

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO
VEGETAL**

CAROLINA DE SOUSA SANTANA

**EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus*
(BOH., 1833) (COLEOPTERA:CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) EM FEIJÃO
FAVA (*Phaseolus lunatus*).**

**TERESINA, PIAUÍ-BRASIL.
2015**

CAROLINA DE SOUSA SANTANA

Bióloga

Efeito de óleos essenciais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera:Chrysomelidae: Bruchinae) em feijão fava (*Phaseolus lunatus*).

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em agronomia da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora: Prof^a Dr^a Lúcia da
Silva Fontes

Co-orientador: Dr Paulo Henrique
Soares da Silva

TERESINA, PIAUÍ-BRASIL.

2015

**EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus*
(BOH., 1833) (COLEOPTERA:CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) EM FEIJÃO
FAVA (*Phaseolus lunatus*).**

Carolina de Sousa Santana

Bióloga

Aprovado em ____/____/____

Comissão julgadora:

Profª Dra Lúcia da Silva Fontes-Presidente

CCN/UFPI

Dr Paulo Henrique Soares da Silva-Titular

EMBRAPA/MEIO-NORTE

Profº Dr Paulo Roberto Ramalho Silva-Titular

CCA/UFPI

Profº Dr Douglas Rafael e Silva Barbosa-Titular

IFPI

Profº Dr Luiz Evaldo de Moura Pádua-Suplente

CCA/UFPI

A Deus por me dar força e persistência para
enfrentar e superar todos os obstáculos e aos
meus pais que sempre me incentivaram a lutar
pelos meus objetivos,
Dedico

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida, por guiar meus passos sempre pelo caminho do bem e por me proporcionar grandes conquistas.

Aos meus pais Antônia de Sousa Santana e Juracy de Sousa Santana que sempre acreditaram no meu potencial e me auxiliaram durante a minha vida acadêmica.

À minha irmã Karina e meu cunhado Jailton pelos conselhos e incentivos.

À minha orientadora professora Dra. Lúcia da Silva Fontes pela orientação e os ensinamentos no estágio à docência.

Ao meu co - orientador Dr Paulo Henrique Silva Santos pelas considerações em relação ao meu trabalho.

Ao professor Dr. Douglas Rafael e Silva Barbosa pela contribuição na estatística do trabalho.

À minha madrinha Prof.^a Dra. Graça Citó Lopes pela contribuição em relação às análises químicas.

Às alunas Cherley Viana e Iara Silva pela realização das análises químicas.

A todos os meus colegas do mestrado em Agronomia/Produção Vegetal.

Ao meu amigo Rodrigo de Carvalho Brito que sempre me auxiliou nos momentos de dificuldade.

Ao secretário da pós-graduação em Agronomia/Produção Vegetal Sr Vicente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí pela bolsa concedida-FAPEPI.

Sumário

LISTA DE FIGURAS -----	VII
LISTA DE TABELAS -----	VIII
RESUMO -----	IX
ABSTRACT -----	X
1. INTRODUÇÃO -----	11
2. REVISÃO DE LITERATURA -----	14
2.1. <i>Phaseolus lunatus</i> -----	14
2.2. <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman,1833) -----	15
2.3. Utilização de óleos essenciais no controle de <i>Zabrotes subfasciatus</i> -----	18
2.4. <i>Acorus calamus</i> -----	20
2.5. <i>Betula lenta</i> -----	21
2.6. <i>Citrus aurantium</i> -----	21
2.7. <i>Cinnamomum cassia</i> -----	22
3. Material e Métodos -----	24
3.1. Criação de <i>Zabrotes subfasciatus</i> -----	24
3.2. Plantas e óleos essenciais -----	24
3.3. Cromatografia gasosa -----	25
3.4. Testes preliminares -----	25
3.5. Experimento de fumigação-----	26
3.6. Experimento de contato-----	27
3.7. Experimento de repelência para oviposição e adultos emergidos-----	28
4. Resultados e discussão -----	29
4.1. Análise Cromatográfica-----	29
4.2. Experimento de contato -----	32
4.3. Experimento de toxicidade por fumigação-----	38
4.4. Experimento de repelência para oviposição e adultos emergidos -	39
5. Conclusões -----	44
6. Referências Bibliográficas -----	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Folhas, vagens e sementes de <i>P. lunatus</i> .	15
FIGURA 2. Adultos de <i>Z. subfasciatus</i> em grãos de <i>P. lunatus</i> .	18
FIGURA 3. Experimento de Fumigação com <i>Z. subfasciatus</i> .	27
FIGURA 4. Experimento de contato sobre <i>Z. subfasciatus</i> em <i>P. lunatus</i> .	28
FIGURA 5. Experimento de repelelência de <i>Z. subfasciatus</i> .	28
FIGURA 6. Cromatogramas de íons totais dos constituintes voláteis dos óleos de <i>Citrus aurantium</i> (1), <i>Cinnamomum cassia</i> (2), <i>Acorus calamus</i> (3), <i>Betula lenta</i> (4).	29
FIGURA 7. Número total de ovos de <i>Z. subfasciatus</i> tratados com os óleos essenciais: <i>Acorus calamus</i> (1), <i>Betula lenta</i> (2), <i>Cinnamomum cassia</i> (3), <i>Citrus aurantium</i> (4) em grãos de <i>P. lunatus</i> .	35
FIGURA 8. Número de adultos emergidos de <i>Z. subfasciatus</i> tratados com os óleos essenciais: <i>Acorus calamus</i> (1), <i>Betula lenta</i> (2), <i>Citrus aurantium</i> (3), <i>Cinnamomum cassia</i> (4) em <i>P. lunatus</i> .	36

Lista de Tabelas

TABELA 1. Constituintes voláteis dos óleos essenciais de <i>Acorus calamus</i> , <i>Betula lenta</i> , <i>Cinnamomum cassia</i> e <i>Citrus aurantium</i> .	31
TABELA 2. Toxicidade por contato de óleos essenciais de <i>Acorus calamus</i> , <i>Betula lenta</i> , <i>Cinnamomum cassia</i> e <i>Citrus aurantium</i> sobre adultos de <i>Z. subfasciatus</i> em <i>P. lunatus</i> . Temp.: $28,5 \pm 1,6$ °C, $52,6 \pm 7,4\%$ de UR e fotofase de 12 h.	33
TABELA 3. Efeito fumigante de óleos essenciais de <i>Acorus calamus</i> , <i>Betula lenta</i> , <i>Cinnamomum cassia</i> e <i>Citrus aurantium</i> sobre adultos de <i>Z. subfasciatus</i> . Temp.: $28,5 \pm 1,6$ °C, $52,6 \pm 7,4\%$ de UR e fotofase de 12 h.	38
TABELA 4. Número de ovos e adultos emergidos de <i>Z. subfasciatus</i> em sementes de <i>P. lunatus</i> tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de <i>Acorus calamus</i> .	40
TABELA 5. Número de ovos e adultos emergidos de <i>Z. subfasciatus</i> em sementes de <i>P. lunatus</i> tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de <i>Betula lenta</i> .	40
TABELA 6. Número de ovos e adultos emergidos de <i>Z. subfasciatus</i> em sementes de <i>P. lunatus</i> tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de <i>Citrus aurantium</i> .	42
TABELA 7. Número de ovos e adultos emergidos de <i>Z. subfasciatus</i> em sementes de <i>P. lunatus</i> tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de <i>Cinnamomum cassia</i> .	43

Resumo

Diversos insetos são responsáveis por causar danos em grãos armazenados, dentre estes *Zabrotes subfasciatus* Coleoptera: Chrysomelidae é um dos maiores causadores de perdas qualitativas e quantitativas em *Phaseolus lunatus*. Os inseticidas químicos estão entre os métodos mais utilizados para reduzir o nível de dano econômico através do controle, porém este tipo de manejo prejudica tanto o meio ambiente como os seres vivos. A utilização de pós e óleos essenciais originados de plantas são alternativas viáveis para reduzir a dependência exclusiva desses produtos. Devido a esta necessidade o objetivo deste estudo foi avaliar a toxicidade por contato e fumigação e a repelência de *Z. subfasciatus* em grãos de *P. lunatus* com óleos essenciais de *Acorus calamus*, *Betula lenta*, *Cinnamomum cassia* e *Citrus aurantium*. Os compostos majoritários dos óleos em estudo foram D-Limoneno em *Citrus aurantium* (99,9%), Beta asarona em *Acorus calamus* (99,9%), Aldeído cinâmico em *Cinnamomum cassia* (95%) e em *Betula lenta* o salicilato de metila (2-hidroxibenzoato de metila 99,9%). Os óleos de *Acorus calamus*, *Betula lenta*, *Cinnamomum cassia* e *Citrus aurantium* apresentaram CL₅₀ de 0,17; 0,53; 0,65; 10,4 µL/20g respectivamente no experimento de contato e as razões de toxicidades variaram de 16 a 61,17 µL/20g. Foi constatado nas análises de regressão que o aumento das concentrações dos óleos essenciais reduziu o número de ovos e de insetos emergidos. No experimento de fumigação as CL₅₀ variaram de 8,71 a 751,4 µL/20g e as razões de toxicidades de 8,78 a 86,2 µL/20g. No experimento de repelência as concentrações 0,2; 0,6; 25; 1,2 µL/20g de *Acorus calamus*, *Betula lenta*, *Citrus aurantium* e *Cinnamomum cassia* foram as que obtiveram maior porcentual de redução de ovos e emergência de adultos respectivamente.

Palavras chaves: Oviposição, fumigação, toxicidade.

Abstract

Several insects are responsible for causing damage to stored grain, among them *Zabrotes subfasciatus* Coleoptera: Chrysomelidae is a leading cause of qualitative and quantitative losses in *Phaseolus lunatus*. Chemical insecticides are among the methods used to reduce the level of economic damage through control; however, this type of management affects both the environment and living beings. The use of powders and essential oils derived from plants are viable alternatives to reduce exclusive dependence on these products. Due to this need the objective of this study was to evaluate the toxicity by contact and fumigation and the repellency of *Z. subfasciatus* in *P. lunatus* grains with essential oils of *Acorus Calamus*, *Betula lenta*, *Cinnamomum cassia* and *Citrus aurantium*. The major compounds of the oils under study were: D-limonene in *Citrus aurantium* (99.9%), Beta-asarone in *Acorus calamus* (99.9%), cinnamic aldehyde (95%) in *Cinnamomum cassia* and, in *Betula lenta*, Methyl salicylate (2-hydroxy methyl benzoate, 99.9%). The oils of *Acorus Calamus*, *Betula lenta*, *Cinnamomum cassia* and *Citrus aurantium* showed LC₅₀ of 0.17; 0.53; 0.65; 10.4 $\mu\text{L}/20\text{g}$, respectively, in the contact experiment. The toxicities ratio varied from 16 to 61.17 $\mu\text{L}/20\text{g}$. It was found in regression analyzes that increasing the concentration of essential oils reduced oviposition and the number of emerged insects. In fumigation experiment, LC₅₀ ranged from 8.71 to 751.4 $\mu\text{L}/20\text{g}$ and toxicities ratio ranged from 8.78 to 86.2 $\mu\text{L}/20\text{g}$. In the repellency experiment, the concentrations 0.2; 0.6; 25 and 1.2 $\mu\text{L}/20\text{g}$ of *Acorus Calamus*, *Betula lenta*, *Cinnamomum cassia* and *Citrus aurantium* were the ones with highest percentage of eggs reduction and emergence of adults, respectively.

