CILENE REJANE INÁCIO DE MAGALHÃES UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE Sitophilus zeamais MOTS.

(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) E *Tribolium castaneum* HERBST. (COLEOPTERA:

TENEBRIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO

CILENE REJANE INÁCIO DE MAGALHÃES

UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE Sitophilus zeamais MOTS. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) E Tribolium castaneum HERBST. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira

Co-orientadora: Profa. Dra. Cláudia Helena C. M. de Oliveira

Com base no disposto na Lei Federal Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. [...] Autorizo para fins acadêmicos e científico a UFRPE/UAST, a divulgação e reprodução PARCIAL, desta Dissertação "Utilização de óleos essenciais no controle de Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae) e Tribolium castaneum Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) em milho armazenado". Sem ressarcimento dos direitos autorais, da obra, a partir da data abaixo indicada ou até que manifestação em sentido contrário de minha parte determine a cessação desta autorização.

<u>Ciline Ryonne Incicio che magalhaies</u> Assinatura

7/04/2014 Data

Ficha catalográfica

M188u Magalhães, Cilene Rejane Inácio de.

Utilização de óleos essenciais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) e *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) em milho armazenado. / Cilene Rejane Inácio de Magalhães. – 2014.

72 f.: il.

Orientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2014. Referências.

1. Inseticidas vegetais. 2. Pragas - controle alternativo. 3. Grãos armazenados. .I. Oliveira, Carlos Romero Ferreira de, Orientador. II. Oliveira, Cláudia Helena C. M. de, Co-orientadora. III. Título.

CILENE REJANE INÁCIO DE MAGALHÃES

UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE Sitophilus zeamais MOTS. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) E Tribolium castaneum HERBST. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO

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

APROVADA: 27 de fevereiro de 2014

Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira

a Prof

Profa. Dra. Cláudia Helena C. M. de Oliveira

(UAST/UFRPE)

(UAST/UFRPE)

(Orientador)

(Co-orientadora, Examinadora Interna)

Prof. Dr. André Laurênio de Melo

Prof. Dr. César Auguste Badj

(UAST/UFRPE)

(UAG/UFRPE)

(Examinador Externo)

(Examinador Externo)

Serra Talhada-PE

2014

AGRADECIMENTOS

E depois de olhar a minha dissertação pronta e respirar aliviada, só tenho a agradecer a todos que colaboraram para que este sonho se tornasse realidade! E é com imenso prazer e satisfação que eu agradeço a cada um...

A Deus, pela vida e por seu infinito amor. Por ter me dado forças quando pensei em fraquejar e ter me ensinado que quando estou fraca é que sou forte, pois o seu poder se aperfeiçoa em nossas fraquezas.

Aos meus pais Célia Maria de Oliveira (in memorian) e Sebastião Inácio de Oliveira, pelo seu amor e carinho, por toda atenção e esforços que até hoje fizeram, sendo peça fundamental para o meu sucesso.

Aos meus irmãos, Célis, Júnior, Celivane, Francisco e Cristina, pelo amor incondicional.

Ao meu esposo Renan, obrigada por tudo. Por estar sempre ao meu lado, pela paciência, pelo apoio moral, pelas soluções para minhas extrações, pela compreensão ilimitada, pelo carinho e amor demonstrado a mim todos os dias, pois eu sei que não tem sido fácil! Obrigada por tudo! Amo você!

À Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização deste curso.

Aos Professores Carlos Romero Ferreira de Oliveira e Cláudia Helena C. M. de Oliveira pela orientação.

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

À profa. Dra. Andréa Lopes Bandeira Delmiro Santana pela colaboração.

Ao Coordenador da Pós-Graduação em Produção Vegetal, Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões, por sua dedicação ao curso.

A todos os professores do PPGPV pelos valiosos ensinamentos.

A uma amiga muito especial, Vanessa, pelos anos de amizade, o companheirismo, a presença nos momentos difíceis e alegres, o apoio e principalmente pela sua disponibilidade em sempre me ajudar. Obrigada pela sua colaboração na realização deste trabalho.

A Sara, pela amizade, pela ajuda ao longo deste ano, sempre ficarei grata, jamais vou esquecer o quanto você me ajudou da melhor maneira possível para que meu trabalho ficasse pronto.

À amiga Talyta que foi fundamental no auxílio da manutenção das criações de insetos e extrações.

A Antunes pela substancial ajuda na análise estatística.

Às amigas do Laboratório de Entomologia: Suely, Yasmin e Clécia.

A Francisco Danilo Morais da Silva, Tony Cantarelli de Carvalho, Anderson José Braz Barbosa e José Ailton, técnicos dos laboratórios de Química e Biologia da UAST/UFRPE, pelo apoio técnico.

A todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a concretização deste trabalho. Muito obrigada!



RESUMO GERAL

Grãos de milho e outros cereais armazenados são infestados por diversas espécies de insetos, destacando-se Sitophilus zeamais e Tribolium castaneum como principais pragas. Neste trabalho avaliou-se o efeito fumigante e repelente de óleos essenciais de Croton heliotropiifolius, Croton pulegiodorus, Myracrodruon urundeuva e Ocimum basilicum sobre adultos de S. zeamais e T. castaneum em milho armazenado. Também foi avaliado o efeito desses óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) dos coleópteros. Foram efetuados experimentos individuais para cada inseto praga e para cada óleo essencial, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (doses 0; 5; 10; 15 e 20 µL/L de ar) e quatro repetições. Nos testes de fumigação, as diferentes doses dos óleos foram aplicadas em papel filtro e colocadas na parte superior do pote de vidro, isolado da parte onde foram colocados 10 insetos adultos por um tecido (tipo "voil"). Após 48 horas contabilizou-se o número de indivíduos vivos e mortos. Nos testes de repelência foi montada uma arena composta por dois potes plásticos. Em um dos recipientes colocaram-se 10g de milho ou pó de milho misturado com as diferentes doses dos óleos e no outro (testemunha) foi colocado o substrato alimentar sem óleo. No recipiente central foram liberados 10 insetos e após cinco dias foi contado o número de insetos atraídos em cada recipiente. Após o ciclo de cada inseto foi avaliado o número de insetos emergidos. No teste para avaliar a taxa instantânea de crescimento populacional (ri) impregnou-se diretamente nos grãos de milho ou pó de milho as diferentes doses de cada óleo e após 60 dias avaliou-se o número de insetos emergidos e a taxa instantânea de crescimento populacional. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Nos testes de fumigação, observou-se atividade inseticida para os óleos essenciais de C. heliotropiifolius e C. pulegiodorus em adultos S. zeamais enquanto que para T. castaneum observou-se atividade inseticida do óleo essencial de M. urundeuva. Nos testes de repelência, o óleo de C. pulegiodorus foi considerado repelente para S. zeamais enquanto que C. heliotropiifolius, M. urundeuva e Ocimum basilicum foram considerados neutros ou repelentes. Para T. castaneum todos os óleos essenciais foram considerados neutros ou repelentes. Houve redução na taxa de emergência dos dois insetos em todos os óleos testados. Em S. zeamais a taxa instantânea de crescimento foi afetada em todos os óleos testados, sendo que à medida que as doses foram aumentadas as populações foram reduzidas em comparação as testemunhas. Em T. castaneum a taxa instantânea de crescimento manteve-se crescente utilizando-se o óleo de C. pulegiodorus, M. urundeuva e O. basilicum, enquanto que para C. *heliotropiifolius* os valores de *ri* foram negativos, mostrando que houve um declínio das populações desse inseto. Conclui-se que os óleos essenciais testados são uma alternativa eficiente para o uso em programas de manejo desses insetos em unidades armazenadoras.

Palavras-chave: Inseticidas vegetais, controle alternativo, grãos armazenados.

GENERAL ABSTRACT

Grains of corn and other cereals are stored infested by several species of insects, especially Sitophilus zeamais and Tribolium castaneum as major pests. In this paper we evaluate the fumigant and repellent effects of essential oils Croton heliotropiifolius, Croton pulegiodorus, Myracrodruon urundeuva and Ocimum basilicum on adults of S. zeamais and T. castaneum in stored corn. The effect of these essential oils on the instantaneous rate of increase (ri) of beetles was also evaluated. Individual experiments were performed for each insect pest and for each essential oil, in a completely randomized design with five treatments (doses 0, 5, 10; 15 and 20 μL/L of air) and four replications. In fumigation tests, different doses of the oils were applied on filter paper and placed on top of the glass jar, isolated from the part where 10 adults were placed in a tissue (such as "voile"). After 48 hours, was counted the number of living and dead individuals. In repellency tests was riding an arena consisting of two plastic pots. In one of the containers is placed 10g of corn or maize powder mixed with the doses of different oils and other (control) the substrate feed was placed without oil. In the central container 10 were released after five days and insects were counted the number of insects attracted to each vessel. After the cycle of each insect was rated the number of emerged insects. In the test of the instantaneous rate of increase (ri) is impregnated directly in corn grain or corn powder different doses of each oil and after 60 days we assessed the number of emerged insects and instantaneous rate of population growth. The results were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. In fumigation tests, observed insecticidal activity to the essential oils of C. heliotropiifolius and C. pulegiodorus in adult S. zeamais while for T. castaneum was observed insecticidal activity of the essential oil of M. urundeuva. In repellency tests, the oil of C. pulegiodorus was considered repellent to S. zeamais while C. heliotropiifolius, M. urundeuva and Ocimum basilicum were considered neutral or repellent. For T. castaneum all essential oils were considered neutral or repellent. There was a reduction in the rate of emergence of the two insects in all tested oils. S. zeamais in the instantaneous rate of growth was affected at all oils tested, and that as the doses were increased populations were reduced compared to witnesses. In T. castaneum the instantaneous rate of growth remained increased using oil C. pulegiodorus, M. urundeuva and O. basilicum, whereas for C. heliotropiifolius IR values were negative, showing that a decline of populations of this insect. It is concluded that essential oils tested are an efficient alternative for use in the management of these insects in stored programs.

Keywords: vegetable insecticides, alternative control stored grain.

