA, V. S. **Estudo comparativo de óleos essenciais de espécies de *Croton* do estado de Sergipe**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2011.
- SANTIN, D. A. **Revisão taxonômica do gênero *Astronium* Jacq. E revalidação do gênero *Myracrodruon* Fr. Allem. (Anacardiaceae)**. (Dissertação de mestrado) Campinas: Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 178 p., 1989.

SILVA, R. T. L.; ANDRADE, D. P.; MELO, E. C.; PALHETA, E. C.; GOMES, M. A. F.
Inoculação e adubação mineral na cultura de feijão-caupi em latossolos da Amazônia Oriental. **Revista Caatinga**, v. 14, n.4, p 152-156, 2011.

VIANA, G. S. B. et al. Aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.): estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico, 2. ed. **Revisada e Ampliada**. Edições: UFC. Fortaleza. 1995.