Keywords: oviposition, fumigation, toxicities.

1. Introdução

A espécie *Phaseolus lunatus* L. popularmente conhecida como feijão-fava é uma alternativa no fornecimento de proteínas à população de regiões tropicais. Esta cultura proporciona a redução da dependência exclusiva por feijões do grupo carioca. A baixa produtividade desta espécie no Brasil está relacionada a carência em relação ao nível tecnológico dos agricultores ao utilizarem para a produção suas próprias sementes e muitas vezes em consórcio com outras culturas, além dos prejuízos decorrentes de insetos de grãos armazenados, pois estes contribuem para a menor qualidade, vigor e sanidade das sementes ou grãos (GIRÃO, 2012), além de causarem danos indiretos através da entrada de microrganismos, ácaros e o aquecimento dos grãos (BALDIN et al., 2008).

A cultura caracteriza-se por ser extremamente adaptada às regiões semiáridas como as do Nordeste Brasileiro, na qual é cultivado por pequenos e médios produtores em regime de agricultura familiar (MELLO et al., 2009). O estado da Paraíba ocupa o primeiro lugar na produção da cultura com uma área plantada de 17,3 mil ha, enquanto o Piauí encontra-se em quarto lugar correspondendo a 2,4 mil ha (IBGE, 2012).

O feijão fava é cultivado de forma rústica em pequenas áreas em associação com milho, mandioca, mamona e mamão, este se destaca em relação ao feijão comum pela vantagem de ser mais tolerante a seca e ao excesso de umidade (PESSOA, 2013).

Dentre as principais espécies de insetos associadas a grãos armazenados encontra-se *Zabrotes subfasciatus* conhecido como caruncho ou gorgulho do feijão (PESSOA et al., 2013). De acordo com Baldin et al. (2008) a espécie teve origem no novo mundo e distribuiu-se nas Américas Central e do Sul, África, Mediterrâneo e na Índia. Além da cultura da fava o inseto causa danos para outras culturas, devido às infestações em feijão quando esta praga foi introduzida em muitos países da Europa.

Este inseto é caracterizado como praga primária atacando grãos íntegros e sadios, mede aproximadamente 1,8 a 2,5 mm de comprimento e 1,4 a 1,8 mm de largura. O adulto apresenta coloração castanha escura com manchas claras no pronoto. Ferreira, (1960) evidenciou o dimorfismo sexual da espécie em que

as fêmeas são maiores que os machos, estas possuem uma mancha clara triangular na parte posterior da cabeça, outra da mesma forma próxima ao escutelo e duas nos ângulos do pronoto, enquanto os machos possuem uma mancha pré-escutelar bem distinta.

O gorgulho da fava possui metamorfose completa, ou seja, são holometábolos, com os ovos de formato arredondado, medindo entre 0,46 e 0,60 mm de comprimento e 0,44 a 0,50 mm de largura, sendo os férteis opacos e os inférteis translúcidos. As larvas são do tipo curculioniforme de coloração branco-leitosa com mandíbulas bem desenvolvidas adaptadas ao rompimento dos grãos. As pupas possuem a mesma coloração das larvas, são maiores que o inseto adulto medindo de 2,5 a 3,5mm de comprimento e 1,5 a 2,0 mm de largura (FERREIRA, 1960; GALLO et al, 2002). De acordo com Ferreira, (1960) o período de desenvolvimento é em torno de 36 dias a 27°C e 75% de umidade. A longevidade das fêmeas é em torno de 11 dias e de 9 dias para os machos (CARVALHO e ROSETO, 1968).

As fêmeas ovipositam diretamente na semente após a deiscência das vagens ou podem infestar estas ainda dentro dos frutos através de orifícios feitos por outros insetos. Do ovo emerge a larva que perfura o grão, provocando a abertura de galerias, consumindo as reservas presentes nos cotilédones e prejudicando a germinação (OLIVEIRA e VENDRAMIM, 1999).

Inseticidas químicos são utilizados como alternativa para o controle de insetos pragas na agricultura, porém esta forma de controle apresenta riscos para a saúde tanto do aplicador do produto como para o consumidor, causam poluição do solo e das águas, além de provocar a resistência através da seleção natural destes insetos e a eliminação dos seus inimigos naturais provocando o desequilíbrio ecológico (BRITO et al., 2006).

Muitas plantas aromáticas possuem atividade inseticida, estas ao contrário dos produtos químicos são biodegradáveis possuindo baixa ou nenhuma toxicidade a mamíferos e possuem substâncias bioativas eficazes sobre um número limitado de espécies (CORRÊA; SALGADO, 2011).

Diversos trabalhos foram realizados com o objetivo de estudar o efeito inseticida de óleos essenciais, Brito et al., (2006) encontrou resultados satisfatórios no controle de *Zabrotes subfasciatus* por fumigação com a utilização

de óleo essencial de *Eucalyptus staigeria*, apresentando CL_{50} de $25 \mu\text{l}/\text{mL}^{-1}$. Nerio et al., (2010) destacou o efeito repelente dos princípios ativos de *Cymbopogon* spp., *Ocimum* spp e *Eucalyptus* spp em *Zabrotes subfasciatus*. Alves, (2012) ao testar óleos essenciais de *Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus citrodora* e *Foeniculum vulgare* observou que o primeiro se destacou como o mais tóxico para *Zabrotes subfasciatus*.

Devido a necessidade de alternativas sustentáveis para o controle de pragas de grãos armazenados em substituição aos produtos químicos que causam desequilíbrio ecológico, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os óleos de *Acorus calamus*, *Betula lenta*, *Cinnamomum cassia* e *Citrus aurantium* quanto ao efeito tóxico por fumigação e contato e de repelência para oviposição de *Z. subfasciatus* em *P. lunatus*.

2.0. Revisão de literatura

2.1 *Phaseolus lunatus*

O feijão fava (*P. lunatus*) é uma leguminosa característica de regiões tropicais e subtropicais pertencente à família Fabaceae, ordem Fabales, classe Magnoliopsida, divisão Magnoliophita e reino Plantae, na qual são encontradas 643 gêneros e 18000 espécies (GUIMARÃES et al. 2007). De acordo com Vieira (1967) as formas silvestres desta espécie são plantas do tipo trepadeiras de sementes pequenas (5 a 4 gramas/100sementes) encontradas na Guatemala.

A fava é cultivada na América do Norte, América do Sul, Europa, Leste e Oeste da África e no sudeste da Ásia (BROUGHTON et al., 2003). No Brasil apesar de ter seu cultivo limitado devido a maior tradição no consumo do feijão comum, devido ao seu paladar e tempo de cocção, a região nordeste se destaca no cultivo deste grão, que é tolerante à seca, ao excesso de umidade e ao calor (AZEVEDO et al., 2003; SIMEÃO, 2013).

Em 2010 a cultura atingiu 95% de produção na região Nordeste em uma área plantada de 28.628 ha e 6667 toneladas, com o estado da Paraíba em primeiro lugar na produção com uma área plantada de 17,3 mil ha, enquanto o Piauí em quarto lugar, com área correspondendo a 2,4 mil ha (IBGE, 2012).

A espécie também conhecida como fava lima, feijoal, mangalô amargo, fava belém, fava terra, feijão espadinho, feijão farinha, feijão-fígado-de-galinha ou feijão favona (OLIVEIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2002) é caracterizada por sua rusticidade, o que possibilita prolongar a colheita em período seco, este se adapta melhor em solos areno-argiloso, fértil e bem drenado com pH entre 5,6 e 6,8, porém ao contrário do feijão comum é adaptado a diversas condições ambientais, embora seu consumo seja menor (AZEVEDO et al., 2003; VIEIRA, 1992).

A germinação é do tipo epígea, ou seja, os cotilédones se elevam acima do solo, apresentam folhas trifoliadas escuras diferentes de outras espécies de feijão, inflorescência do tipo racemo com coloração das flores rosa, branca, violeta ou bicolors, bractéolas pequenas e pontiagudas, com vagens

comprimidas, oblonga e recurvadas e estas apresentam de duas a quatro sementes, na qual apresentam diversidade no tamanho e na cor do tegumento (ZIMMERMANN; TEIXEIRA, 1996). De acordo com Beyra e Artiles (2004) existem duas formas de crescimento da espécie, do tipo indeterminado trepador com o desenvolvimento da gema terminal em uma guia e determinado anão com desenvolvimento completo da gema terminal em uma inflorescência.

Enquanto no Brasil os grãos são consumidos secos e cozidos nos Estados Unidos um dos maiores produtores do mundo consomem no estado ainda verde, na forma de conserva (grãos enlatados ou congelados e empacotados) (PESSOA, 2013). Apesar da baixa produção a cultura é uma importante fonte de proteínas e reduz a dependência exclusiva por feijões do tipo carioca, porém órgãos de pesquisa e extensão fornecem pouca atenção em relação a busca do conhecimento das características agrônômicas deste grão que são fundamentais para facilitar o registro de caracteres de identificação e o acesso a plantas com boas respostas em termo de produtividade (GIRÃO, 2012). Figura 1 são apresenta fotos de folhas, vagem e sementes de *P. lunatus*.

Figura 1: folhas, vagens e sementes de *P. lunatus*:



Foto: Google imagens

2.2. *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833)

Zabrotes subfasciatus também conhecido como gorgulho do feijão é uma importante praga de grãos armazenados pertencente a ordem coleóptera, família Chrysomelidae, subfamília Bruchinae (COSTA et al., 2013). Este inseto caracteriza-se como uma espécie cosmopolita, no qual se desenvolve desde que encontre condições favoráveis.

A infestação por pragas de grãos armazenados no Brasil ocasiona perdas de 10% do total produzido anualmente, ocorrendo também perdas qualitativas comprometendo a comercialização (LORINI, 2008), ocasionando a redução do peso e a qualidade dos grãos e sementes, interferindo na germinação onde o embrião é geralmente deteriorado, desvalorizando o produto comercialmente pela presença de orifícios causada pela penetração das larvas no grão, fezes e insetos mortos (LORINI, 2008).

O gorgulho do feijão adapta-se melhor às condições quentes e úmidas, características de regiões tropicais como o leste da África em Madagascar, África Central, no Mediterrâneo, Índia, Sudeste da Ásia e Europa (CARVALHO; ROSSETO, 1968;), porém pode ser encontrado também em regiões de clima temperado e frio (ABREU, 2005). O aumento no número de hospedeiros desta espécie foi ocasionado pela introdução nestes países de grãos infestados (MEIK e DOBIE, 1986).

A origem de *Z. subfasciatus* no continente americano ocorreu nas Américas Central e do Sul, no Brasil encontra-se distribuído nos estados: do Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Pará, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul (SILVA et al., 1968), Piauí (GIRÃO FILHO et al., 2012) e Minas Gerais (SOUSA et al., 2008).

O adulto possui corpo ovalado, cabeça livre, rostró curto e achatado e antenas com 11 segmentos (GALLO et al., 2002). As larvas apresentam coloração branco-leitosa, com uma curvatura ventral e são do tipo curculioniforme, antes de empupar realizam a abertura de um orifício no grão para a saída do adulto (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002). De acordo com Gallo et al., 2002 as pupas são maiores que os adultos e seu estágio dura em média de 5 a 6 dias, possui coloração branco leitosa e apresenta pelos por todo o corpo com 3 mm de comprimento, estas apresentam dimorfismo sexual em que o último segmento abdominal da fêmea é retilíneo enquanto no macho é arqueado.