LISTA DE FIGURAS

CAPITÚLO 1

Figura 1- Criações de S. zeamais, sob condições controladas, em câmara climática	
tipo B.O.D. (temperatura de 28±2 °C, 70±5% de UR e 24h de	
fotofase)	25
Figura 2- Materiais botânicos utilizados para obtenção dos óleos essenciais:	
Croton heliotropiifolius (A); Croton pulegiodorus (B), Myracrodruon urundeuva	
(C) e Ocimum basilicum (D)	26
Figura 3- Câmaras de fumigação para utilização de óleos essenciais	28
Figura 4- Arenas confeccionadas para os testes de repelência utilizando óleos	
-	30
Figura 5- Atividade inseticida (efeito fumigante) dos óleos essenciais de <i>Croton</i>	
heliotropiifolius (A) e Croton pulegiodorus (B) sobre adultos de Sitophilus	
zeamais	32
Figura 6- Efeito de diferentes dosagens dos óleos essenciais de Croton	
heliotropiifolius (A), Croton pulegiodorus (B), Myracrodruon urundeuva (C) e	
Ocimum basilicum (D) sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de S. zeamais	
em milho armazenado	38
CAPITÚLO 2	
Figura 1- Materiais vegetais usados para obtenção dos óleos essenciais: Croton	
heliotropiifolius (A); Croton pulegiodorus (B), Myracrodruon urundeuva (C) e	
Ocimum basilicum (D)	55
Figura 2- Câmaras de fumigação para utilização de óleos	
essenciais	57
Figura 3- Arenas confeccionadas para os testes de repelência utilizando óleos	
essenciais em T. castaneum	58
Figura 4- Atividade inseticida (efeito fumigante) do óleo essencial de	
Myracrodruon urundeuva sobre adultos de Tribolium castaneum	61
Figura 5- Efeito de diferentes dosagens dos óleos essenciais de Croton	
heliotropiifolius (A), Croton pulegiodorus (B), Myracrodruon urundeuva (C) e	
Ocimum basilicum (D) sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de T.	

castaneum em milho armazenado	65	
	0.0	

LISTA DE TABELAS

	,				
$C \lambda$	DI	[T]	TT	$\mathbf{\Omega}$	1
\cdot				~ ,	

Tabela 1- Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais em S.	
zeamais	27
Tabela 2- Efeito repelente de óleos essenciais sobre adultos de S. zeamais em	
grãos de milho tratados. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e fotofase: 24	
horas	47
Tabela 3. Porcentagem de redução do número de adultos de S. zeamais emergidos	
em milho tratado com óleos essenciais. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e fotofase: 24	
horas	48
CAPITÚLO 2	
Tabela 1- Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais em T.	
castaneum	55
Tabela 2- Efeito repelente de óleos essenciais sobre adultos de T. castaneum em	
milho tratado. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e fotofase: 24	
horas	71
Tabela 3- Porcentagem de redução do número de adultos de T. castaneum	
emergidos em milho tratado com óleos essenciais. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e	
fotofase: 24 horas	72

SUMÁRIO

RESUMO	20 20 21 22 25 25 26 27 27 28
CURCULIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO	20 21 22 25 25 26 27 27
RESUMO	20 21 22 25 25 26 27 27
ABSTRACT	21 22 25 25 25 26 27 27
1 INTRODUÇÃO	22 25 25 25 26 27 27 28
2 MATERIAL E MÉTODOS	25 25 25 26 27 27
2.1 Área de estudo	25 25 26 27 27 28
2.2 Criação de Sitophilus zeamais 2 2.3 Coleta do material vegetal 2 2.4 Obtenção dos Óleos Essenciais 2 2.5 Eliminação da infestação e equilíbrio da umidade das sementes 2 2.6 Efeito fumigante de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais 2 2.7 Efeito repelente de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais e emergência 2 2.8 Efeito de óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de 3 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 3 4 CONCLUSÕES 4	25 26 27 27 28
2.3 Coleta do material vegetal	26 27 27 28
2.4 Obtenção dos Óleos Essenciais	27 27 28
2.5 Eliminação da infestação e equilíbrio da umidade das sementes	27 28
2.6 Efeito fumigante de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais	28
2.7 Efeito repelente de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais e emergência de adultos	
de adultos	29
2.8 Efeito de óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de Sitophilus zeamais	29
Sitophilus zeamais 3 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 3 4 CONCLUSÕES 4	
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4 CONCLUSÕES	30
	31
REFERÊNCIAS	10
	11
CAPÍTULO 2 – POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS	
SOBRE Tribolium castaneum (HERBST, 1797) (COLEOPTERA:	
TENEBRIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO	19
RESUMO	19
ABSTRACT5	50
1 INTRODUÇÃO5	51
,	54
2.1 Área de estudo	54
	54

2.4 Obtenção dos Óleos Essenciais.	56
2.5 Eliminação da infestação e equilíbrio da umidade do pó do milho	56
2.6 Efeito fumigante de óleos essenciais sobre Tribolium castaneum	56
2.7 Efeito repelente de óleos essenciais sobre Tribolium castaneum e	
emergência de adultos	57
2.8 Efeito de óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de	
Tribolium castaneum	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS	67

APRESENTAÇÃO

As condições no armazenamento de grãos favorecem o aparecimento de doenças e pragas na produção agrícola. Esses agentes (destacando-se as pragas primárias e secundárias) não fazem distinção entre o grande latifundiário e o agricultor familiar. Aos produtores, por sua vez, cabe à tarefa de escolher a melhor forma de combatê-los, procurando mecanismos que reduzam as agressões ao meio ambiente, permitindo o manejo e o uso adequado de produtos que, ao controlar essas pragas, contribuam para o equilíbrio do meio ambiente e o êxito na produção.

A integração de métodos alternativos no manejo de pragas de produtos armazenados surge como alternativa para a redução do uso dos inseticidas. Neste sentido, a utilização de substâncias de origem vegetal no controle de coleópteros-praga irá auxiliar, principalmente, os pequenos e médios produtores, amenizando problemas de resíduos nos alimentos e dificultando o surgimento de resistência das pragas pelo uso excessivo desses produtos.

É indispensável, então, o aprofundamento dos estudos básicos sobre substâncias de origem vegetal, para avaliar a sua aplicabilidade em programas de manejo integrado de pragas, especialmente em regiões tropicais onde existem várias espécies de insetos consideradas pragas importantes e comumente encontradas em ambientes de armazenamento.

CAPÍTULO 1 – POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE Sitophilus zeamais (MOTSCHULSKY, 1885) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO.

RESUMO

Plantas com ação inseticida têm sido cada vez mais utilizadas como método alternativo no controle contra as principais pragas que ocorrem em produtos armazenados. Neste trabalho avaliou-se o efeito fumigante e a repelência de óleos essenciais de Croton heliotropiifolius, Croton pulegiodorus, Myracrodruon urundeuva e Ocimum basilicum sobre adultos de Sitophilus zeamais em milho armazenado. Também foi avaliado o efeito desses óleos sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de S. zeamais. Foram efetuados experimentos individuais para cada óleo essencial, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0; 5; 10; 15 e 20 μL/L de ar) e quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Nos testes de fumigação, observou-se atividade inseticida para os óleos essenciais de C. heliotropiifolius e C. pulegiodorus sobre adultos S. zeamais. Nos testes de repelência, o óleo de C. pulegiodorus foi considerado repelente. Os óleos de C. heliotropiifolius, M. urundeuva e Ocimum basilicum foram considerados neutros ou repelentes. A redução na emergência de adultos de S. zeamais para os grãos de milho tratados variou de 55,55% (com C. heliotropiifolius) a 97,61% (com C. pulegiodorus). Com relação à taxa instantânea de crescimento de S. zeamais para os grãos de milho tratados com C. heliotropiifolius, houve um aumento populacional na dose de 5 μ L para este óleo, porém a ri foi reduzida com o aumento das demais doses, mostrando que as populações de insetos mantiveram-se estáveis. Já os óleos de C. pulegiodorus, M. urundeuva e O. basilicum proporcionaram ri positivas, porém com o aumento das doses observou-se que as populações foram reduzidas em comparação às testemunhas. Diante disso, estes óleos demonstraram ser uma alternativa para o uso nos programas de manejo desse inseto em unidades armazenadoras.

Palavras-chave: Produtos armazenados, inseticidas botânicos, Sitophilus zeamais.

CHAPTER 1- POTENTIAL OF ESSENTIAL OILS ON INSECTICIDE Sitophilus zeamais (MOTSCHULSKY, 1885) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) STORED IN CORN.

ABSTRACT

Plants with insecticidal action have been increasingly used as an alternative method in control against major pests found in stored products. In this paper we evaluate the fumigant effect and repellency of essential oils Croton heliotropiifolius, Croton pulegiodorus, Myracrodruon urundeuva and Ocimum basilicum on adults of Sitophilus zeamais in stored maize. The effect of these oils on the instantaneous rate of increase (ri) of S. zeamais was also evaluated. Individual experiments were performed for each essential oil, in a completely randomized design with five treatments (0, 5, 10; 15 and 20 µL/L of air) and four replications. The results were subjected to analysis of variance and the means were compared by Tukey test at 5 % probability. In fumigation tests, observed insecticidal activity to the essential oils of C. heliotropiifolius and C. pulegiodorus on adult S. zeamais. In repellency tests, the oil of C. pulegiodorus was considered repellent. The oils of C. heliotropiifolius, M. urundeuva and Ocimum basilicum were considered neutral or repellent. The reduction in adult emergence of S. zeamais for beans treated corn ranged from 55,55% (with C. heliotropiifolius) to 97,61 % (with C. pulegiodorus). With respect to the instantaneous rate of growth of S. zeamais in maize grains treated with C. heliotropiifolius, there was a population increase in the dose 5 μL/L oil for this, but the laugh was reduced with increasing doses too, showing that the insect populations remained stable. Already oils pulegiodorus C. pulegiodorus, M. urundeuva and O. basilicum provided laughs positive, but with increasing doses was observed that the populations were reduced compared to the controls. Therefore, these oils have proved to be an alternative for use in the management of this insect in stored programs.

Keywords: Stored products, botanical insecticides, *Sitophilus zeamais*.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes cultivados no mundo todo. É uma Poaceae, apresenta altas qualidades nutritivas e vem sendo cultivado há muitos séculos. É largamente utilizado na alimentação humana e de animais domésticos, e na indústria para a produção de rações, amido, óleo, álcool, flocos alimentícios, bebidas, além de outros produtos (FANCELLI & NETO, 2000). Pelo fato de a maior parte do produto ser vendido "*in natura*", a grande preocupação é manter a qualidade do grão, porém o seu armazenamento é dificultado devido à grande variedade de pragas que podem atacá-lo, diminuindo sua qualidade e consequentemente inviabilizando sua comercialização. Segundo Lorini (1998) os prejuízos que ocorrem pela atuação de pragas em grãos armazenados chegam a 10%.

O gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1885) (Coleoptera: Curculionidae) é uma das principais pragas primárias de grãos armazenados. Esses insetos são os maiores causadores de perdas físicas, além de serem responsáveis pela perda na qualidade de grãos e subprodutos. São besouros pequenos, medem aproximadamente 3 mm de comprimento, apresentam quatro manchas avermelhadas no élitro, a cabeça é prolongada para frente com rostro recurvado, onde se inserem as peças bucais. Suas larvas apresentam coloração amarelo-clara com a cabeça mais escura e as pupas são brancas. A espécie apresenta elevado potencial de multiplicação. A postura é feita no interior do grão onde a larva completa o seu desenvolvimento, passa ao estágio de pupa culminando com a emergência do adulto (LOECK, 2002). As fêmeas podem viver até 140 dias, sendo o período de oviposição de 104 dias e o número médio de ovos por fêmea de 282. O período de incubação varia entre 3 e 6 dias sendo que o ciclo biológico de ovo até a emergência de adultos é de 34 dias tendo o milho como hospedeiro (LORINI; SCHNEIDER, 1994).

O controle de pragas dos produtos armazenados tem sido realizado utilizando-se fumigantes liquefeitos (bissulfeto de carbono e outros) ou solidificados, a exemplo da fosfina (ALMEIDA et al., 1999). Porém, o uso indevido desses produtos levou ao surgimento de populações de insetos resistentes e à detecção de resíduos em sementes e grãos expurgados com alto teor de umidade (FARONI, 1997).

As pesquisas atuais e o aumento do conhecimento dos prejuízos advindos do uso indiscriminado desses produtos, associados à preocupação por parte dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos, têm motivado cada vez mais estudos relacionados a novas técnicas

de controle dessas pragas e, entre estas, o uso de inseticidas de origem vegetal (TAVARES, 2002).

Várias pesquisas têm demonstrado a viabilidade do uso de compostos bioativos obtidos de plantas no controle de pragas de grãos armazenados, devido a sua eficiência, geralmente de baixo custo, segurança para os aplicadores, consumidores e meio ambiente (SHAAYA et al., 1997, HUANG et al., 2000, BOUDA et al., 2001, DEMISSIE et al., 2008). Podem ser utilizados como óleos essenciais, óleos emulsionáveis, pós, extratos aquosos ou orgânicos, apresentando toxicidade por contato, ingestão e fumigação (KARR & COATS, 1988, RAJENDRAN & SRIRANJINI, 2008). Estas substâncias vegetais podem provocar mortalidade, repelência, deterrência na alimentação e oviposição e afetam o crescimento dos insetos (HUANG et al., 1999, MARTINEZ & VAN EMDEN, 2001). A toxicidade de óleos essenciais sobre pragas de grãos armazenados é influenciada pela sua composição química, a qual vai depender do recurso vegetal, estação do ano, condições ecológicas, métodos de extração, tempo de extração e parte da planta utilizada (LEE et al., 2001).