De acordo com Gallo et al, 2002 é possível observar a distinção dos ovos férteis dos inférteis, no qual o primeiro apresenta coloração branco opaco enquanto os inférteis são translúcidos, estes possuem formato arredondado,

medindo de 0,46 a 0,60 mm de comprimento e 0,44 a 0,50 mm de largura. *Z. subfasciatus* é caracterizado como praga primária de grãos armazenados, pois ataca os grãos íntegros e sadios.

Kaur et al., (1999) estudando a morfologia desta espécie observaram a existência de fêmeas de categoria normal e anormal, na qual as primeiras apresentam pigídeo preto, nu com uma faixa mediana de pelos brancos e as anormais apresentam pigídeo cobertos com pelos pálidos na maior parte do corpo, apresentando a faixa mediana com pouca evidência, redução no tamanho dos órgãos reprodutivos internos e espermática e glândulas acessórias atrofiadas.

Em relação ao ciclo de vida, este pode variar de acordo com a temperatura local, em média de ovo até a fase adulta o desenvolvimento é em torno de 26 dias, sendo o tempo de vida média do adulto para o macho 14 dias e para a fêmea 11 dias (CARVALHO e ROSSETTO, 1968). De acordo com Howe e Currier (1964) o desenvolvimento a uma temperatura de 32,5°C e umidade relativa de 70% foi de 24,5 dias, porém foram encontrados resultados diferentes em *P. lunatus* de 29,5 a 30,4 dias com temperatura de 30°C e fotofase de 12 horas (GIRÃO, 2012), enquanto Ferreira, (1960) observou que a 27°C e 75% de umidade relativa o período de desenvolvimento foi em torno de 36 dias.

A longevidade média é em torno de 11 dias, porém de acordo com Carvalho e Rossetto, (1968) a longevidade para machos foi de 14 dias e 11 dias para fêmeas, resultados diferentes foram encontrados por Wiendel, (1969) com 12 dias para machos e 13 dias para fêmeas, e cada fêmea pode ovipositar em média 20 ovos, com um ciclo médio de 26 dias (GALLO et al., 2002), entretanto, estes dados podem variar de acordo com a temperatura e umidade.

Figura 2: Adultos de *Z. subfasciatus* em *P. lunatus*.



Foto: Google imagens

2.3 Plantas inseticidas

Os danos causados por insetos pragas em grãos armazenados resultam em prejuízos econômicos, devido a deterioração do grão, prejudicando a germinação e a comercialização. Para controlar estas pragas são utilizados inseticidas químicos, por meio de pulverização dos grãos ou fumigação, que apesar de serem eficazes no controle das pragas, estes produtos causam prejuízos ao meio ambiente, intoxicação de animais e seres humanos tanto ao aplicador como ao consumidor (ARAÚJO, 2010).

Uma alternativa viável ao controle de insetos de grãos armazenados é a utilização de inseticidas botânicos na forma de extratos, pós e óleos essenciais que são produzidos pelo metabolismo secundário das plantas, estes não apresentam riscos ambientais, pois seus resíduos são de rápida volatilização, além de não prejudicar a saúde do produtor e consumidor final (HERNÁNDEZ e VENDRAMIM, 1997; MAZZONETTO e VENDRAMIM, 2003). Os bioinseticidas são de fácil aquisição devido ao seu baixo custo econômico, além de não exigir pessoal qualificado para a aplicação podendo ser utilizado por pequenos produtores em regime de agricultura familiar (HERNÁNDEZ e VENDRAMIM, 1997; MAZZONETTO e VENDRAMIM, 2003).

Diversas famílias botânicas apresentam propriedades inseticidas atuando na proteção contra predadores, patógenos, atração de polinizadores, perda de água, influência sobre a temperatura e inibidoras de germinação (KNAAK et al., 2010). Os gêneros detentores destas ações estão distribuídos em um número limitado de famílias entre as quais se destacam Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae e Piperáceas (BRUNETON, 1999).

Os óleos essenciais são produzidos por células secretoras ou grupo de células, estes apresentam componentes com efeito tóxico e repelente contra insetos (SCHERER et al. 2009), dentre estes componentes se destacam os monoterpenos (linalol, geraniol, tujona, cânfora, limoneno entre outros), sesquiterpenos (farnesol, neurolidol, bisaboleno) e pelos compostos aromáticos de baixo peso molecular (OOTANI et al., 2013). Apesar da função específica dos óleos em plantas serem desconhecidas os terpenóides produzidos pelos vegetais atuam nos processos fisiológicos como reguladores de crescimento (giberelinas), pigmentos e esteroides (KNAAK et al., 2010).

De acordo com Gusmão (2012) óleos fixos apresentam natureza lipídica com a presença de triglicerídeos e pouca volatilidade ao contrário dos óleos essenciais que não apresentam constituição lipídica e são caracterizados por serem altamente voláteis. Estes produtos podem ser utilizados em Programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) atuando como repelentes, contribuindo para a mortalidade dos insetos, redução na oviposição, alimentação, crescimento e emergência de adultos. A utilização desta alternativa para o controle de pragas tem como vantagem a redução no custo, baixa toxicidade para o homem e animais, degradação rápida no ambiente e podem ser facilmente adquirido pelos produtores (ALVES, 2012).

Os componentes químicos presentes nos óleos essenciais encontram-se distribuídos em quantidades variáveis dependendo da espécie, alguns constituintes estão presentes em 85% do óleo, porém outros podem aparecer em pequenas porcentagens (SANATORE, 1996). Apesar de algumas plantas apresentarem apenas um constituinte, este supera as substâncias obtidas por síntese química destes componentes em relação aos efeitos benéficos.

Isikber et al., (2009) testou o efeito fumigante de *Allium sativum*, *Betula lenta* L, *Cinnamomum zeylanicum* e *Pimpinella anisum* L em ovos de *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae) na concentração de 20 µL/L durante 24 horas, onde observou que *Allium sativum* e *Betula lenta* foram os mais tóxicos para esta espécie. Almeida et al., 2012 estudaram a bioatividade de extratos hidroalcoolicos de *Artocarpus heterophyllus* e *Chenopodium ambrosioides* no controle de *Z. subfasciatus*, no qual as doses de 6 e 10 ml reduziram a infestação e provocaram ação de deterrência ao inseto, que resultou na redução da alimentação e conseqüentemente na perda de peso e redução no acasalamento.

Maiene et al., (2012) estudou a eficiência de óleos vegetais de mamona, soja e oiticica nas doses 0,5, 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 mL em sementes de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L) infestadas com *Z. subfasciatus*, no qual verificou o melhor desempenho do óleo de oiticica em relação aos de mamona e soja, foi possível observar que em menores concentrações a eficiência dos óleos reduziam, sendo a dose de 4,5 mL por 500g de semente a mais eficaz para todas as variáveis estudadas.

Paranhos et al., (2005) estudando o efeito de neem (*Azadirachta indica*) e cravo da Índia (*Caryophyllus aromaticus* L.) em *Z. subfasciatus* observou que para o óleo de neem não foram encontrados resultados satisfatórios ao contrário do cravo da Índia que provocou mortalidade significativa e redução na oviposição.

2.4. *Acorus calamus*

As plantas da família Araceae encontram-se distribuídas em regiões tropicais e subtropicais, sendo pouco frequentes em regiões temperadas, apresentando 117 gêneros e 4000 espécies. Em relação a morfologia encontram-se ervas, trepadeiras, geófitas, epífitas, rupícolas, reófitas e helófitas (SANTOS, 2011).Dentre os representantes desta família a espécie *Acorus calamus* é popularmente conhecida como bandeira doce ou calamo, na Índia é conhecida popularmente como Bach (Hindi), vashampu (Tamil), baje (Kannada) e vasa (Telugu) (RAJA et al., 2009).

Esta espécie é originária da Índia podendo ser cultivada próximo a rios ou em locais pantanosos, é uma planta do tipo herbácea perene com um rizoma ramificado. Apresenta em seu rizoma compostos com propriedades inseticidas, contra traças, piolhos e como alternativa medicinal é utilizada como analgésico, contra problemas digestivos, asma, bronquite dentre outros (RAJPUT et al., 2011).

2.5. *Betula lenta*

Betula lenta popularmente conhecida como bétula doce ou cereja de betula, pertence à família Betulaceae, ordem Fagales e classe Magnoliopsida. São árvores pequenas com cerca de 25m de altura e 95 cm de diâmetro ou em forma de arbusto. São encontradas em regiões de clima temperado como Canadá e Estados Unidos (COSEWIC, 2006).

Diversos estudos comprovam que mudas de betula doce são utilizadas com eficiência na agricultura como fonte de nitrogênio favorecendo o aumento de biomassa nas plantas cultivadas (CRABTREE, 2003). Folhas e cascas podem ser utilizadas como alternativa medicinal como analgésico e anti-inflamatório, para dores de estômago, pulmão, febre, reumatismo e infecções urinárias (FOSTER; DUKE, 2000). Na economia a casca é utilizada na confecção de utensílios domésticos, como aromatizantes de alimentos e ingredientes para fabricação de cosméticos (MOERMAN, 1998).

Os frutos são do tipo sâmara caracterizados por serem secos, indeiscentes, com uma ou duas alas membranosas na região do lóculo onde se encontra apenas uma semente, apresentam folhas alternas, simples que podem ser dentadas ou lobadas. Esta espécie é monóica, ou seja, apresenta órgãos sexuais masculinos e femininos na mesma planta (COSSEWIC, 2006).

2.6 *Citrus aurantium*

C. aurantium conhecida popularmente como laranja amarga, laranja cavalo ou laranja azeda pertence ao gênero *Citrus*, família Rutacea, ordem Sapidales e classe Magnoliopsida (LINCK et al., 2007). As espécies do gênero

Citrus são originárias da China, em seguida foram cultivadas na Europa, nas Américas, África e Austrália e no Brasil foi introduzida pelos portugueses durante o período de colonização (MAZZINE, 2009).

Morfologicamente são caracterizadas como plantas de pequeno porte que apresentam espinhos agudos, com flores aromáticas e frutos do tipo baga, no qual possui casca grossa e amarga (LORENZI et al., 2006). Os frutos podem ser diferenciados de acordo com a qualidade através de critérios como: tamanho, forma, cor, condições e ausência de desordens mecânicas, fisiológicas e patológicas, aroma, sabor, textura e valor nutritivo (KAYS, 1999).

De acordo com a FAO, 2008 o Brasil destaca-se mundialmente como o principal produtor de *Citrus*, seguido por Estados Unidos, México, Índia e Espanha, esta cultura está presente em mais de 80 países com uma produção atual de 60 milhões de toneladas. Esta espécie é utilizada economicamente como um medicamento alternativo no tratamento de insônia, ansiedade, anticonvulsivo e combinado com substâncias para o emagrecimento (ARBO, 2008).

2.7. *Cinnamomum cassia*

A família Lauraceae apresenta cerca de 50 gêneros e 2500 a 3000 espécies (WERFF; RICHTER, 1984), na qual possui árvores ou arbustos de grande importância econômica, como os representantes do gênero *Cinnamomum*, com 250 espécies distribuídas na Ásia tropical e subtropical, Austrália e América do Sul (PIKART et al., 2010).

Dentre este gênero encontra-se *Cinnamomum cassia* popularmente conhecida como canela cassia, canela do ceilão e canela verdadeira. Esta espécie é característica de regiões tropicais, sendo encontrada no Sri Lanka e Ásia (PIKART et al., 2010).

Apresenta efeitos anti-oxidante, anti-inflamatório, antidiabéticos e antimicrobianos, esta apresenta células secretoras de óleos essenciais constituídos por: aldeído cinâmico (75-90%), aldeído benzoico, ácido benzoico,

éster do ácido cinâmico-curamina, metil-orto-cumaraldeído, éster metílico do ácido salicílico a ácido cinâmico (GERHARDT, 1973).

Diversos trabalhos realizados evidenciaram o potencial tóxico, fumigante e de repelência testados com óleos essenciais, pós e extratos em *Z. subfasciatus*. Estas substâncias quando não ocasionam o porcentual máximo de mortalidade atuam reduzindo a alimentação, interferindo no desenvolvimento do inseto, prejudicando o processo reprodutivo e conseqüentemente o controle no aumento da população (CONTE; FAVERO, 2001; PRATES; SANTOS, 2002). Paul et al., (2009) trabalhando com pó de *C. ambrosioides* na concentração de 1,5 Kg por 100 Kg de grãos de *P. vulgaris* encontraram resultados significativos nesta concentração para *Z. subfasciatus*.

Carvalho et al., 2014 ao estudar a atividade tóxica do extrato da folha e flor de *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae) na concentração 0,01g.mL⁻¹ em *Z.subfasciatus* verificaram que as características comportamentais, de sobrevivência e de emergência foram afetadas significativamente nos tratamentos utilizados. Foi observado um maior porcentual de mortalidade nos testes de vaporização com o extrato da flor.

3. Material e Métodos

O trabalho foi realizado no laboratório de Entomologia no Departamento de Biologia da Universidade Federal do Piauí e as etapas de cromatografia gasosa e espectrometria de massa no Laboratório de Análises de Combustíveis-LAPETRO da Universidade Federal do Piauí. Os óleos essenciais foram adquiridos em uma empresa de extração e os grãos de fava no mercado central de Teresina.

3.1. Criação de *Zabrotes subfasciatus*

Os insetos foram criados em grãos de feijão-fava à temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 2\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas e acondicionados em recipientes de vidro de 750 ml, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino. Os adultos de *Z. subfasciatus* foram confinados durante 7 dias para realizarem a postura dos ovos, em seguida foram retirados e os recipientes estocados por 28 dias até a emergência da geração F1, com a finalidade de assegurar a quantidade de insetos necessários para a execução do experimento.

Eliminação da infestação e equilíbrio higroscópico

Os grãos de feijão-fava utilizados para criação e experimento foram armazenados em freezer sob temperatura de -10°C em garrafas pet durante sete dias para a eliminação de possíveis infestações de insetos provenientes do campo. Em seguida os grãos foram armazenados em recipientes plásticos em temperatura ambiente no laboratório durante dez dias com a finalidade de atingirem o equilíbrio higroscópico.

3.2. Plantas e óleos essenciais

Foram utilizadas nos experimentos óleos essenciais das espécies *Betula lenta* (bétula doce), *Acorus calamus* (calamo), *Cinnamomum cassia* (canela cassia) e *Citrus aurantium* var. Amara (laranja amarga) adquiridas em uma empresa que realiza extração por hidodestilação.

3.3. Cromatografia gasosa e espectrometria de massa

As análises cromatográficas foram realizadas em equipamento pertencente ao Laboratório Análises de Combustíveis-LAPETRO, o equipamento utilizado foi um cromatógrafo a gás SHIMADZU GC-17A acoplado a um espectômetro de massa GCMS-QP5050A. O cromatógrafo estava equipado com uma coluna HP-5MS. A temperatura da coluna foi programada para 40 °C por 2 min, variando de 220 °C a 40 °C min⁻¹, aumentando para 280 °C à 20 °C min⁻¹ para a integração e a temperatura do injetor e detector foi de 250 °C e 100 °C, respectivamente. O gás hélio foi utilizado como carreador gasoso, com um fluxo de 1,5 ml min⁻¹, (1:10). Foi injetada uma solução de 1,5 µL de aproximadamente 10 mg do óleo em acetato de etila. Uma amostra de hidrocarbonetos lineares C11-C24 (índice de retenção variando de 900 a 1099), foi injetada nas mesmas condições, como padrão de comparação. Os espectros de massas foram obtidos a 70 eV com uma velocidade de leitura de 0,5, scan s⁻¹ de m/z 40 a 650.

Os óleos essenciais foram analisados por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas GC-EM e a identificação foi feita com base na comparação dos índices de retenção (VAN DEN DOLL e KRATZ, 1963), onde foram comparados os espectros de massas obtidos com os encontrados na biblioteca de espectros de massas NIST do banco de dados do equipamento e em comparação com dados da literatura (ADAMS, 1995).

3.4 Testes preliminares

Testes preliminares foram realizados para estimar as concentrações a serem utilizadas, no qual foram obtidas mortalidades em torno de 5 a 95% para o estabelecimento das outras concentrações por extrapolação, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$q = \sqrt[n+1]{a_n/a_1}$$

Onde q = razão da progressão geométrica (p.g); n=número de concentrações a extrapolar; a_n=limite superior da p.g (concentração que provocou mortalidade de

cerca de 95% determinada por meio do teste preliminar; a_1 = limite inferior da p.g (concentração que provocou mortalidade de cerca de 5%, determinada por meio do teste preliminar) (FINNEY et al., 1971).

3.5. Experimento de fumigação

Para a avaliação do efeito fumigante dos óleos essenciais foram utilizadas câmeras de fumigação (Adapatado de ASLAN et al., 2004) compostas de recipientes de plástico com capacidade de 100 ml, no qual as concentrações foram multiplicadas por 10 para adequar a metodologia utilizada, em seguida foram confinados 10 casais de *Zabrotes subfasciatus* com idade entre 0 e 24 horas de emergidos (ALVES, 2012). Foram utilizados os seguintes óleos e concentrações: *Bétula lenta* (7,0; 12; 15; 20; 25 $\mu\text{L/L}$ de ar); *Cinnamomum cassia* (10; 20; 30; 40; 50 $\mu\text{L/L}$ de ar) *Citrus aurantium* (50; 100; 150; 200; 250 $\mu\text{L/L}$ de ar); *Acorus calamus* (400; 500; 670; 900 $\mu\text{L/L}$ de ar).

Os óleos foram impregnados com o auxílio de um pipetador automático em tiras de papel de filtro de 3 x 2 cm, fixadas na superfície inferior da tampa dos recipientes. Foi utilizado um tecido poroso entre a tampa e o recipiente para evitar o contato direto dos insetos com os óleos. Com o objetivo de impedir a saída dos vapores os recipientes foram vedados com fita adesiva. Após 48 horas da montagem dos experimentos foram avaliadas as porcentagens de mortalidade.

Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit e as CL50 calculadas através do programa SAS Institute (2002). A razão de toxicidade (RT) foi calculada através da seguinte fórmula: $RT = \text{maior CL50 dos óleos} / \text{CL50 dos demais individualmente}$.

Figura 3. Experimento de Fumigação de *Z. subfasciatus*.



Foto: (SANTANA, 2015)

3.6. Experimento de contato

Foram utilizados 20g de feijão fava para cada parcela, sendo estas infestados com 5 casais de *Z. subfasciatus* com idade de 0 a 24 horas de emergidos mantidos em recipiente de vidro com tampa perfurada e revestida com tecido fino para permitir as trocas gasosas com o exterior. Para cada parcela foram utilizados recipientes de plástico de 250 ml com tampa perfurada, sendo os óleos misturados aos grãos em diferentes concentrações com o auxílio de um pipetador automático, procedendo-se agitação manual por 2 minutos. A mortalidade foi avaliada 48 h após o confinamento. Os óleos e concentrações utilizados para este experimento foram *B. lenta* (0,2; 0,3; 0,4; 0,6 $\mu\text{L/g}$); *A. calamus* (0,2; 0,3; 0,4; 0,5 $\mu\text{L/g}$); *C. cassia* (0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,2 $\mu\text{L/g}$); *C. aurantium* (5,0; 10; 15; 20; 25 $\mu\text{L/g}$).

Foram considerados mortos os que não apresentaram mobilidade ou qualquer outro sinal vital. Os ovos foram contabilizados aos 12 dias com um auxílio de uma lupa e os adultos emergidos aos 28 dias após o confinamento. Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit e as CL50 calculadas através do programa SAS Institute (2002). A razão de toxicidade (RT) foi calculada através da seguinte fórmula: $RT = \text{maior CL50 dos óleos} / \text{CL50 dos demais individualmente}$. Os dados de número de ovos e insetos emergidos foram submetidos à análise de regressão através do programa SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

Figura 4. Experimento de contato sobre *Z. subfasciatus*.



Foto: (SANTANA, 2015)

3.7. Experimento de repelência para oviposição e adultos emergidos

Os óleos foram testados em arenas compostas por seis recipientes plásticos com capacidade de 120 ml interligados simetricamente a um recipiente de 300 ml por seis tubos plásticos de 10 cm. Em cada recipiente de 120 ml foram colocados 20g de feijão fava impregnado com concentrações de cada óleo e uma testemunha correspondente aos grãos sem o óleo. Na caixa central foram liberados sessenta insetos de *Z. subfasciatus* não sexados entre 24 a 48 horas de idade, no qual tiveram livre acesso aos tratamentos. Decorridos 48 horas os insetos atraídos em cada recipiente foram descartados e os tubos vedados com algodão. Foi contabilizado após 12 e 28 dias respectivamente o número de ovos e adultos emergidos.

Figura 5. Experimento de repelência de *Z. subfasciatus*.



Foto: (SANTANA, 2015)

O delineamento utilizado para cada experimento foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos, 4 repetições e uma testemunha para cada óleo.