Plantas com ação inseticida têm sido cada vez mais utilizadas como método alternativo no controle das principais pragas que ocorrem em produtos armazenados. Rodríguez (1999) relatou o uso de folhas, sementes e do óleo de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) (Meliaceae) no controle de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera, Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) (Coleoptera: Curculionidae) e *Tribolium castaneum* (Herbest, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) utilizando o pó a 1% de concentração, e o óleo, entre 0,2 e 0,5%. Lale & Abdulrahman (1999) observaram que o óleo de sementes de Nim pode reduzir a oviposição e a emergência de adultos de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae). Maredia et al. (1992) constataram alterações na sobrevivência de adultos de *S. zeamais* expostos ao pó e ao óleo de sementes de Nim. O efeito inseticida do óleo e do pó de sementes de *Piper guineense* Schumach & Thonn (Piperaceae), *Dennettia tripetala* (G. Baxer) (Annonaceae) e *Aframomum melegueta* (Roskoe) K. Schum (Zingiberaceae) em relação a *S. zeamais*, foi verificado por Lale (1992).

A ecologia química, ramo da ciência em crescimento, no qual as relações planta-inseto são examinadas em termos do efeito de substâncias sobre as funções biológicas, estabelece que essas substâncias sejam frequentemente metabólitos secundários, que constituem verdadeiros sinais químicos nestas interações. Entre esses metabólitos, encontram-se os terpenos, especialmente os monoterpenos e seus análogos, que são componentes abundantes de óleos essenciais de muitas plantas superiores (PRATES & SANTOS, 2002). Esses óleos

são compostos lipofílicos, com alto potencial para interferências tóxicas que protegem as plantas de ataques de insetos e infestação de parasitas (SIMPSON, 1995). Singh & Upadhyay (1993) afirmaram que os óleos essenciais são fontes potenciais de inseticidas botânicos.

Face à importância econômica de *S. zeamais* para o milho armazenado e a necessidade de utilização de métodos alternativos mais seguros sob o ponto de vista ecológico, e compatíveis com o manejo integrado de pragas, é justificável a realização de estudos que avaliem o potencial inseticida de óleos essenciais no controle dessa praga. O presente trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: (i) avaliar o efeito fumigante de óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae), *Croton pulegiodorus* Baill (Euphorbiaceae), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) e *Ocimum basilicum* Linnaeus (Lamiaceae) sobre adultos de *S. zeamais* em milho armazenado; (ii) avaliar o efeito repelente de óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* sobre adultos de *S. zeamais* e (iii) avaliar o efeito desses óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (*ri*) de adultos de *S. zeamais*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Entomologia e de Biologia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE).

2.2 Criação de Sitophilus zeamais

Foram estabelecidas criações contínuas de *S. zeamais* em condições de laboratório. Os insetos foram acondicionados em frascos de vidro de 1,5 L, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. As criações foram mantidas em câmara climática tipo B.O.D, a 28±2 °C, 70±5% de UR e 24h de fotofase, sendo utilizado como substrato alimentar grãos de milho, com teor de umidade de 13% base úmida (b.u.) (Figura 1).



Figura 1. Criações de *S. zeamais*, sob condições controladas, em câmara climática tipo B.O.D. (temperatura de 28±2 °C, 70±5% de UR e 24h de fotofase).

O confinamento dos insetos foi realizado durante 15 dias para efetuarem a postura, em seguida foram retirados e os recipientes mantidos até a emergência da geração seguinte. Este

procedimento foi realizado por sucessivas gerações, para garantir a quantidade de adultos necessários para a execução de todos os experimentos.

2.3 Coleta do material vegetal

O material botânico utilizado para a produção do óleo essencial (Tabela 1) de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) (Figura 2C), foi coletado no campus da UAST/UFRPE. *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae) (Figura 2A), e *Croton pulegiodorus* Baill, 1864 (Euphorbiaceae) (Figura 2B), foram coletados no Município de Triunfo – PE. Os óleos essenciais foram extraídos no laboratório de Biologia da UAST/UFRPE. O óleo de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) foi adquirido na Florananda Ind. e Com. de Cosméticos e Produtos Naturais LTDA - (Figura 2D).

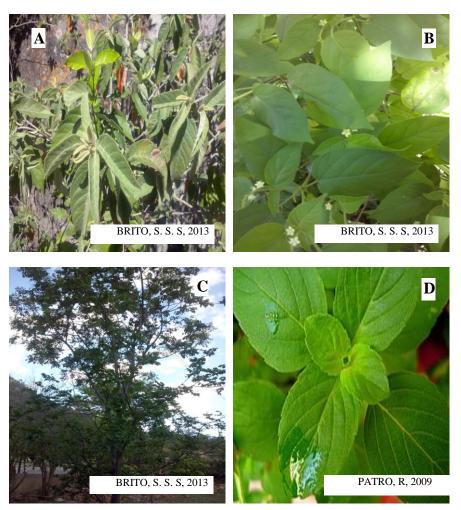


Figura 2. Materiais botânicos utilizados para obtenção dos óleos essenciais: *Croton heliotropiifolius* (A); *Croton pulegiodorus* (B), *Myracrodruon urundeuva* (C) e *Ocimum basilicum* (D).

A identificação das plantas foi realizada por especialista do Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) onde também exsicatas testemunhas foram deposistadas.

Tabela 1: Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais em *S. zeamais*.

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

2.4 Obtenção dos Óleos Essenciais

Os óleos foram obtidos de Folhas frescas das três espécies coletadas. Em cada extração foram utilizadas 200g de folhas frescas e 3L de água destilada. Os materiais vegetais foram submetidos à hidrodestilação por 2h no Laboratório de Biologia da UAST/UFRPE. Os óleos essenciais foram extraídos através de um aparelho tipo Clevenger modificado. Após isso as frações obtidas foram separadas da água por diclorometano, secas com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) e levadas posteriormente ao rota-evaporador. Nesta fase foi retirado o diclorometano e obtido apenas o óleo essencial.

2.5 Eliminação da infestação e equilíbrio da umidade das sementes

Os grãos de milho utilizados para criações e montagem de experimentos foram obtidos no Mercado Público de Serra Talhada-PE. Os grãos foram desinfetados superficialmente com hipoclorito de sódio (1%) por 3 minutos e lavados com água destilada, após isso, foram colocados para secar a sombra por um período de 24 horas. Foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em freezer sob temperatura de –10 °C, durante três dias. Após a retirada do freezer, foram transferidos para frascos de vidro, mantidos no laboratório à temperatura ambiente.

2.6 Efeito fumigante de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais

Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada ajustada a 28±2°C, 70±5% UR e fotofase de 24 horas. Avaliou-se o efeito fumigante de óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* sobre adultos de *S. zeamais*, de acordo com a metodologia adaptada de Aslan et al. (2004). Foram utilizadas como câmaras de fumigação, recipientes de vidro (tipo bomboniere) de 1,5 L de capacidade, onde foram confinados 10 adultos de *S. zeamais*, não sexados e com zero a quinze dias de idade (Figura 3).

Os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* foram utilizados em diferentes concentrações (0; 5; 10; 15 e 20, em µL/20 g de milho). Os óleos foram impregnados com pipetador automático, em tiras de papel de filtro de 5 x 2 cm, fixadas na superfície inferior da tampa dos recipientes.

Para evitar o contato direto dos insetos com os óleos, foi utilizado um tecido poroso (tipo "voil"), entre a tampa e o recipiente propriamente dito. Os recipientes foram vedados com filme plástico (PVC) e fita adesiva, visando evitar a saída dos vapores. Decorridas 48 horas após a montagem dos experimentos, avaliou-se a porcentagem de mortalidade. Foram efetuados experimentos individuais para cada óleo essencial, em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste t (P < 0,05), utilizando-se o programa computacional ASSISTAT versão 7.7 Beta (SILVA, 2013). Os resultados significativos foram submetidos à análise de regressão, usando o mesmo programa.



Figura 3. Câmaras de fumigação para utilização de óleos essenciais.

2.7 Efeito repelente de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais e emergência de adultos

Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada ajustada a 28±2°C, 70±5% UR e fotofase de 24 horas. Avaliou-se o efeito repelente de óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius*, *Croton pulegiodorus*, *Myracrodruon urundeuva* e *Ocimum basilicum* sobre adultos de *S. zeamais*. Os óleos essenciais foram utilizados em diferentes concentrações (0; 5; 10; 15 e 20, em μL/20 g de milho).

Os óleos foram testados em arenas compostas de dois recipientes plásticos, interligados simetricamente a um pote central por dois tubos plásticos (Figura 4). Em um dos potes colocou-se 20 g de grãos de milho tratados com o óleo essencial e no outro a mesma quantidade de grãos não tratados (testemunha). Os óleos foram aplicados diretamente nos grãos de milho com pipetador automático, tendo sido os grãos homogeneizados por 30 segundos. No pote central foram liberados 10 adultos não sexados de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade. Cada óleo essencial foi testado separadamente, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0; 5; 10; 15 e 20 µL/L de ar) e quatro repetições com dois tratamentos (dose do óleo e testemunha).

Após cinco dias da liberação no pote central, os insetos contidos em cada recipiente foram contados, para avaliação da repelência. Os insetos foram descartados e os grãos acondicionados em outros recipientes plásticos. Os adultos emergidos foram contabilizados após 34 dias da infestação.

Para todos os óleos testados, foi quantificado o número de insetos atraídos, bem como o número de adultos emergidos.

O índice de repelência (IR) pela fórmula: IR = 2G / (G + P), onde G = % de insetos atraídos no tratamento e P = % de atraídos na testemunha. Os valores de IR variam entre zero e dois, sendo que IR = 1 indica repelência semelhante entre o tratamento e a testemunha (tratamento neutro), IR > 1 indica menor repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento atraente) e IR < 1 corresponde à maior repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento repelente). O intervalo de segurança (IS) utilizado para considerar se o tratamento é ou não repelente foi obtido, usando-se a média dos IR (índice de repelência) e o respectivo desvio padrão (DP), ou seja, se a média dos IR for menor que 1 - DP, o óleo é repelente; se for maior que 1 + DP o óleo é atraente e se 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 índice de consumo.

O percentual médio de emergência de adultos foi calculado, de acordo com a seguinte fórmula: PR = [(NC – NT) / (NC + NT) x 100], sendo PR= percentual médio de emergência, NC= média de insetos emergidos na testemunha e NT= média de insetos emergidos no tratamento (OBENG-OFORI, 1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste t (P < 0,05), utilizando-se o programa computacional ASSISTAT 7.7 versão Beta (SILVA, 2013).



Figura 4. Arenas confeccionadas para os testes de repelência utilizando óleos essenciais em *S. zeamais*.

2.8 Efeito de óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de Sitophilus zeamais

Neste experimento avaliou-se o efeito de óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* sobre a taxa instantânea de crescimento de adultos de *S. zeamais*.