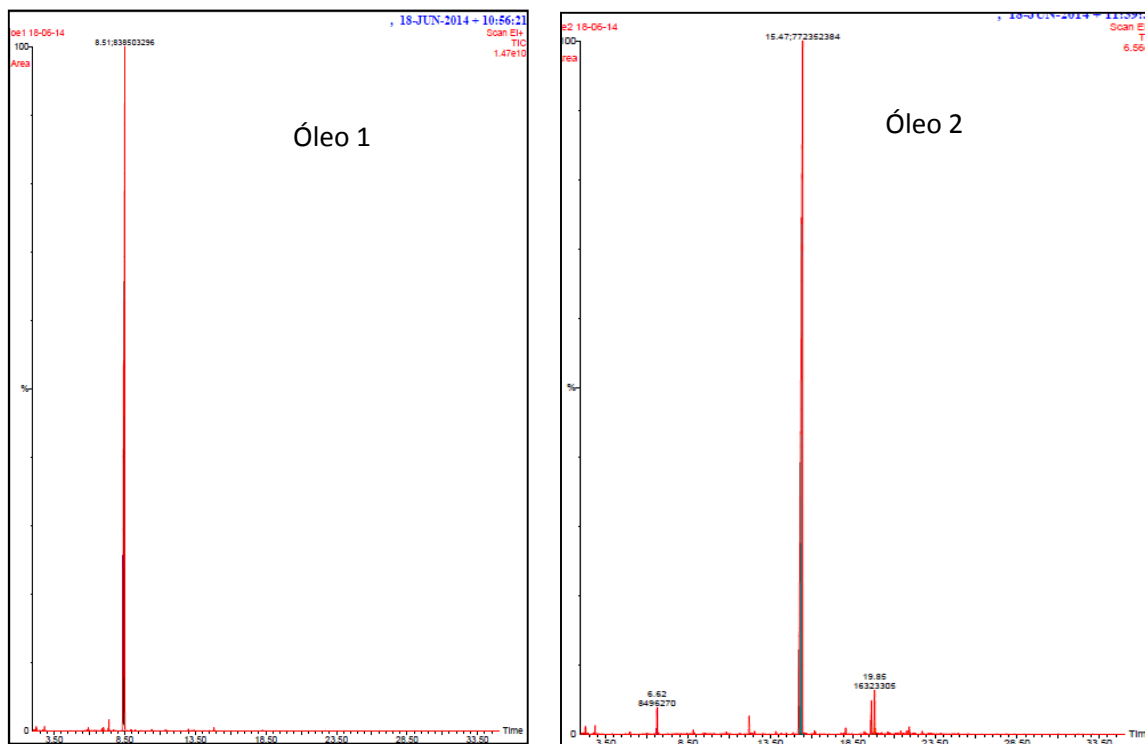
As médias foram comparadas pelos testes de Tukey a 5% de probabilidade e a análise de variância pelo teste F, através do programa assistat.

4. Resultados e Discussão

4.1. Análise cromatográfica

Os compostos majoritários identificados na análise dos óleos essenciais foram β asarona 95% em *A. calamus*; salicilato de metila 99,9% em *B. lenta*; cinamaldeído 95,2% em *C. cassia* e D-Limoneno 99,9% em *C. aurantium* (Figura 6 e Tabela 1).

Figura 6 . Cromatogramas de íons totais dos constituintes voláteis dos óleos de *Citrus aurantium* (1), *Cinnamomum cassia* (2), *Acorus calamus* (3), *Betula lenta* (4).



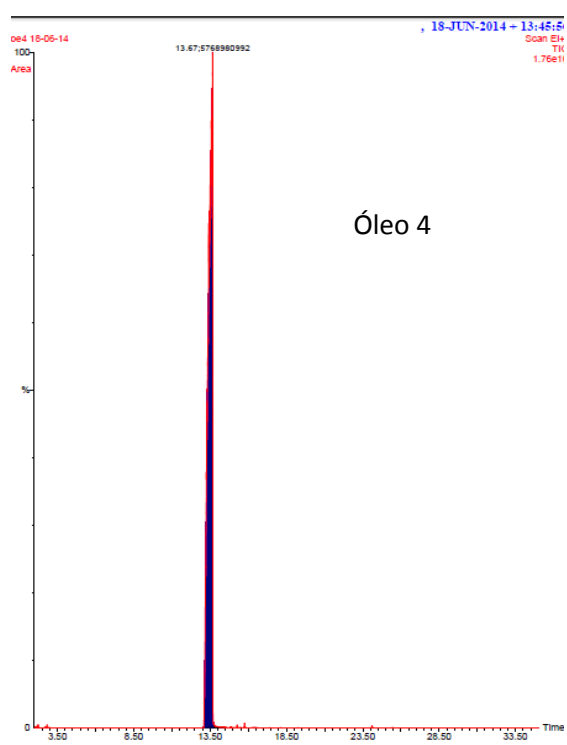
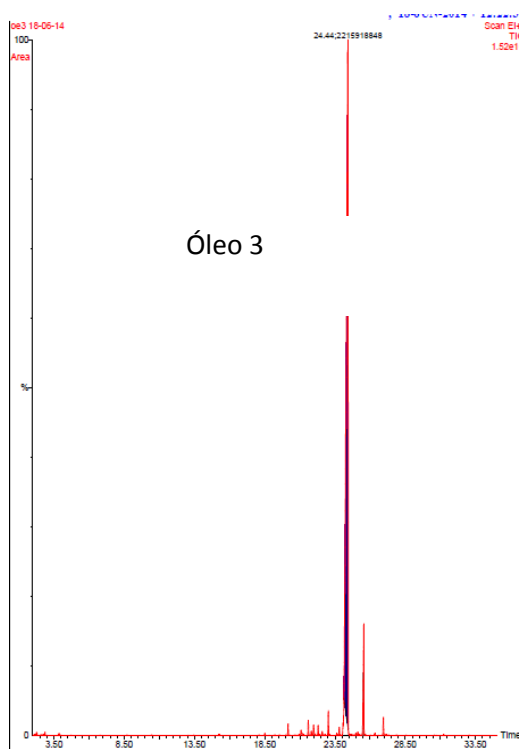
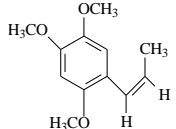
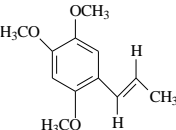
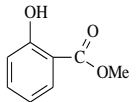
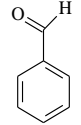
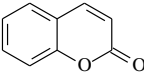
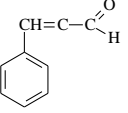
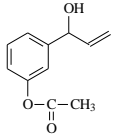
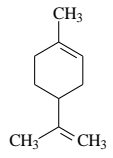


Tabela 1. Constituintes voláteis dos óleos essenciais de *Acorus calamus*, *Betula lenta*, *Cinnamomum cassia* e *Citrus aurantium*.

Óleos essenciais	Composto	Área (%)	Estrutura	Índice de Similaridade (%)
<i>Acorus calamus</i>				
1	β asarona	95		97
2	α asarona	5		97
<i>Betula lenta</i>				
1	2-hidroxi;benzoato de metila(salicilato de metila)	99,9		91
<i>Cinnamomum cassia</i>				
1	benzaldeído	1		97
2	2-H-1-benzopiran-2-ona (cumarina)	1,7		96
3	3-fenil - propen - 2 - al (cinamaldeído)	95,2		96
4	(3- acetoxifenil) prop-2- en - 1 - ol	2,0		92
<i>Citrus aurantium</i>				
	D - Limoneno	99,9		91

Diversas espécies de plantas apresentam substâncias químicas que provocam efeitos tóxicos e repelentes a insetos, no qual podem ser facilmente utilizados pelo pequeno produtor na forma de extratos, pós e óleos, não oferecendo riscos à saúde e ao meio ambiente. Geng et al (2010), estudando a composição química de *A. calamos* encontrou asarona como o principal componente ativo. O Cinnamaldeído (68%) foi o principal componente encontrado por Huang et al., (2014) ao estudar a composição química do óleo essencial de *C. cassia*, porém foram encontrados um total de 34 componentes do óleo dentre estes os mesmos encontrados nesta pesquisa.

Neste estudo, todos os óleos essenciais apresentaram poucos constituintes, destacando-se o monoterpenoide em *A. calamus*, D-limoneno no óleo de *C. aurantium*, a cumarina e 3-fenil-prop-2-enal, 1- fenil propanoide no óleo de *C. cassia*, o salicilato de metila em *B. lenta*, sendo que todos estes compostos apresentam atividades biológicas comprovadas na literatura. Savaris et al., (2012) encontraram resultados satisfatórios com óleo essencial de *Cunila angustifolia* Bentham, 1834 nas doses 0.001, 0.002, 0.003, 0,004 e 0.008mL cm⁻² no controle de *Acanthoscelides obtectus*. Constatou-se através das análises químicas que a alta eficiência no controle está relacionada a presença do monoterpeno pulegona, constituinte majoritário encontrado. Coitinho et al., (2006) verificou a presença de carvacrol um monoterpeno como o principal constituinte majoritário do óleo de *Lippia gracillis*, que controlou 100% de *Sintophilus zeamais* na dose de 50 µL/20g.

O número reduzido de constituintes dos óleos essenciais, pode ser devido a perda dos constituintes mais voláteis uma vez que a análise não ocorreu logo após a extração, visto que estes óleos foram adquiridos de uma empresa produtora de óleos essenciais.

4.2. Experimento de contato

De acordo com os resultados apresentados na (tabela 2) os óleos de *A. calamus*, *B. lenta*, *C. cassia* e *C. aurantium* apresentaram CL₅₀ de 0,17; 0,53;

0,65 e 10,4 $\mu\text{L/L}$ respectivamente, sendo o óleo de *A. calamus* o mais tóxico para *Z. subfasciatus* com a maior razão de toxicidade, seguidos de *B. lenta* e *C. cassia*, sendo o óleo de *C. aurantium* o menos tóxico. Apesar da maior toxicidade de *Acorus calamus*, o óleo de *Cinnamomum cassia* se destacou por apresentar maior inclinação na curva de concentração resposta, evidenciando que pequenas variações nas concentrações provocam grandes respostas na mortalidade.

Tabela 2. Concentrações letais ($\mu\text{L}/20\text{g}$) e razões de toxicidade por contato de óleos essenciais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus*. Temp.: $28,5 \pm 1,6$ °C, $52,6 \pm 7,4\%$ de UR e fotofase de 12 h.

Tratamentos	n	GL	Inclinação \pm EP	RT ₅₀	CL ₅₀ (IC95%)	X ²
<i>Acorus calamus</i>	160	2	2.0 \pm 0.71	61,17	0,17	0,56
<i>Betula lenta</i>	160	2	3.2 \pm 0.67	19,62	0,04 – 0,23 0,53	0,44
<i>Cinnamomum cassia</i>	200	3	4.7 \pm 0.92	16	0,45 – 0,72 0,65	7,67
<i>Citrus aurantium</i>	200	3	4,6 \pm 1,05	_____	0,45 – 0,89 10,4	10,31
					5,0 -14,8	

N= número de insetos utilizados no teste, EP= erro padrão da média, IC= intervalo de confiança, RT= razão de toxicidade, X²= Qui-quadrado.

A mortalidade não deve ser o único critério utilizado para o controle de insetos pragas, outros fatores como o controle da oviposição, alimentação e reprodução demandam menores concentrações da matéria prima utilizada, pois ao visar a mortalidade nem todos os insetos vão responder à concentração utilizada (SILVA et al., 2013).

Sousa et al., (2005) ao estudar a bioatividade de pós vegetais sobre *Callosobruchus maculatus* verificou mortalidade de 54,86% e redução na oviposição de 62,05% na concentração 2,5% de *Eucaliptus citriodora*. Araujo (2010) ao testar 1 grama de pó vegetal de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) (angico), *Annona muricata* L (graviola), *Azadirachta indica* A. Juss. (nim), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Chenopodium ambrosioides* L. (mastruz), *Cymbopogon citratus* Stapf. (capim-santo), *Cymbopogon* sp.