A taxa instantânea de crescimento (*ri*) tem sido utilizada na avaliação dos efeitos letal e subletal de inseticidas em pragas e seus inimigos naturais, por apresentar resultados mais consistentes, em relação a outras técnicas usadas em toxicologia. Essa taxa é uma medida direta do crescimento populacional, e também integra a sobrevivência e fecundidade, como a taxa intrínsica de crescimento (*rm*), e ambas proporcionam resultados semelhantes (Walthall & Stark, 1997).

Os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* foram utilizados em diferentes concentrações (0; 5; 10; 15 e 20, em µL/20 g de milho). Cada óleo essencial foi testado separadamente, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Neste experimento as unidades experimentais consistiram de potes fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Cada pote continha 20 g de grãos de milho. Os óleos foram aplicados diretamente nos grãos de milho com pipetador automático, tendo sido os grãos homogeneizados por 30 segundos. Em cada pote foram liberados 10 adultos não sexados de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade. As unidades experimentais foram armazenadas por 60 dias em câmara climatizada ajustada a 28±2°C, 60±5% UR e fotofase de 24 horas.

Após os 60 dias, foram avaliados o número de insetos emergidos e calculada a taxa instantânea de crescimento populacional. Para este cálculo utilizou-se a equação: $ri = [\ln(Nf/N0)/\Delta T]$, onde Nf = Número final de insetos; N0 = Número inicial de insetos; e ΔT = Variação de tempo (número de dias em que o ensaio foi executado). Valor positivo de ri indica crescimento populacional; ri = 0 significa que a população encontra-se estável; e valor negativo de ri indica declínio da população até a extinção, quando Nf = 0 (WALTHALL & STARK, 1997).

Os resultados foram submetidos à analise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional ASSISTAT versão 7.7 Beta (SILVA, 2013).

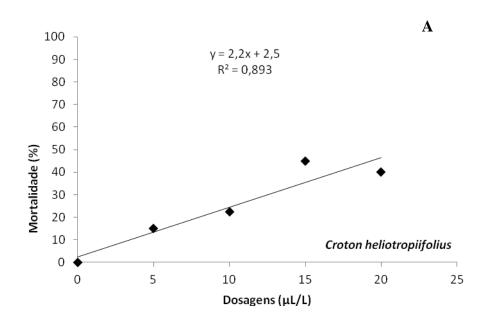
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito fumigante de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais

Não foram observadas diferenças significativas para o efeito fumigante dos óleos essenciais de M. urundeuva e O. basilicum sobre S. zeamais, Ao contrário do observado para os óleos essenciais de C. heliotropiifolius (F= 22,16; p < 0,001) (Figura 5A) e de C. pulegiodorus (F= 62,04; p < 0,001) (Figura 5B).

De maneira geral, observou-se um aumento da mortalidade de *S. zeamais*, com o aumento das concentrações utilizadas (Figura 5A e 5B). O óleo essencial de *C. heliotropiifolius* ocasionou mortalidades acima de 40% nas concentrações de 15 μL e 20 μL, mas para *C. pulegiodorus* as concentrações que apresentaram maior efeito fumigante foram

15 μ L e 20 μ L, respectivamente, as quais ocasionaram mortalidades que variaram entre 75 e 90%.



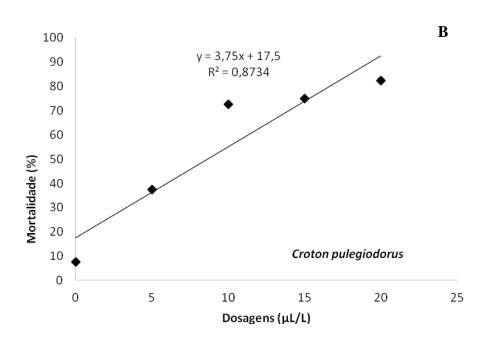


Figura 5. Atividade inseticida (efeito fumigante) dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* (A) e *Croton pulegiodorus* (B) sobre adultos de *Sitophilus zeamais*.

Pertencente à família Euphorbiaceae, o gênero *Croton* é considerado o segundo maior com cerca de 1200 espécies. A espécie *C. heliotropiifolius*, endêmica do Nordeste do Brasil, é

conhecida popularmente como velame. É um arbusto que varia entre 0,7-2,5 m de altura, monóico, possui látex incolor ou laranja quando oxidado. Os ramos são cilíndricos e verdeacinzentados. As folhas alternas a subopostas no ápice dos ramos; estípulas 1,4-1,8 x 0,3 mm, persistentes, não foliáceas, elípticas, sem glândulas; pecíolo com 0,5-1,5 cm, não viscoso; sem nectários, inflorescência 2,6-6,5 cm, terminal, racemiforme, contínua entre as címulas estaminadas e pistiladas; címulas estaminadas 2-3 flores, flores pistiladas solitárias curtamente pediceladas ou sésseis; brácteas 1-2 com 0,8-1,2 x 0,3-0,4 mm, inteiras, lanceoladas, e glandulares (SILVA, SALES & CARNEIRO-TORRES, 2009). Na medicina tradicional é usado para dores de estômago, mal-estar gástrico, vômitos, diarreia e banhos para atenuar a febre (RANDAU, 2001). COSTA et al. (2008) identificarm 18 constituintes para *C. heliotropiifolius* correspondendo a 98,8%, com 13,2% monoterpenos e 80,7% sesquiterpenos. Entre os compostos identificados estão eucaliptol (16,9%) como composto majoritário, seguido de β-cariofileno (15,9%) e germacreno-D (14,5%).

O cróton *C. pulegiodorus* é um arbusto com cerca de 1 metro de altura, aromático, com forte odor caprílico, folhas membranáceas e flores brancas. Na medicina popular é utilizado como expectorante, bem como no tratamento de problemas das vias urinárias, reumatismo e doenças da pele.

Neves & Câmara (2012) identificaram 54 substâncias para *C. heliotropiifolius* e 29 substâncias para *C. pulegiodorus*. Os principais componentes do óleo essencial de *C. heliotropiifolius* são o cariofileno, espatulenol, elemeno e guaiol. Já os principais componentes do óleo essencial de *C. pulegioides* são o 1,8-cineol, p-cimeno, cânfora, humuleno e calacoreno. Já (SILVA, 2006) identificou 56 constituintes do óleo essencial do *C. pulegiodorus*, os quais representaram 85,32% do total. Os monoterpenos e os sesquiterpenos representaram 2,11% e 83,21% respectivamente, do total de constituintes. Os constituintes majoritários foram: β-Cariofileno (21,80%), biciclogermacreno (17,49%), germacreno D (10,16%), t-Cadinol(4,22%) e b- Copaen-4-a-ol (4,15%).

Muitos produtos naturais de plantas, tais como extratos vegetais e óleos essenciais, além de compostos bioativos isolados das mesmas, têm-se mostrado promissores para o manejo de *S. zeamais*, como extratos de *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae), *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. (Poaceae) e *Citrus cinensis* (L.) Osbeck (Rutaceae) (Almeida et al., 2005); a cumarina, presente em *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae) (Moreira et al., 2007) e os óleos essenciais de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Schum (Bignoniaceae) (Fazolin et al., 2007), de *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. (Zingiberaceae), de *Piper*

aduncum L. (Piperaceae) e de *P. hispidinervum* C.DC. (Piperaceae) (Huang et al., 2000; Estrela et al., 2006).

Segundo Prates & Santos (2000), os inseticidas mais eficientes apresentam ação por contato e/ou ingestão e ação fumigante. Os monoterpenos e sesquiterpenos possuem grande ação inseticida em relação a importantes pragas de grãos armazenados. Essas substâncias são tóxicas através da penetração no corpo do inseto via sistema respiratório (efeito fumigante), através da cutícula (efeito de contato) e pelo aparelho digestivo (efeito de ingestão). Silva (2006) constatou que os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius* e *C. pulegiodorus* foram ativos contra as larvas do mosquito *Aedes aegypti*. Isto sugere que os óleos essenciais dessas espécies vegetais podem ser uma alternativa no combate ao vetor da dengue, diminuindo o impacto sobre o ambiente e a saúde da população. Desta forma, esses óleos essenciais também podem atuar como inseticidas no controle de insetos-praga de milho armazenado, como *S. zeamais*, por exemplo.

Esperava-se que o óleo essencial de *M. urundeuva* ocasionasse mortalidade significativa dos insetos, uma vez que apresentam taninos como um de seus componentes. Sabe-se que os taninos são redutores digestivos, com efeito proporcional à concentração (STRONG et al., 1984). 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 & SILVA-FILHO, 2002). Já o principal composto majoritário encontrado no óleo essencial de *O. basilicum* é o Linalol, e alguns estudos mostraram a eficiência de extratos e óleos essenciais de manjericao sobre *Callosobruchus maculatus* e *S. zeamais* (GAKURU & FOUA-BI,1995; POTENZA et al., 2004), demonstrando sua possivel utilização para o controle de insetos de grãos armazenados.

Efeito repelente de óleos essenciais sobre Sitophilus zeamais e emergência de adultos

Observou-se que as doses de 5 e 15 μ L do óleo essencial de *C. heliotropiifolius* foram neutras e as doses de 10 e 20 μ L repelentes, havendo diferença significativa entre a dose de 10 μ L e sua testemunha pelo teste "t" (P < 0,05). Todas as doses do óleo essencial de *C. pulegiodorus* foram repelentes diferindo de suas testemunhas pelo teste "t" (P < 0,05). Em *M. urundeuva*, as doses de 5 e 15 μ L foram consideradas neutras e as demais doses foram repelentes, exceto a dose de 5 μ L, as demais diferiram significativamente de suas testemunhas. Com exceção da dose de 10 μ L de *O. basilicum* as demais doses foram

consideradas repelentes, sendo que as doses de 5 e $10~\mu L$ não diferiram significativamente de suas testemunhas pelo teste "t" (P< 0,05) (Tabela 2).

O índice de repelência variou entre os óleos, sendo 0,86 em *C. heliotropiifolius*, 0,23 em *C. pulegiodorus*, 1,39 em *M. urundeuva* e 0,90 em *O. basilicum* (Tabela 2).

Com relação à emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de milho tratados com *M. urundeuva* nenhuma dose diferiu da testemunha pelo teste "t" (P < 0.05), o que também foi observado em doses acima de 10 μ L para *O. basilicum* (Tabela 3). Por outro lado, em todas as doses testadas de *C. pulegiodorus* o número de insetos emergidos nas doses testadas diferiram de suas testemunhas pelo teste "t" (P < 0.05), enquanto que só foi observada diferença significativa para a dose de 10 μ L em *C. heliotropiifolius* (Tabela 3).

A redução na emergência de *S. zeamais* para os grãos de milho tratados com *C. heliotropiifolius* variou de 55,55% a 97,61% (Tabela 3).

Popularmente conhecida como aroeira do sertão, *M. urundeuva* pertence à família Anacardiaceae, e ocorre em regiões de clima seco como cerrados, savanas e caatinga (SANTIN, 1989). É uma espécie decídua, heliófita e seletiva xerófita (LORENZI, 1992). Sua distribuição natural se estende pelas Regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil até a região chaquenha da Bolívia, Paraguai e Argentina (SANTIN & LEITÃO-FILHO, 1991; LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994; GURGEL-GARRIDO et al., 1997). Nas Florestas Estacionais Deciduais do norte de Minas Gerais, a aroeira ocorre frequentemente nas matas secas calcárias e na caatinga arbórea (BRANDÃO, 1994; SANTOS et al., 2007). A aroeira pode atingir 30 m de altura (RIZZINI, 1971). É utilizada na medicina popular como anti-inflamatória e cicatrizante. Suas folhas possuem óleos essenciais onde foram identificados dezesseis constituintes voláteis sendo o β-cariofileno o principal deles (VIANA et al., 1995; SÁ, 2008).

O manjericão (*O. basilicum*) é uma planta perene, pertencente à família Lamiaceae, utilizada principalmente como tempero, planta ornamental e em chás. Possui inúmeros compostos químicos como linalol, estragol, farnesene, eugenol e cineol, sendo que todos estes apresentam propriedades repelentes (MARTINEZ-VELAZQUEZ et al., 2011).

Adultos de *S. zeamais* possuem capacidade de detectar óleos essenciais através do olfato, evitando-os quando tem chance de escolha (JAYASEKARA et al., 2005). A camada de óleo que envolve os grãos após o tratamento tem influência sobre o comportamento de insetos. De fato, isso foi observado para *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera,

Chyromelidae, Bruchinae), que além de exercer efeito repelente, também impediu o acesso dos insetos aos grãos de caupi (LAW-OGBOMO & EGHAREVBA, 2006).

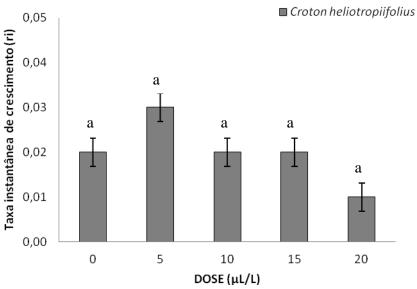
O efeito de repelência das plantas sobre insetos é obtido pelos alomônios, ou seja, substâncias químicas que favorecem o emissor protegendo-o de ataque de possíveis predadores (MENDES et al., 1999; CASTRO et al., 2004). Esse efeito é uma característica relevante a ser considerada na escolha de um óleo essencial para o controle de pragas de grãos armazenados. Na maioria dos casos, quanto maior a repelência, menor será a infestação, resultando assim na redução ou supressão da postura e, consequentemente, do número de insetos emergidos.

O efeito repelente de óleos vegetais tem sido investigado em *S. zeamais*, a exemplo de extratos e óleos de sementes de *A. indica* (JILANI et al., 1988; JILANI & SAXENA, 1990; XIE et al., 1995); eugenol (BEKELE et al., 1996); *E. saligna* e *C. sempervirens* (TAPONDJOU et al., 2005); o composto metil silicato, principal componente volátil de *Securidaca longepedunculata* Fers (Polygalaceae) (JAYASEKARA et al., 2005); os óleos de *Lippia gracillis* HBK (Verbenaceae), *Eucalyptus citriodora* Hook. (Myrtaceae), *Copaifera* sp. (Leguminosae); *X. aethiopica* e *V. amygdalina* (ASAWALAM et al., 2006, ASAWALAM & HASSANALI, 2006) e *Piper guinense* Schum & Thonn (Piperaceae) (ASAWALAM, 2006).

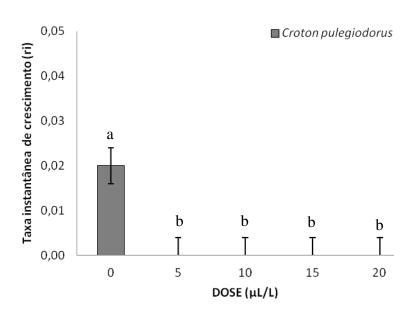
Efeito de óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de Sitophilus zeamais

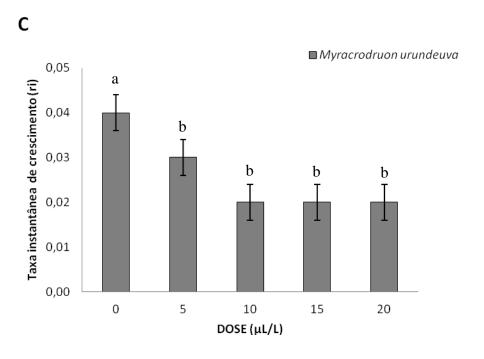
Com relação à taxa instantânea de crescimento (*ri*) de *S. zeamais* para os grãos de milho tratados com *C. heliotropiifolius* não houve diferença entre as doses e a testemunha (Figura 6A). Para *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* todas as doses diferiram da testemunha (Figura 6B, 6C e 6D). Entretanto, apenas o óleo essencial de *C. pulegiodorus* não permitiu o crescimento populacional de *S. zeamais*, já que em todas as doses avaliadas a taxa instantânea de crescimento (*ri*) foi zero.





В





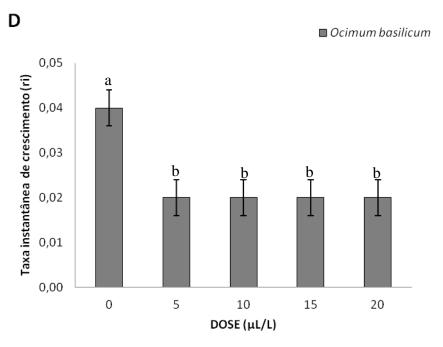


Figura 6. Efeito de diferentes dosagens dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* (A), *Croton pulegiodorus* (B), *Myracrodruon urundeuva* (C) e *Ocimum basilicum* (D) sobre a taxa instantânea de crescimento (*ri*) de *S. zeamais* em milho armazenado.

Os baixos valores observados para as taxas de crescimento sob efeito dos óleos testados indicam que podem reduzir o numero de gerações desse inseto praga, em relação a grãos não tratados.

A volatilização e a degradação dos óleos essenciais pode ser um obstáculo à proteção e ao controle de grãos armazenados contra insetos-praga. Porém para a aplicação de óleos essenciais é fundamental o desenvolvimento de tecnologias que permitam maior permanência dos compostos junto à massa de grãos, aumentando assim a eficiência do controle e manutenção da preservação dos grãos. O efeito dos óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (*ri*) de *S. zeamais* pode estar associada à toxicidade dos óleos voláteis, reduzindo a eclosão de larvas devido a toxicidade apresentada pelos voláteis sobre os ovos (SCHMIDT et al., 1991) ou pela absorção dos compostos mais abundantes pelos ovos, afetando assim os processos biológicos associados ao desenvolvimento embrionário (GURUSUBRAMAMIAN & KRISHNA, 1996).

Os resultados obtidos no presente trabalho comprovam a importância dos inseticidas botânicos na redução da população de *S. zeamais*, permitindo inferir que estes óleos venham a ser uma alternativa para o uso nos programas de manejo desse inseto em unidades armazenadoras.

4 CONCLUSÕES

Os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius* e *C. pulegiodorus* apresentam efeito fumigante em *S. zeamais* e sua eficácia é dependente da concentração do óleo aplicado.

Os resultados da avaliação da atividade repelente dos óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* foram promissores, uma vez que apresentaram efeito repelente em baixas doses, indicando potencial de utilização destas espécies como bioinseticidas.

Os óleos essenciais testados promoveram redução na taxa de crescimento populacional de *S. zeamais*.

Pesquisas futuras deverão ser desenvolvidas com o intuito de explorar o potencial efeito fumigante, repelente e inibitório que estes óleos exibem, pelo uso de misturas, dosagens diferentes e sobre outros insetos-praga que atacam grãos armazenados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. A. C.; PESSOA, E. B.; GOMES, J. P.; SILVA, A. S. Emprego de extratos vegetais no controle das fases imatura e adulta do *Sitophilus zeamais*. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.26, n.1, p.46-53, 2005.
- ALMEIDA, F. de A. C.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA, J. P. G. de. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* spp. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.1, n.1, p.13-20, 1999.
- ASAWALAM, E. F. & A. HASSANALI. 2006. Constituents of the essential oil of *Vernonia amygdalina* as maize weevil protectants. **Trop. Subtrop. Agroec**. 6: 95-102.
- ASAWALAM, E. F., S. O. EMOSAIRUE & A. HASSANALI. 2006. Bioactivity of *Xylopia aetiopica* (Dunal) A. Rich essential oil constituents on maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Electron. J. Agric. Food Chem.** 5: 1195-1204.
- ASLAN, İ., H. ÖZBEK, Ö. ÇALMASUR & F. ŞAHIN. 2004. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Ind. Crop. Prod**. 19: 167-173.
- BEKELE, A.J.; OBENG-OFORI, D.; HASSANALI, A. Evaluation of Ocimum suave (Wild) as source of repellents, toxicants and protectants in storage against three stored product insect pests. **Journal Pest Management**, v.42, p.139-142, 1996.
- BOUDA, H., L. A. TAPONDJOU, D. A. FONTEM & M. Y. D. GUMEDZOE. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* Mots., 1865 (Coleoptera, Curculionidae). **J. Stored Prod. Res.** 37: 103-109.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: Embrapa/CNPF, 1994. 640p.
- CASTRO, H. C.; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; MOSQUIM, P. R. Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários. 2ed. Viçosa: UFV., 2004. 113p.
- CASTRO, L. O.; CHEMALE, V. M.. Plantas Medicinais condimentares e aromáticas: descrição e cultivo. Guaíba: **Agropecuária**. 1995. p 196.
- COSTA, J. G. M.; RODRIGUES, F. F. G.; ANGÉLICO, E. C.; PEREIRA, C. K. B.; SOUZA, E. O. CALDAS, G. F. R.; SILVA, M. R., SANTOS, N. K. A.; MOTA, M. L.; SANTOS, P. F. Composição química e avaliação da atividade antibacteriana e toxicidade do óleo essencial de *Croton zehntneri* (variedade estragol). **Revista Brasileira de Farmacognosia,** v.18: 583-584. 2008.
- DEMISSIE, G., A. TESHOME, D. ABAKEMAL, A. & TADESSE. 2008. Cooking oils and "Triplex" in the control of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **J. Stored Prod. Res.** 44: 173-178.

- ESTRELA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.217-222, fev. 2006.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Atividade inseticida do óleo de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Schum (Bignoneaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.37, n.4, p.599-604, 2007.
- FANCELLI, A. L. & D. DOURADO-NETO. **Produção de Milho**. Ed. Agropecuária, Guaíba. 360 p, 2000.
- FARONI, L. R. A. Principais pragas de grãos armazenados. In: ALMEIDA, F. A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. **Armazenamento de feijão e sementes nas propriedades rurais.** Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.189-291.
- GAKURU, S. & FOUA-BI, K. Effet compare dês huiles essentielles de quatre especes vegetales contre la bruche du niebe (*Callosobruchus maculatus* FAB.) et lê charancon du riz (*Sitophilus oryzae* L.) **Tropicultura**, v. 13, n.4, p. 143-146, 1995.
- GALLO, D., 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.
- GURGEL-GARRIDO, L. M. A. et al. Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira *Myracrodruon urundeuva*Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, v.9, p.47-56, 1997.
- GURUSUBRAMANIAN, G.; KRISHNA, S. S. The Effects of Exposing Eggs of Four Cotton Insects Pests to Volatiles of Allium sativum (Liliaceae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 86, n. 1, p. 29-31, 1996.
- HUANG, Y.; LAM, S. L.; HO, S. H. Bioactivies of essential oil from *Ellateria* cardamomum (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium* castaneum (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.36, n.2, p.107-117, 2000.
- HUANG, Y., S. H. HO & R. M. KINI. 1999. Bioactivities of safrole and isosafrole on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. Econ. Entomol.** 92 : 676-683.
- HUANG, Y., S. L. LAM & S. H. HO. 2000. Bioactivies of essential oil from *Ellateria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **J. Stored Prod. Res**. 36: 107-117.
- JAYASEKARA, T. K., P. C. STEVENSON, D. R. HALL & S. R. BELMAIN. 2005. Effect of volatile constituents from *Securidaca longepedunculata* on insect pests of stored grain. **J. Chem. Ecol.** 31:303-313.