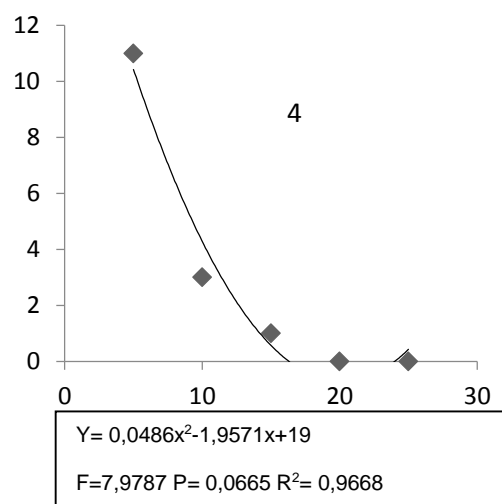
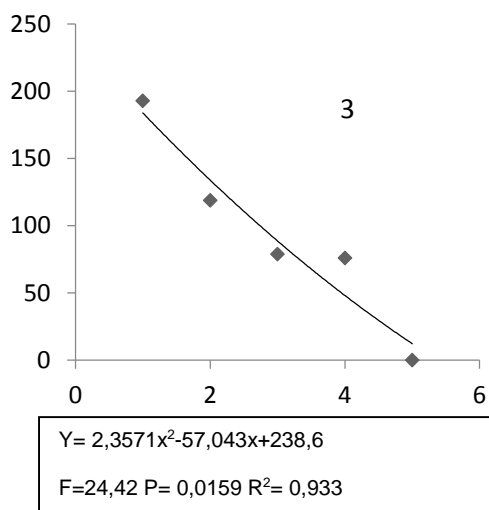
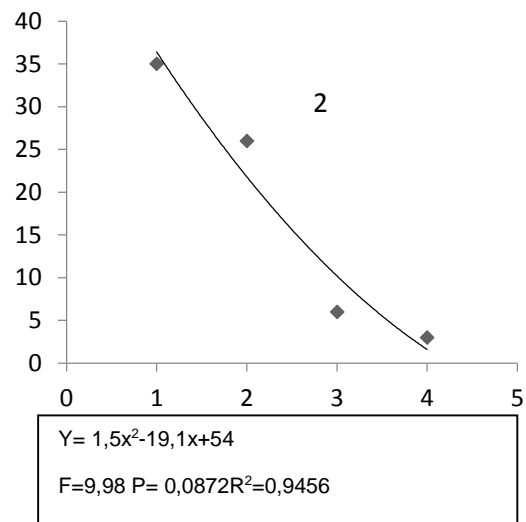
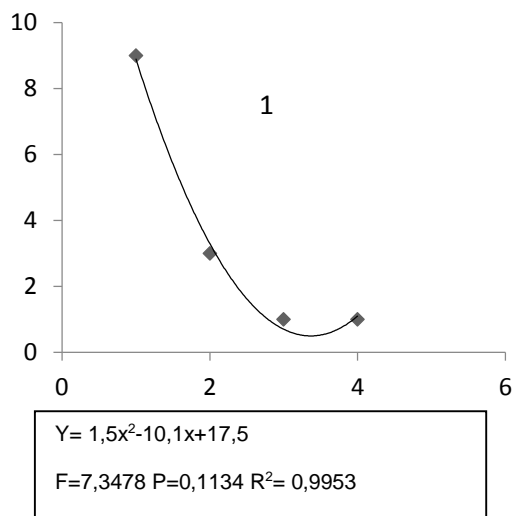
(citronela), *Momordica charantia* L. (melão-de-são-caetano), *Ricinus communis* L. (mamona) e *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) em *Z. subfasciatus* sobre *Phaseolus vulgaris*. *P. nigrum* e *C. ambrosioides* foram os que provocaram um maior percentual de mortalidade 100%, os demais pós não obtiveram resultados satisfatórios, em que *A. muricata* e *R. communis* provocaram 2 e 3,5% de mortalidade respectivamente não diferindo estatisticamente da testemunha, seguido de *C. pyramidalis* e *Cymbopogon sp* com 6,5 e 7% respectivamente de insetos mortos. Estes resultados evidenciam que as substâncias químicas provocam respostas diferentes em cada espécie.

França et al., (2012) ao testar óleos essenciais de *Citrus reticulata* (cravo), *Citrus medica* (laranja pêra), *Copaifera langsdorffii* (copaíba vermelha), *Baccharis dracunculifolia* (alecrim do campo), *Eucalyptus globulus* (eucalipto), *Cymbopogon citratus* (capim santo) e *Cymbopogon nardus* (citronela) nas concentrações: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mL kg⁻¹ em *Zabrotes subfasciatus* observou mortalidade e redução de ovos de 100%. Apesar da eficiência dos óleos estudados, concentrações menores devem ser testadas para verificar a eficiência na relação entre as concentrações e o óleo utilizado.

Diversos estudos evidenciam que além dos óleos essenciais, pós e extratos vegetais são eficazes no controle de *Z. subfasciatus*. Carvalho et al., 2014 estudou o efeito do extrato de folhas e flores de *Croton urucurana* na concentração 0,01 g/mL⁻¹, sobre *Z. subfasciatus* e encontrou resultados satisfatórios em que os extratos das flores causaram maior mortalidade que o das folhas, evidenciando maior quantidade de substâncias bioativas nas primeiras.

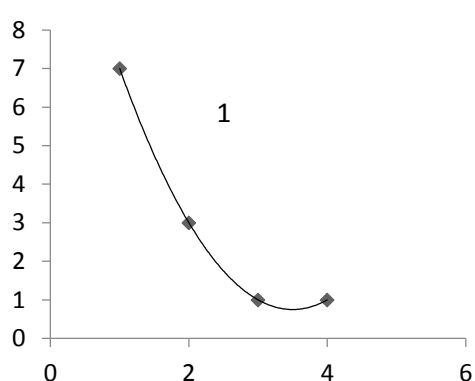
De acordo com os gráficos de regressão para a redução de ovos a quadrática foi a que teve melhor ajustamento dos pontos em relação ao óleo de *A. calamus*, porém todas as equações obtiveram um bom ajustamento desses pontos, evidenciando a precisão do experimento (Figura 7).

Figura 7. Número total de ovos de *Zabrotes subfasciatus* tratados com os óleos essenciais: (1) *Acorus calamus*; (2) *Betula lenta*; (3) *Cinnamomum cassia*; (4) *Citrus Aurantium*, em grãos de *Phaseolus lunatus*.



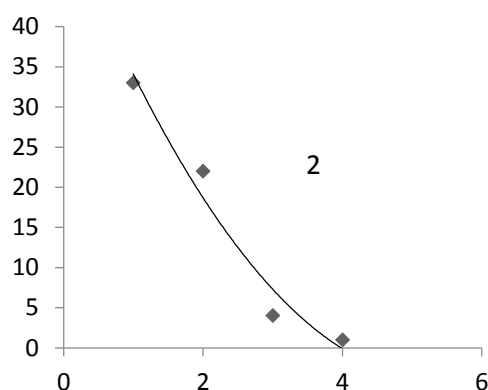
De acordo com os gráficos de regressão para emergência de adultos o óleo que se destacou por apresentar um maior ajustamento dos pontos na reta foi o de *Acorus calamus*, os demais óleos também apresentaram resultados precisos (Figura 8).

Figura 8. Número de adultos emergidos de *Zabrotes subfasciatus* tratados com os óleos essenciais: (1) *Acorus calamus*; (2) *Betula lenta*; (3) *Citrus aurantium*; (4) *Cinnamomum cassia*, em *Phaseolus lunatus*.



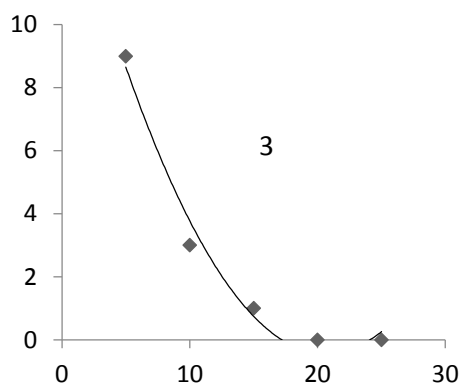
$$Y = x^2 - 7x + 13$$

$$F = 10,09 \quad P = 0,0502 \quad R^2 = 1$$



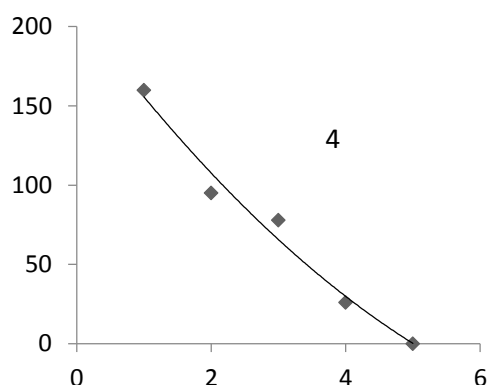
$$Y = 2x^2 - 21,4x + 53,5$$

$$F = 10,1174 \quad P = 0,0862 \quad R^2 = 0,9649$$



$$Y = 0,0371x^2 - 1,5343x + 15,4$$

$$F = 10,09 \quad P = 0,0502 \quad R^2 = 0,982$$



$$Y = 3,0714x^2 - 57,329x + 210$$

$$F = 85,06 \quad P = 0,0027 \quad R^2 = 0,9779$$

As plantas apresentam compostos secundários que influenciam no crescimento, desenvolvimento, reprodução e contra ataques de predadores, patógenos e parasitas, o componente majoritário e a variedade destes caracterizam o grau de toxicidade de cada espécie. Óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora*, *Lippia alba*, *Cananga odorata*, *Tagetes lucida* e *Cymbopogon citratus* nas concentrações 0,0005; 0,005; 0,05; 0,5 e 5 µL/g foram testados para controlar *Tribolium castaneum*, na qual *C.odorata* foi o que proporcionou a maior redução no número de insetos na maior concentração (5 µL/g), já *E. citriodora* foi o mais ativo na menor concentração (0,0005 µL/g) (VERBEL et al., 2013). Resultados semelhantes foram observados neste experimento no qual houve diferença significativa em relação à redução do número de ovos e insetos emergidos entre as plantas estudadas, em que *A. calamus* resultou em uma menor oviposição e conseqüentemente um menor número de insetos emergidos. Estes resultados evidenciam que cada espécie possui um ou mais componentes majoritários que atuam de maneira diferente no controle de insetos.

Alves, (2012) trabalhando com *Eucalyptus staigeriana*, *Foeniculum vulgare* e *Eucalyptus citriodora* no controle de *Zabrotes subfasciatus* verificou que *E. staigeriana* apresentou maior razão de toxicidade, seguido de *F. vulgare*, sendo o mais tóxico para *Z.subfasciatus* ao contrário de *E.citriodora* que apresentou baixa toxicidade para o inseto.

Alguns estudos comprovam que ao aumentar a dose do óleo a mortalidade aumenta, Silva et al., (2013) estudando o efeito de extratos vegetais de *Laurus nobilis* e *Cedrela fissillis* nas doses (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 e 5,0 mL/L) no controle de *Z. subfasciatus* concluiu que o extrato de *Laurus nobilis* foi o mais tóxico para o inseto, exceto as doses de 4,5 e 5,0 ml. Folhas de *Cinnamomum zeylanicum* foram eficientes no controle de *Callosobruchus maculatus* resultando em 80,9% de mortalidade, reduzindo 98,21% da oviposição e 100% de emergência (SOUSA et al., 2005).

4.3. Experimento de fumigação

De acordo com a tabela 3 *B. lenta* se destacou por apresentar menor CL₅₀ 7,6 µL/L, sendo o mais tóxico para *Z. subfasciatus* por apresentar maior razão de toxicidade, no entanto *A. calamus* foi o menos tóxico por fumigação para este inseto com menor razão de toxicidade e maior CL₅₀ 183,1 µL/L .