- JILANI, G.; SAXENA, R.C. Repellent and feeding deterrent effects of tumeric oil, sweetflag oil, neem oil, and a neem-based insecticide against lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Economic Entomology**, v.83, p.629-634, 1990.
- JILANI, G.; SAXENA, R.C.; RUEDA, B.P. Repellent and growth-inhibiting effects of KARR, L. L. & J. R. COATS. 1988. Insecticidal properties of d-limonene. **J. Pestic. Sci.** 13: 287-289.
- LALE, N. E. S.; ABDULRAHMAN, H.T. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil obtained by different methods and neem powder for the management of *Callosobruchus maculates* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. **Journal of Stored Products Research**, v.35, p.135-143, 1999.
- LALE, N. E.S. A laboratory study of the comparative toxicity of products from three spices to the maize weevil. **Postharvest Biology and Technology**, v.2, p.61-64, 1992.
- LAW-OGBOMO K. E. & R. K. A. EGHAREVBA. 2006. The use of vegetable oils in the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in three cowpea varieties. **Asian J. Plant Sci.** 5: 547-552.
- LEE, S. E., B. H. LEE, W. S. SHOI, B. S. PARK, J. G. KIM & B. C. CAMPBEL. 2001. Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spicies and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). **Pest Manage. Sci.** 57: 548-553.
- LIN H, KOGAN M, FISHER D (1990). Induced resistance in soybean to the Mexicanbean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environ Entomol** 19: 1852-1857.
- LORINI, I. 1998. **Controle integrado de pragas de grãos armazenados.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 60p. (EMBRAPA-CNPT. Documento, 48).
- LORINI, I.; SCHNEIDER, S. **Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa**. Passo Fundo: EMBRAPA—CNPT, 1994. 47 p.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. v.1. 368p.
- MAREDIA, K. M.; SEGURA, O. L.; MIHM, J.A. Effects of neem, *Azadirachta indica*, on six species of maize insect pests. **Tropical Pest Management**, v.38, p.190-195, 1992.
- MARTINEZ, S. S. & H. F. VAN EMDEN. 2001. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotrop. Entomol.** 30: 113-124.
- 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.
- MENDES, N. M.; QUEIROZ, R. O.; GRANDI, T. S. M.; ANJOS, A. M. G.; OLIVEIRA, B.; ZANI C. L. Screening of Asteraceae (Compositae) plant extracts for Molluscicidae Activitz. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**. v94, n3, p411-412. 1999.
- MOREIRA, D. M.; PICANÇO, M. C.; BARBOSA, L. C. A.; GUEDES, R. N. C.; CAMPOS, M. R.; SILVA, G. A.; MARTINS, J. C. Plant compounds insecticide activity against coleoptera pests of stored products. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.909-915, jul. 2007.
- NEVES, I.A.; CAMARA, C.A.G. 2012. Volatile Constituents of Two Croton Species from Caatinga Biome of Pernambuco **Brasil. Nat. Prod.** 6 (2): 161-165.
- OBENG-OFORI, D. 1995. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pussilus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. Entomol. **Exp. Appl.** 77: 133-139.
- POTENZA, R.M. Avaliação de produtos naturais irradiados para o controle de *Sitophilus zeamais* MOTS. (COLEOPTERO: CURCULIONIDAE) e *Blatella germanica* (L.) (DICTYOPTERA: BLATTLLIDAE). São Paulo: Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2004. P.83 84.
- PRATES, H. T.; SANTOS, J. P. dos. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. (Org.). **Armazenagem de grãos.** Campinas: IBG, 2002. p.443-461.
- RAJENDRAN, S. & V. SRIRANJINI. 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **J. Stored Prod. Res**. 44: 126-135.
- RANDAU, K. P. Estudo farmacognóstico (farmacobotânico e farmacoquímico) e atividade biológica do *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax e Haffm. (Euphorbiaceae). 2001. 143p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal de Pernambuco. Recife- PE.
- RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de dendrologia brasileira. São Paulo: **Edgard Blücher**, 1971. p.296.
- RODRÍGUEZ, C. Receitas de nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) contra plagas. In: Simposio Nacional sobre substancias vegetales y minerales en el combate de plagas, 5., 1999, **Aguascalientes. Memorias.** Aguascalientes: SME, 1999. p.39-59.
- SÁ, R. A. Constituintes químicos da Madeira-de-lei *Myracrodruon urundeuva* com propriedades antioxidantes e ação contra fungos, bactérias e insetos. 2008. 173f. Tese (Doutorado em Química) UFPE, Recife, Pernambuco.

- SANTIN, D. A.; LEITÃO FILHO, H. F. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.14, n.2, p.133-145, 1991.
- SANTOS, R. M. et al. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no Norte de Minas Gerais, **Brasil. Revista Árvore**, v.31, n.1, p.135-144, 2007.
- SCHMIDT, G.H.; RISHA, E.M.; NAHAL, A.K.M. Reduction of progeny of some stored product Coleoptera by vapors of Acorus calamus oil, **Journal. Stored Products. Research**, v.27, p.121-127, 1991.
- SHAAYA, E., M. KOSTJUKOVSKI, J. EILBERG & C. SUKPRAKARN. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. **J. Stored Prod. Res.** 33: 7-15.
- SILVA, J. S.; SALES, F.; CARNEIRO-TORRES, D. S. O gênero croton (euphorbiaceae) na Microrregião do Vale do Ipanema, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 4: 879-901. 2009.
- SILVA, W. JOSÉ. **Atividade larvicida do óleo essencial de plantas existentes no estado de Sergipe contra** *Aedes aegypti* **Linn.** 2006. 69f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe.
- SILVA, F. A. S. ASSISTAT 7.7. UFCG, Campina Grande, 2013.
- SIMPSON, B. B. Spices, herbs and perfumes. In: SIMPSON, B.B.; OGORZALY, M.C. (Ed.). **Economic botany: plants in our world**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1995. p. 278-301.
- SINGH, G.; UPADHYAY, R. K. Essential oils: a potent source of natural pesticides. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 52, p. 676-683, 1993.
- STRONG, D.R.; LAWTON, J.H.; SOUTHWOOD, T.R.E. Insects on plants: community patterns and mechanisms. London: **Blackwell Scientific**, 1984. 313p.
- TAPONDJOU, L. A., C. ADLER, D. A. FONTEM, H. BOUDA & C. REICHMUTH. 2005. Bioactivities of cymol and essencial oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **J. Stored Prod. Res**. 41: 91-102.
- TAVARES, M. A. G. C. **Bioatividade da erva-de-santa-maria**, *Chenopodium ambrosoides* **L.** (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col: Curculionidae). 2002. 59p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- WALTHALL, W. K.; STARK, J. D. A comparison of acute mortality and population growth rate as endpoints of toxicological effect. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.37, p.45-52, 1997.
- XIE, Y.S.; FIELDS, P.G.; ISMAM, M.B. Repellency and toxicity of azadirachtin and neem to three stored-product beetles. **Journal of Economic Entomology**, v.88, p.1024-1031, 1995a.

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.

Tabela 2. Efeito repelente de óleos essenciais sobre adultos de *S. zeamais* em grãos de milho tratados. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e fotofase: 24 horas.

Tratamento	Concentração (µL/20g)	Adultos	Atraídos (%)	IR±DP ¹	IS^2
	-	Oléo	Testemunha		
	5 μL	27,5	50,0 ^{ns}	0,86±0,71	N
Croton	10 μL	17,5	82,5 *	$0,39\pm0,26$	R
heliotropiifolius	15 μL	27,5	50,0 ^{ns}	$0,79\pm0,86$	N
	20 μL	25,0	45,0 ns	0,32±0,27	R
- Croton	5 μL	22,5	77,5 *	0,23±0,43	R
	10 μL	0,0	100,0 *	$0,05\pm0,07$	R
pulegiodorus	15 μL	5,0	95,0 *	$0,0\pm0,0$	R
	20 μL	0,0	100,0*	0,02±0,03	R
Myracrodruon urundeuva	5 μL	30,0	35,0 ^{ns}	1,39±0,55	N
	10 μL	17,5	50,0 *	$0,19\pm0,16$	R
	15 μL	17,5	77,5 *	$0,92\pm0,91$	N
	20 μL	12,5	87,5 *	0,77±0,86	R
- -	5 μL	30,0	57,5 ^{ns}	0,14±0,21	R
Ocimum basilicum	10 μL	25,0	60,0 ns	$0,90\pm0,73$	N
	15 μL	0,25	97,5 *	$0,25\pm0,29$	R
	20 μL	0,75	77,5 *	0,18±0,22	R

^{*} Médias, nas linhas, diferem entre si pelo teste "t" (P < 0.05).

 $^{^{}ns}$ Médias, nas linhas, não diferem entre si pelo teste "t" (P < 0.05).

¹ Índice de Repelência e Desvio Padrão.

² Intervalo de Segurança, onde R= Repelente, N= Neutro e A= Atraente.

Tabela 3. Porcentagem de redução do número de adultos de *S. zeamais* emergidos em milho tratado com óleos essenciais. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e fotofase: 24 horas.

Tratamento	Concentração (μL/20g)	Média de Adultos Emergidos (±DP)		Redução (%)
	_	Oléo	Testemunha	
	5 μL	6,00	7,00 ^{ns}	7,69
Croton heliotropiifolius	10 μL	4,75	19,00 *	60
nenen op njema	15 μL	4,50	11,25 ^{ns}	42,85
	20 μL	3,50	12,25 ^{ns}	55,55
-	5 μL	3,00	25,50 *	78,94
Croton pulegiodorus	10 μL	0,50	21,00 *	95,34
puiegiodorus	15 μL	0,00	14,00 *	100
	20 μL	0,25	20,75 *	97,61
-	5 μL	9,00	7,50 ^{ns}	NF
Myracrodruon urundeuva	10 μL	1,50	9,25 ^{ns}	72,09
urunueuva	15 μL	3,00	3,50 ^{ns}	37,25
	20 μL	4,00	8,75 ^{ns}	7,69
	5 μL	1,25	11,00 *	79,59
Ocimum basilicum	10 μL	4,25	8,75 ^{ns}	34,61
	15 μL	1,00	7,00 ^{ns}	75,0
	20 μL	1,25	6,50 ^{ns}	67,74

^{*} Médias, nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste "t" (P < 0,05).

NF – não se adequou a fórmula.

Desvio Padrão.

 $^{^{\}text{ns}}$ Médias, nas linhas, não diferem entre si pelo teste "t" (P < 0,05).

CAPÍTULO 2 – POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE Tribolium castaneum (HERBST, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO.

RESUMO

Dentre as pragas que atacam o milho Zea mays L., destaca-se Tribolium castaneum, responsável por perdas qualitativas e quantitativas. Os inseticidas sintéticos fumigantes e protetores são muito utilizados no seu controle, porém produtos alternativos como pós e óleos essenciais de origem vegetal, têm sido bastante pesquisados nos últimos anos, com resultados promissores. Neste trabalho avaliou-se o efeito fumigante e a repelência de óleos essenciais de Croton heliotropiifolius, Croton pulegiodorus, Myracrodruon urundeuva e Ocimum basilicum e sua influência sobre taxa instantânea de crescimento (ri) sobre adultos de T. castaneum em milho armazenado. Foram efetuados experimentos individuais para cada óleo essencial, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0; 5; 10; 15 e 20 μL/L de ar) e quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Nos testes de fumigação, observou-se atividade inseticida do óleo essencial de *M. urundeuva* sobre adultos de T. castaneum. Nos testes de repelência, todos os óleos testados foram considerados repelentes. A redução na emergência de *T. castaneum* para o pó de milho variou entre 33% e 100% para todos os óleos testados. Com relação à taxa instantânea de crescimento de T. castaneum para os grãos de milho tratados com C. heliotropiifolius, os valores de ri foram negativos e não difeiru da testemunha. Entretanto, de maneira geral houve um declínio das populações de insetos em relação à testemunha para todos os óleos, mesmo os testes com os óleos de C. pulegiodorus, M. urundeuva e O. basilicum apresentando ri positiva, comprovando-se a importância dos óleos avaliados na redução das populações de T. castaneum.