Tabela 3. Concentrações letais (µL/L) e razões de toxicidade de óleos essenciais por fumigação, sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus*.

Tratamentos	N	GL	Inclinação ± EP	RT 50	CL50 (IC95%)	X ²
<i>Acorus calamus</i>	320	2	3.52 ± 0.57	—	751,4	2,59
<i>Betula lenta</i>	400	3	4.0 ± 0.43	86,2	679,1 871,5 8,71	6,08
<i>Cinnamomum cassia</i>	400	3	4.9 ± 0.42	29,4	7,64 9,63 25,5	3,31
<i>Citrus aurantium</i>	400	3	5.2 ± 0.85	8,78	23,6 27,4 85,5 59,4 109,9	11,3

N= número de insetos utilizados no teste, EP= erro padrão da média, IC= intervalo de confiança, RT= razão de toxicidade, X²= Qui-quadrado.

O óleo de *C. aurantium* apresentou uma maior inclinação na curva de concentração resposta, apesar da maior toxicidade de *B. lenta*, demonstrando que pequena variação na concentração do óleo proporciona diferentes respostas na mortalidade do inseto. Brito et al., 2006 ao estudar o efeito fumigante de óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus staigeriana* e *Eucalyptus globulus* em *Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus* verificou que *E. staigeriana* concentração 25 µL/L se destacou por reduzir em maior quantidade o número de ovos e insetos emergidos, no qual para este último fator não se diferenciou estatisticamente de *E. citriodora*.

A utilização de óleos essenciais por método de fumigação é uma alternativa no controle sustentável de insetos, pois o método é altamente viável pela facilidade de aplicação e redução de resíduos no meio ambiente, no qual pode ser associado com outros métodos de controle, reduzindo a dependência por inseticidas químicos como a fosfina (GUSMÃO, 2012). Estudos realizados com *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* no controle de *Zabrotes subfasciatus*

resultou na maior toxicidade de *P.hispidinervum* com razão respectivamente de toxicidade de 163, 46 (GUSMÃO et al., 2009).

Zewde et al., (2010) estudando o efeito tóxico de *Citrus sinenses* por fumigação nas concentrações de (1, 2 e 3 ml) sobre *Z. subfasciatus*, observou que a maior dose 2 e 3 ml proporcionaram o maior porcentual de mortalidade, não diferindo estatisticamente. De acordo com os resultados encontrados neste experimento e nos trabalhos dos autores citados verifica-se a eficiência do método de fumigação com óleos essenciais no controle de *Z. subfasciatus*.

4.4. Experimento de repelência para oviposição e adultos emergidos

As doses 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 $\mu\text{L/g}$ de *A. calamus* obtiveram o melhor desempenho na redução da oviposição e número de adultos emergidos comparadas com a testemunha, estas não diferiram estatisticamente entre si, seguidas da concentração 0,6 $\mu\text{L}/20\text{g}$, na qual não diferiu de 0,4 e 0,5 $\mu\text{L/g}$ (Tabela 4). Testes de repelência são de fundamental importância para pesquisas relacionadas ao controle de pragas de grãos armazenados, no qual se constata a viabilidade no conhecimento da preferência e conseqüentemente da repelência do inseto por uma espécie vegetal, proporcionando a inibição da oviposição na cultura, impedindo o crescimento da população (Coitinho, 2006).

Restelo et al., (2009) estudando o efeito do óleo de *Tagetes patula* L. sobre *Sitophilus zeamais* (gorgulho do milho) nas concentrações 10; 20; 30;40 e 50 $\mu\text{L/g}$ obteve bons resultados na repelência deste inseto na concentração de 10 μL . França et al., (2012) ao estudar a toxicidade e repelência de óleos essenciais de *Baccharis dracunculifolia*; *Cymbopogon citratus*; *Cymbopogon nardus*; *Copaifera langsdorffii*; *Eucalyptus citriodora*; *Eucalyptus globulus* na concentração 0,5 ml/Kg e *Citrus medicum limonun*; *Citrus reticulata* na concentração de 1,5 ml/Kg no controle de *Zabrotes subfasciatus* em *Phaseolus vulgaris* verificou que *C.citratus*; *C.langsdorffii* e *E.citriodora* reduziram o número de adultos atraídos para *P.vulgaris* em comparação com a testemunha, ao contrário de *E.globulus* na qual atraiu 80% dos insetos.

Tabela 4. Número de ovos e adultos emergidos de *Z. subfasciatus* em sementes de *P. lunatus* tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de *A. calamus*.

Tratamentos	Nº de ovos viáveis (F= 67,3**; GL= 5)	Nº de adultos emergidos (F= 71,7**; GL= 5)
0,2	0,75 c	0,75 c
0,3	4,25 c	2,75 c
0,4	5,75 bc	5,25 bc
0,5	6,50 bc	5,25 bc
0,6	11,5 b	10,75 b
Testemunha	32,7a	32,0 a
CV	27,5%	28,8%

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação; n: número de insetos em cada repetição; GL: grau de liberdade; F: significância do teste F.

Para *B. lenta* a concentração 0,2 $\mu\text{L}/20\text{g}$ foi a que proporcionou maior oviposição e número de insetos emergidos, seguido de 0,3 $\mu\text{L}/20\text{g}$ em relação a testemunha, que não diferiu significativamente das demais (Tabela5). O desenvolvimento do inseto para este óleo foi favorecido nas concentrações subletais, no qual pode estar relacionado com o fenômeno de hormoligose ou hormese em que algumas espécies possuem compostos que se tornam favoráveis para o inseto. Este resultado demonstra que a concentração utilizada está diretamente relacionada com o comportamento fisiológico do inseto, no qual em menores concentrações a tendência é aumentar o número de ovos viáveis e consequentemente a emergência (MANZOOMI et al., 2010).

Tabela 5. Número de ovos e adultos emergidos de *Z. subfasciatus* em sementes de *P. lunatus* tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de *B. lenta*.

Tratamentos	Nº de ovos viáveis (F= 114,8**; GL= 5)	Nº de adultos emergidos (F= 106,4**; GL= 5)
0,2	54,7a	54,2a
0,3	25,2 b	25,0 b
0,4	15,5 c	15,2 c
0,5	13,2 c	12,7 c
0,6	11,7 c	11,5 c
Testemunha	16,7 c	16,7 c
CV	13,3%	7,0%

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV: coeficiente de variação; n: número de insetos em cada repetição; GL: grau de liberdade; F: significância do teste F.

Cosime et al., (2008) estudando a bioatividade de óleos essenciais de *Laurus nobilis*, *Citrus bergamia*, *Foeniculum vulgare* e *Lavandula hybrida* sobre

Sitophilus zeamais, *Cryptolestes ferrugineus* e *Tenebrio molitor*, verificou que *C. bergamia* e *Lavandula hybrida* foram os óleos com maior percentual de repelência para as espécies estudadas. Silva et al., (2013) estudando o efeito repelente de *Laurus nobilis* e *Cedrela fissillis* verificou que ambos os extratos não diferiram significativamente, sendo altamente repelente para *Zabrotes subfasciatus*.

O maior percentual de redução de ovos viáveis e número de adultos emergidos na utilização do óleo de *C. aurantium* foi observado nas concentrações 20 e 25 µL/20g em relação a testemunha, seguidos de 5,10 e 15 µL/20g no qual as duas últimas concentrações não diferiram estatisticamente das com menores percentuais de emergência e oviposição (Tabela 6). Cosimi et al., (2009) estudando o controle de *Sitophilus zeamais*, *Cryptolestes ferrugineus* Stephens e larvas de *Tenebrio molitor* (L.) verificaram que o óleo de *Citrus bergamia* se destacou como repelente para estas espécies.

França et al., (2012) estudou a toxicidade e repelência de óleos de *Citrus medica limonum*, *Citrus sinensis* L, *Copaifera langsdorffii*, *Baccharis dracunculifolia*, *Eucalyptus globulus*, *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon nardus* em *Zabrotes subfasciatus* verificou que *C.medica* apresentou um baixo percentual na redução de ovos viáveis 17,9% e 23,9% na redução de adultos emergidos, enquanto *C. citratus* assim como *E.citriodora* e *C.oleifera* reduziram o percentual de adultos atraídos.

Zewde e Jember, (2010) estudaram a ação de extrato, óleo essencial e pó seco da casca da laranja (*Citrus sinensis*) no controle de *Z. subfasciatus*, no qual verificaram a eficiência da aplicação do óleo e pó em relação ao extrato por 24 horas de exposição, no entanto houve uma redução na mortalidade com o aumento do tempo de exposição, estes autores concluíram que tanto óleo como pó perdem o efeito residual com o tempo.

Tabela 6. Número de ovos e adultos emergidos de *Z. subfasciatus* em sementes de *P. lunatus* tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de *C. aurantium*.

Tratamentos	Nº de ovos viáveis (F= 47,7**; GL= 5)	Nº de adultos emergidos (F= 52,9**; GL= 5)
5	24,0 b	21,5 b
10	13,7 bc	12,2 bc
15	10,2 bc	9,2 bc
20	7,7 c	6,7 c
25	1,5 c	1,0 c
Testemunha	60,7a	60,0a
CV	31,5%	13,2%

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação; n: número de insetos em cada repetição; GL: grau de liberdade; F: significância do teste F.

Para o óleo de *C. cassia* as concentrações 1,0 e 1,2 $\mu\text{L}/20\text{g}$ foram as que obtiveram maior porcentual de redução de ovos e adultos emergidos em relação a testemunha. As concentrações de 0,5 e 0,7 $\mu\text{L}/20\text{g}$ também reduziram o número de ovos e adultos emergidos em relação à testemunha e não diferiram estatisticamente entre si.

Castro et al., (2010) trabalhando com efeito de pós vegetais de *Piper tuberculatum*, *Lippia sidoides*, *Sapindus saponária* e *Melia azedarach* no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) verificou que folhas de *L. sidoides* reduziu 100% da oviposição e emergência, seguidos de *P. tuberculatum*, sementes e folhas de *S. saponaria*, os outros tratamentos não foram eficientes no controle da espécie. Resultados como estes evidenciam que algumas espécies são altamente atraentes enquanto outras são repelentes, nas quais os compostos majoritários influenciam na preferência do inseto por determinado óleo.

Ferreira et al., (2013) estudando a atividade inseticida do óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* (L.) nas concentrações CL5 (0,02) e CL10 (0,03) $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ sobre *Rhyzopertha dominica* (besourinho dos cereais) constatou que houve efeito repelente para a CL5(0,02 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$), ao contrário da CL10 (0,03) no qual não resultou em repelência.

Tabela 7. Número de ovos e adultos emergidos de *Zabrotes subfasciatus* em sementes de *Phaseolus lunatus* tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de *Cinnamomum cassia*.

Tratamentos	Nº de ovos (F= 402,6**; GL= 5)	Nº de adultos emergidos (F= 415,8**; GL= 5)
0,3	17,2 b	16,7 b
0,5	15,2 bc	14,5 bc
0,7	12,0 c	11,2 c
1,0	1,7 d	1,5 d
1,2	0,7 d	0,2 d
Testemunha	53,2a	51,7a
CV	11,4%	11,5%

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação; n: número de insetos em cada repetição; GL: grau de liberdade; F: significância do teste F.

5. Conclusão

O óleo de *Acorus calamus* é o mais tóxico para *Zabrotes subfasciatus* e *Citrus aurantium* o menos tóxico de acordo com o experimento de contato.

O óleo de *Betula lenta* apresentou o maior efeito fumigante com maior razão de toxicidade, ao contrário de *Acorus calamus* que para este experimento foi o menos tóxico.

As concentrações 0,2; 0,6; 25 e 1,2 $\mu\text{L}/20\text{g}$ de *Acorus calamus*, *Betula lenta*, *Citrus aurantium* e *Cinnamomum cassia* respectivamente apresentaram uma menor preferência para a oviposição de *Zabrotes subfasciatus* sobre grãos de *Phaseolus lunatus*.

Referências bibliográficas

Adams, R.P. 1995. Identification of essential oil component by chromatography/mass spectroscopy. Carol Stream, Allured Publishing Co.,468p.

Abreu AFB. Pragas e Métodos de Controle (2005) Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região sul de Minas Gerais. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, n.6, Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br.htm>>. Acessado em: 15 de setembro de 2010.

ALVES, S.M. Toxicidade e repelência de óleos essenciais no manejo de *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHIDAE). 2012. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

ALVES, S.M. TOXICIDADE E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE) EM GRÃOS DE *Phaseolus vulgaris* L. Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação, 2012.

ALMEIDA, F.A.C. Bioatividade de extratos vegetais no controle do *Zabrotes subfasciatus* isolado e inoculado em uma massa de feijão *Phaseolus*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, V14, 2012.

ARAUJO, A.M.N. **Bioatividade de espécies vegetais em relação a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em feijão (*Phaseolus vulgaris* L., 1753).** Universidade Federal de Alagoas, Dissertação, 2010.

ASLAN, İ. H. ŞAHİN, O.C, F. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Ind. Crop. Prod.** V.19, 2004.

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

AZEVEDO, J. N.; FRANCO, L. J. D. ARAÚJO, R. O. C. **Composição química de sete variedades de feijão-fava.** (comunicado técnico) Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003.

BALDIN, E.L.L. Efeito de pós-vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijão armazenado. **Bol. San. Veg. Plagas**, v.34, 2008.

BEYRA, A.; ARTILES, G. R. Revisión taxonômica de los gêneros *Phaseolus* y *Vigna* (Leguminosae-Papilionoideae) em Cuba. **Anales Del Jardín Botânico de Madrid**, v. 61, n.2, 2004.

BRITO, J.P; BAPTISTUSSI, M; FUNICHELLO, J.E.M; OLIVEIRA, S.A; BORTOLI, D. Efeito de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em duas espécies de feijões. **Bol. San.Veg. Plagas**, V.32, 2006.

BROUGHTON, W.J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; ANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus* spp.) - model food legumes. *Plant and soil*, v.252, n.1, 2003.

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

CARVALHO, R. P. L. DE & C. J. ROSSETO. Biology of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.3, 1968.

CASTRO, M.J.P; SILVA, P.H.S; SANTOS, J.R; SILVA, J.A. Efeito de pós vegetais sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão caupi. *Biossay*, v.5, n.4, 2010.

COITINHO, R.L.B.C; OLIVEIRA, J.V; GONDIM, M.G.C; CÂMARA, C.A.G. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. *Ciência rural*, 2010.

CONTE, C.O.; FAVERO, S. Toxicidade e repelência de óleos essenciais de menta e capim-limão para o gorgulho do milho. **Horticultura brasileira**. v.19 (suplemento), CD ROM, 2001.

CORRÊA, J.C.R; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Medicina**, v.13, 2011.

COSSEWIC. *Betula lenta*. **Comité sur la situation des espèces en péril au canada**, 2006.

CRABTREE, R.C. Root architectural responses of *Betula lenta* to spatially heterogeneous ammonium and nitrate. *Plant soil*, 1994. FERREIRA, A.M. Subsídios para o estudo de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh. Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. **Garcia de Orta**, Lisboa, v.8, n.3, 1960.

ISIKBER, A.A. Susceptibility of eggs of *Tribolium confusum*, *Ephestia kuehniella* and *Plodia interpunctella* to four essential oil vapors. **Phytoparasitica**. V.37, 2009.

FINNEY, D.J. Probit analysis. 3ed. London, Cambridge Press, 3 ed, 1971 .

FOSTER, S; DUKE, J.A. **Medicinal Plants. Houghton Mifflin Company**, Boston, 1990.

FRANÇA, S.M. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. **Acta amazônica**. V.42, n.3, 2012.

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

GENG, S; CUI, Z; HUANG, X; CHEN, Y; XU, D; XIONG, P. Variations in essential oil yield and composition during *Cinnamomum cassia* bark growth. **Industrial crops and products**, V.33, 2011.

GERHARDT, U. Especies y Condimentos. **Zaragoza: Acribia**, 1973.
GIRÃO FILHO, J.E ; PÁDUA, L.E.M; SILVA, P.R.R; GOMES, R.L.F.G;
PESSOA, E.F. Resistência genética de acessos de feijão fava ao gorgulho *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera:Bruchidae). **Comunicata Scientiae**, v.3, n.2, 2012.

GUIMARAES, W.N.; MARTINS, L.S.; SILVA, E.F.; FERRAZ, G.M.G.; OLIVEIRA, F.J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, 2007.

GUSMÃO, N.M.S. **MANEJO DE Callosobruchus maculatus (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE), EM GRÃOS DE CAUPI, Vigna unguiculata (L.) WALP. COM ÓLEOS ESSENCIAIS**. Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação, 2012.

HOWE, R. W. & J. E. CURRIE. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. **Bulletin of Entomological Research**. v.55, 1964.

HUANG, T.C; FU, H.Y; HO, C; TAN, D; HUANG, Y.T; PAN, M.H. Induction of apoptosis by cinnamaldehyde from indigenous *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh through reactive oxygen species production, glutathione depletion, and caspase activation in human leukemia K 562 cells. **Science direct**, v. 103, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. v. 38, 2011. Disponível em: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. v. 38, 2011. Disponível em URL: <[http://www.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_\[anual\]/2011/pam2011.pdf](http://www.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2011/pam2011.pdf)>. Acessado em: 17 de janeiro de 2012.

KAUR, D.; PAJNI, H.R.; TEWARI, P.K. **Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-product Protection**. v.2, 1999.

Lin, H., M. Kogan & D. Fischer. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. *Environ. Revista de entomologia*, 1990.

KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, v.5, 2010.

LORINI, I. Manejo Integrado de Pragas . Passo Fundo: Embrapa trigo, 2008.

MEIK, J. & P. DOBIE. 1986. **The ability of *Zabrotes subfasciatus* to attack cowpeas**. *Entomologia Experimentalis Applicata*, v.42, 1986.

MELO, L. J. V. de; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. H.; BARREIRO NETO, M.; FRANCO, C. F. de O. Crescimento e produção de fava em função de lâminas de irrigação e densidade de plantio. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 2, 2009.

MOERMAN, D. **Native American ethnobotany**. Timber Press Oregon, 1998.

MONTEIRO, S.A.N. **Resistência de acessos de fava (*Phaseolus lunatus*) ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (boh., 1833) (coleoptera: chrysomelidae)**. Dissertação, 2010.

NERIO, L.S.; JESUS, O.V.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils. **A review. Bioresour. Technol**, 2010.

OBENG-OFORI, D.; AMITEYE, S. Efficacy of mixing vegetable oils with pirimiphos-methyl against the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky in stored maize. **J. Stored Prod**, 2005.

OLIVEIRA, J.V; VENDRAMIM, J.D. Repelência de óleos essenciais e pós-vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v.28, n.3, 1999.

OLIVEIRA, A. P.; ALVES, E. U.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A.; PÔRTO, M. L.; ALVES, A. V. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, 2004.

PACHECO, I.A.; PAULA, D.C. **Insetos de grãos armazenados- identificação e biologia**. 1.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1995.

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

PESSOA, E.F. **Avaliação da resistência genética de feijão-fava a *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (Coleoptera: Crisomelidae: Bruchidae).** 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

PIKART, T.G. **Registro de *Acromyrmex disciger* (Hymenoptera: Formicidae) em *Cinnamomum zeylanicum* (Lauraceae) no Município de Braço do Trombudo, Santa Catarina, Brasil.** V.3, n.8, 2010.

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.10, 2002.

SANTOS, A. P. B. A Beleza, a Popularidade, a Toxicidade e a Importância Econômica de Espécies de Aráceas. **Revista Virtual de Química**, v.3, n.3, 2011.

SAS Institute. 2002. User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SAVARIS, M; LAMPERT, S; GARCÍA, F.R.M; BORDIN, S.M.S; MOURA, N.F. Atividade inseticida de *Cunila angustifolia* sobre adultos de *acanthoscelides obtectus* em laboratório. **Ciência e tecnologia**, v.5, n.1, 2012.

Scherer, R., R. Wagner, M.C.T. Duarte & H.T. Godoy. 2009. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da índia, citronela e palmarosa. *Rev. Bras. Pl. Med.* 11: 442-449.

SCHOONHOVEN, A. V; CARDONA, C. Low levels of resistance to the Mexican bean weevil in dry beans. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.75, n.4, 1982.

SENATORE. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a Thyme (*Thymus pulegioides* L.) Growing Wild in campania (Southern Italy). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1996.

<http://dx.doi.org/10.1021/jf950508z> SIKKEMA, J.; DE BONT, J.A.M.;

POOLMAN, B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiology Reviews*, 1995.

SILVA, J.F. Dados biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em dois genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. V.8, 2013.

SIMEÃO, M.; OLIVEIRA, A.E.S.; SANTOS, A.R.B.; MOUSINHO, F.E.P.; RIBEIRO, A.A. Determinação da ETc e Kc para o feijão – fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região de Teresina, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.2, 2013.

SOUSA, A.H. Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus Maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in caupi bean and seed physiological analysis. **Revista de biologia e ciência da terra**. V.5, n.2, 2005.

RAJA, A.E., V.M; DEVALARAO,G. *Acorus calamus* Linn.: Chemistry and Biology. **Research J. Pharm. and Tech**, v.2, n.2, 2009.

RAJUPT, S. β -Asarone, an active principle of *Acorus calamus* rhizome, inhibits morphogenesis, biofilm formation and ergosterol biosynthesis in *Candida albicans*. **Phytomedicine**. V.20, 2013.

DOLL, V.D. KRATZ, P.D.J.A. **Generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography**. **J. Chromatogr**, 1963.

VERBEL J.O, Essential oils applied to the food act as repellents toward *Tribolium castaneum*. **Journal of Stored Products Research**. V.55, 2013.

VIEIRA, R. F. A cultura do feijão-fava. **Informe Agropecuário**, v.16, n.174, 1992.

WERFF,H. Notes on Neotropical Lauraceae. **Annals of the Missouri Botanical** v. 71, 1984.

ZELDE, D.K; JEMBERE. Evaluation of Orange Peel *Citrus Sinensis* (L) As a Source of Repellent, Toxicant and Protectant against *Zabrotes Subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Momona Ethiopian Journal of Science**, v.2, n.1, 2010.

ZIMMERMANN, M.J.O; TEIXEIRA, M.G. Origem e evolução. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. eds. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS), 1996.