Palavras-chave: Controle alternativo, Inseticidas botânicos, Coleoptera, grãos armazenados.

CHAPTER 2 - POTENTIAL OF ESSENTIAL OILS ON INSECTICIDE *Tribolium* castaneum (HERBST, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) STORED IN CORN.

ABSTRACT

Among the pests that attack maize Zea mays L., stands out Tribolium castaneum, responsible for qualitative and quantitative losses. Synthetic insecticides and fumigants protectors are widely used in your control, but alternative products such as powders and essential oils of vegetable origin, have been widely researched in recent years, with promising results. In this paper we evaluate the fumigant effect and repellency of essential oils Croton heliotropiifolius, Croton pulegiodorus, M. urundeuva and Ocimum basilicum and its influence on instantaneous rate of increase (ri) on adults of T. castaneum in stored corn. Individual experiments were performed for each essential oil, in a completely randomized design with five treatments (0, 5, 10, 15 and 20 μL/L of air) and four replications. The results were subjected to analysis of variance and the means were compared by Tukey test at 5 % probability. In fumigation tests, observed insecticidal activity of the essential oil of M. urundeuva on adults of T. castaneum. In repellency tests, all oils tested were considered repellents. The reduction in the emergence of T. castaneum for corn powder ranged between 33% and 100% for all oils tested. With respect to the instantaneous growth rate of T. castaneum for corn grain treated with C. heliotropiifolius, the ri values were negative and not difeiru witness. However, overall there was a decline in insect populations in relation to controls for all oils, even tests with oils C. pulegiodorus, M. urundeuva and O. basilicum presenting ir positive, confirming the importance of oils evaluated in reducing populations of *T. castaneum*.

Keywords: Alternative control, botanical insecticides, Coleoptera, stored grain.

1 INTRODUÇÃO

O armazenamento de grãos é parte integrante do sistema de pré-processamento de produtos agrícolas, durante essa fase os grãos são submetidos a fatores químicos, físicos e biológicos, que podem comprometer sua conservação e qualidade (BROOKER et al., 1992). É notável a necessidade de proteger os produtos armazenados contra a deterioração evitando-se perdas de qualidade e quantidade durante o armazenamento, objetivando-se atender a um mercado cada vez mais exigente (PADIN et al., 2002).

O armazenamento de produtos agrícolas tem como finalidade manter as características qualitativas e quantitativas dos mesmos, observadas depois da secagem, durante períodos prolongados de tempo (QUIRINO, 2011). Porém, fatores internos e externos podem interferir no estado desse produto durante o armazenamento. Dentre os fatores externos, encontra-se a presença de insetos praga (SCHEEPENS et al., 2011). As pragas de produtos armazenados são consideradas pragas severas, ou seja, sua densidade populacional na maioria das vezes está sempre acima do nível de dano econômico (UFLA, 2011).

O *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) é um besouro com coloração castanho-avermelhada uniforme, medindo de 3,0 a 3,8 mm de comprimento, achatado, apresentando na cabeça duas depressões transversais (GALLO et al., 2002). Os olhos são separados em vista ventral por espaço menor do que duas vezes o diâmetro de um olho, estendendo-se até as proximidades das fossas maxilares (PACHECO & PAULA, 1995). Esse inseto é considerado um inseto de farinhas (pó). Infesta amendoim, café, cacau, soja, frutos secos, nozes, especiarias, sementes de algodão e ocasionalmente ervilhas e feijões, atacam todos os tipos de cereais moídos como farelos, rações, farinhas e fubá (GOOD, 1936; DOBIE et al., 1984; GALLO et al., 2002; WHITE, 1982).

É considerada uma praga secundária e cosmopolita (PACHECO & PAULA, 1995) e sua presença geralmente é sinal de que os grãos estão infestados por pragas primárias, porém, se as condições de armazenamento forem favoráveis ao seu desenvolvimento podem causar prejuízos ainda maiores que os causados pelo ataque das pragas que permitiram sua instalação (TREMATERRA, 2000). Desenvolve-se melhor em massas de grãos com alto teor de impurezas e grãos quebrados, danificados pelo manuseio mecanizado durante os processos de colheita, secagem e armazenamento ou, ainda, pode valer-se dos orifícios deixados pelos insetos primários, como os gorgulhos (SOKOLOFF, 1974).

A utilização de produtos químicos de diferentes classes toxicológicas é o método de controle mais utilizado contra pragas de armazenamento, incluindo o *T. castaneum*. Apesar da eficiência que esses produtos possuem, o uso intensivo pode acarretar vários problemas como o acúmulo de resíduos tóxicos nos alimentos de consumo humano, contaminação do ambiente, surgimento de resistência entre os insetos (FARONI et al., 1995).

No âmbito agrícola, cada vez mais estão sendo desenvolvidos estudos com o intuito de preservar a qualidade dos grãos e subprodutos armazenados. Uma alternativa ao uso de produtos químicos é a utilização de vegetais que apresentem propriedades inseticidas, podendo ser preparados e aplicados como pós, extratos e óleos. Esses produtos apresentam vantagens, pois, apresentam um custo reduzido, facilidade na sua obtenção e utilização, não exigem pessoal qualificado para a sua aplicação e ainda não apresentam impactos ao ser humano e ao meio ambiente (HERNÁNDEZ & VENDRAMIM, 1997; MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003).

Vários estudos utilizando-se compostos vegetais estão sendo realizados visando o controle de *T. castaneum*. Clemente et al. (2003), estudaram a atividade inseticida dos extratos de cinco espécies da família Lamiaceae (*Ocimum basilicum* L., *Mentha rotundifolia* L., *Origanum vulgare* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Thymus vulgaris* L. e *Lavandula spica* L.) contra *T. castaneum*, verificando alterações na biologia do inseto, com mortalidade da fase larval de 75 e 60% quando as mesmas foram expostas a extratos diclorometano de *M. rotundifolia* e *L. spica*.

Jbilou et al. (2006), testaram a atividade inseticida de quatro extratos de plantas medicinais (*Peganum harmala* L., *Ajuga iva* L., *Aristolochia baetica* L. e *Raphanus raphanistrum* L.) sobre *T. castaneum*, verificaram que o extrato de *R. raphanistrum* prolongou significativamente o período larval (8,3 dias). Já os extratos de *P. harmala*, *A. iva*, *A. baetica*, não permitiram a emergência da geração F1.

Diante da importância econômica de *T. castaneum*, devido aos grandes prejuízos causados por essa praga e da necessidade de se elaborar métodos e instrumentos que possibilitem o manejo ecológico de insetos-praga, através da bioatividade de óleos vegetais, que é uma medida alternativa que visa benefícios tanto no âmbito econômico quanto da saúde humana e ambiental, o trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: (i) avaliar o efeito fumigante de óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae), *Croton pulegiodorus* Baill (Euphorbiaceae), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) e *Ocimum basilicum* Linnaeus (Lamiaceae) sobre adultos de *T. castaneum* em pó de milho

armazenado; (ii) avaliar o efeito repelente de óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius*, *Croton pulegiodorus*, *Myracrodruon urundeuva* e *Ocimum basilicum* sobre adultos de *T. castaneum* e (iii) avaliar o efeito desses óleos essenciais sobre taxa instantânea de crescimento (*ri*) de adultos de *T. castaneum*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Entomologia e de Biologia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE).

2.2 Criação de Tribolium castaneum

Foram mantidas criações contínuas de *T. castaneum* em condições controladas. Os insetos foram mantidos em frascos de vidro de 1,5 L, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino que permitisse as trocas gasosas. As criações foram mantidas em câmara climática tipo B.O.D, a 28±2 °C, 70±5% de UR e 24h de fotofase, sendo usado como substrato alimentar pó de milho, com teor de umidade de 13% base úmida (b.u.)

Os insetos foram confinados durante 15 dias para efetuarem a postura, em seguida foram retirados e os recipientes estocados até a emergência da geração seguinte. Este procedimento foi realizado por várias vezes, para garantir a quantidade de adultos necessários para a execução de todos os experimentos.

2.3 Coleta do material vegetal

O material vegetal utilizado para a produção do óleo essencial (Tabela 1) de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) (Figura 2C), foi coletado no campus da UAST/UFRPE. *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae) (Figura 2A), e *Croton pulegiodorus* Baill, 1864 (Euphorbiaceae) (Figura 2B), foram colhidos no Município de Triunfo – PE. Os óleos essenciais foram extraídos no laboratório de Biologia da UAST/UFRPE. O óleo de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) foi obtido na Florananda Ind. e Com. de Cosméticos e Produtos Naturais LTDA - (Figura 2D).

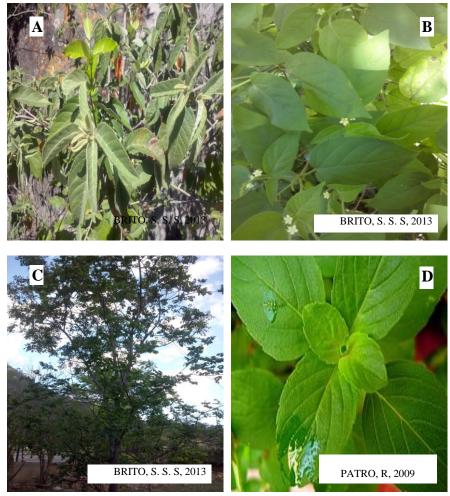


Figura 1. Materiais vegetais usados para obtenção dos óleos essenciais: *Croton heliotropiifolius* (A); *Croton pulegiodorus* (B), *Myracrodruon urundeuva* (C) e *Ocimum basilicum* (D).

A identificação do material vegetal foi realizada no Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) onde exsicatas testemunhas foram depositadas.

Tabela 1: Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais em T. castaneum.

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

2.4 Obtenção dos Óleos Essenciais

Os óleos foram extraídos de Folhas frescas das três espécies vegetais. Em cada extração foram utilizadas 200g de folhas frescas e 3L de água destilada. Os materiais vegetais foram submetidos à hidrodestilação por 2h no Laboratório de Biologia da UAST/UFRPE. Os óleos essenciais foram extraídos através de um aparelho tipo Clevenger modificado. Posteriormente as frações obtidas foram separadas da água por diclorometano, secas com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) e levadas ao rota-evaporador. Onde foi retirado o diclorometano e obtido apenas o óleo essencial.

2.5 Eliminação da infestação e equilíbrio da umidade do pó do milho

O pó de milho utilizado para criações e montagem de experimentos foi obtido no Mercado Público de Serra Talhada-PE. O pó foi acondicionado em sacos plásticos e mantido em freezer sob temperatura de -10 °C, durante três dias, após a retirada do freezer, foi transferido para frascos de vidro, mantido no laboratório à temperatura ambiente.

2.6 Efeito fumigante de óleos essenciais sobre Tribolium castaneum

Os experimentos foram realizados em câmara climatizada ajustada a 28±2°C, 70±5% UR e fotofase de 24 horas. Avaliou-se o efeito fumigante de óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* sobre adultos de *T. castaneum*, de acordo com a metodologia adaptada de Aslan et al. (2004). Foram utilizadas como câmaras de fumigação, recipientes de vidro (tipo bomboniere) de 1,5 L de capacidade, onde foram confinados 10 adultos de *T. castaneum*, não sexados e com 0 a 15 dias de idade (Figura 2).

Os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* foram utilizados em diferentes concentrações (0; 5; 10; 15 e 20, em µL/20 g de pó de milho). Os óleos foram impregnados usando-se um pipetador automático, em tiras de papel de filtro de 5 x 2 cm, pressas na superfície inferior da tampa dos recipientes.

Para que fosse evitado o contato dos insetos com os óleos, foi utilizado um tecido poroso (tipo "voil"), entre a tampa e o recipiente propriamente dito. Os recipientes foram fechados com filme plástico (PVC) e fita adesiva, para impedir a saída dos vapores. Passadas 48 horas após a montagem dos experimentos avaliou-se a porcentagem de mortalidade. Foram realizados experimentos individuais para cada óleo essencial, em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste t (P < 0,05), empregando-se o programa computacional ASSISTAT versão 7.7 Beta (SILVA, 2013). Os resultados significativos foram submetidos à análise de regressão, mediante o mesmo programa.



Figura 2. Câmaras de fumigação para utilização de óleos essenciais.

2.7 Efeito repelente de óleos essenciais sobre *Tribolium castaneum* e emergência de adultos

Os experimentos foram realizados em câmara climatizada ajustada a 28±2°C, 70±5% UR e fotofase de 24 horas. Foi avaliado o efeito repelente de óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius*, *Croton pulegiodorus*, *Myracrodruon urundeuva* e *Ocimum basilicum* sobre adultos de *T. castaneum*. Os óleos essenciais foram utilizados em diferentes concentrações (0; 5; 10; 15 e 20, em µL/20 g de pó de milho).

Os óleos foram testados em arenas compostas por dois recipientes plásticos, interligados a um pote central por dois tubos plásticos (Figura 3). Em uma dos potes foram colocadas 20 g de pó de milho tratado com o óleo essencial e no outro a mesma quantidade de pó de milho não tratado (testemunha). Os óleos foram aplicados diretamente no pó de milho com pipetador automático, tendo sido esse pó homogeneizado por 30 segundos. No pote central foram liberados 10 adultos não sexados de *T. castaneum* com 0 a 15 dias de idade. Cada óleo essencial foi testado separadamente, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0; 5; 10; 15 e 20 µL/L de ar) e quatro repetições com dois tratamentos (dose do óleo e testemunha).

Após cinco dias da liberação no pote central, os insetos contidos em cada recipiente foram contabilizados, para avaliação da repelência. Os insetos foram descartados e pó de milho acondicionado em outros recipientes plásticos. Os adultos emergidos foram contabilizados após 22 dias da infestação.

Para todos os óleos testados, foi quantificado o número de insetos atraídos, bem como o número de adultos emergidos.

O índice de repelência (IR) pela fórmula: IR = 2G / (G + P), onde G = % de insetos atraídos no tratamento e P = % de atraídos na testemunha. Os valores de IR variam entre zero e dois, sendo que IR = 1 indica repelência semelhante entre o tratamento e a testemunha (tratamento neutro), IR > 1 indica menor repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento atraente) e IR < 1 corresponde à maior repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento repelente). O intervalo de segurança (IS) utilizado para considerar se o tratamento é ou não repelente foi obtido, usando-se a média dos IR (índice de repelência) e o respectivo desvio padrão (DP), ou seja, se a média dos IR for menor que 1 - DP, o óleo é repelente; se for maior que 1 + DP o óleo é atraente e se 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 índice de consumo.

O percentual médio de emergência de adultos foi calculado, de acordo com a seguinte fórmula: $PR = [(NC - NT) / (NC + NT) \times 100]$, sendo PR = percentual médio de emergência, NC = média de insetos emergidos na testemunha e NT = média de insetos emergidos no tratamento (OBENG-OFORI, 1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste t (P < 0.05), utilizando-se o programa computacional ASSISTAT 7.7 verão Beta (SILVA, 2013).



Figura 3. Arenas confeccionadas para os testes de repelência utilizando óleos essenciais em *T. castaneum*.

2.8 Efeito de óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de Tribolium castaneum

Neste experimento foi avaliado o efeito de óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* sobre a taxa instantânea de crescimento de adultos de *T. castaneum*.

Os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* foram utilizados em diferentes concentrações (0; 5; 10; 15 e 20, em µL/20 g de pó de milho). Cada óleo essencial foi testado separadamente, em delineamento inteiramente casualizado quatro repetições.

As unidades experimentais consistiram de potes fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Cada pote continha 20g de pó de milho. Os óleos foram aplicados diretamente no pó de milho com pipetador automático, tendo sido o pó homogeneizado por 30 segundos. Em cada pote foram liberados 10 adultos não sexados de *T. castaneum* com 0 a 15 dias de idade. As unidades experimentais foram armazenadas por 60 dias em câmara climatizada ajustada a 28±2°C, 60±5% UR e fotofase de 24 horas.

Após os 60 dias, foram contabilizados o número de insetos emergidos e calculada a taxa instantânea de crescimento populacional. Para este cálculo utilizou-se a equação $ri = [\ln(Nf/N0)/\Delta T]$, onde Nf = Número final de insetos; N0 = Número inicial de insetos; e ΔT = Variação de tempo (número de dias em que o ensaio foi executado). Valor positivo de ri indica crescimento populacional; ri = 0 significa que a população encontra-se estável; e valor negativo de ri indica declínio da população até a extinção, quando Nf = 0 (WALTHALL & STARK, 1997).

Os resultados foram submetidos à analise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional ASSISTAT 7.7 versão Beta (SILVA, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito fumigante de óleos essenciais sobre Tribolium castaneum

Com relação ao efeito fumigante, não foram observadas diferenças significativas para as doses testadas dos óleos essenciais de C. heliotropiifolius, C. pulegiodorus e O. basilicum sobre T. castaneum. Por outro lado, observou-se que o óleo essencial de M. urundeuva ocasionou 12,5 % de mortalidade dos adultos de T. castaneum, sendo que a mortalidade aumentou com o aumento das doses testadas (F= 10,67; p < 0,001) (Figura 4).

Para Sá et al. (2008) a defesa química de plantas envolve metabólitos secundários de baixo peso molecular assim como lectinas. Os autores demosntraram que extratos salinos do cerne de *M. urundeuva* e a lectina isolada deste tecido vegetal apresentaram atividade inseticida contra cupins.

Silva (2000), estudando o efeito do extrato de folhas de *M. urundeuva*, constatou atividade inseticida sobre *S. zeamais*, induzindo a mortalidade de modo dose-dependente, além de promover distúrbios nutricionais e de crescimento. Rajendran & Sriranjini (2008) estudando o efeito fumigante de óleos essenciais de várias plantas, também comentam do efeito tóxico sobre adultos de *T. castaneum*, corroborando com os dados aqui apresentados. Já Fernandes (2011) constatou que os extratos etanólicos de casca e caule de *M. urundeuva* produziram um efeito antifúngico nas espécies de candidas *C. albicans* e *C. tropicalis*. Os autor concluiu que esta espécie tem potencial biotecnológico para estudos visando à produção de um fitofármaco.

Queiroz et al. (2002) observaram a presença de taninos em *M. urundeuva*, que são considerados redutores digestivos (STRONG et al., 1984). Foi observado 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 & SILVA-FILHO, 2002). Alguns estudos tem demonstrado vários constituintes voláteis, dentre eles o β-cariofileno (VIANA et al., 1995; SÁ, 2008; BANDEIRA et al., 2011), que pode estar relacionado ao efeito fumigante desta espécie. A madeira de *M. urundeuva* também possui lectinas vegetais que mostram atividade tóxica contra larvas de *C. maculatus* (MACEDO et al., 2004).

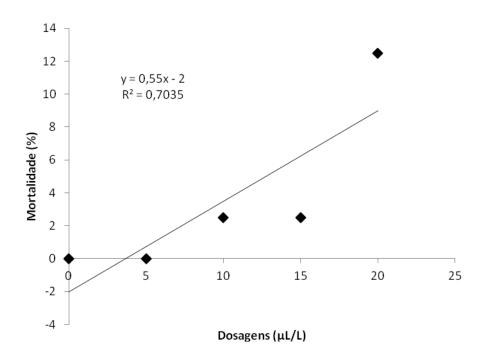


Figura 4. Atividade inseticida (efeito fumigante) do óleo essencial de *Myracrodruon urundeuva* sobre adultos de *Tribolium castaneum*.

Efeito repelente de óleos essenciais sobre Tribolium castaneum e emergência de adultos

Observou-se que as doses de 5 e 15 μ L do óleo essencial de *C. heliotropiifolius*, foram consideradas neutras e as demais doses repelentes assim como o óleo de *M. urundeuva*. Para *C. heliotropiifolius* houve diferença significativa entre as doses de 10 e 15 μ L e suas testemunhas pelo teste "t" (P < 0.05) (Tabela 2). Por outro lado, apenas o óleo essencial de *C. pulegiodorus* foi considerado neutro em todas as doses avaliadas, havendo diferença significativa entre todas as doses e suas testemunhas. Em *O. basilicum* a dose de 15 μ L foi considerada repelente, sendo as demais doses deste óleo foram consideradas neutras. Não foram observadas diferenças significativas entre as doses de *O. basilicum* e suas respectivas testemunhas (Tabela 2).

Liu & Ho (1999), avaliaram o efeito repelente do óleo essencial de *Evodia rutaecarpa* Juss. (Rutaceae) e constataram que este óleo mostrou forte efeito repelente sobre *T. castaneum*, fato que pode ter ocorrido com os óleos de *Croton heliotropiifolius*, *Croton pulegiodorus*, *Myracrodruon urundeuva* e *Ocimum basilicum* sobre este inseto praga.

As porcentagens de redução de adultos emergidos de *T. castaneum* variaram de 33,33% a 100%, havendo destaque para o óleo essencial de *O. basilicum* que ocasionou 100% nas doses de 5, 10 e 20 µl (Tabela 3). O mesmo comportamento ocorreu para os óleos essenciais de *C. pulegiodorus* e *C. heliotropiifolius*, na dose de 20 µl e *M. urundeuva* na dose

de 15 µl. Neste sentido, constatou-se que houve efeito ovicida/larvicida destes óleos essenciais, nas doses supracitadas, já que não ocorreu a emergência de adultos de *T. castaneum*.

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). Segundo Fernandes et al. (2004) e Luz et al. (2009), os componentes majoritários do óleo essencial de *O. basilicum* são o linalol e o geraniol. Provavelmente estes compostos apresentam alta toxidade a *T. castaneum*, provocando, assim, a sua morte. 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.

Upadhyay e Jaiswal (2007), analisando a atividade biológica do óleo essencial de *Piper nigrum* contra *T. castaneum*, observaram que esse óleo nas concentrações 0,3 e 0,4 μl repeliram 95 e 97,5% dos insetos. Quando utilizaram a concentração de 8 μl a sobrevivência de larvas e pupas foi de aproximadamente 80% e a emergência de adultos foi reduzida para aproximadamente 20%. Ko Ko et al. (2009), estudando a atividade repelente e tóxica por fumigação e contato do óleo essencial de *Melaleuca cajuputi*, observaram que o mesmo foi mais eficiente para repelir (96% em média) esse inseto na concentração de 0.63 μg cm⁻².

De acordo com Coitinho (2006), o efeito repelente é uma propriedade relevante a ser considerada na escolha de um óleo essencial para o controle de pragas de grãos armazenados, pois quanto maior a repelência, menor será a infestação, resultando na redução ou supressão da postura e, consequentemente, do número de insetos emergidos, fato que ocorreu nos experimentos realizados.

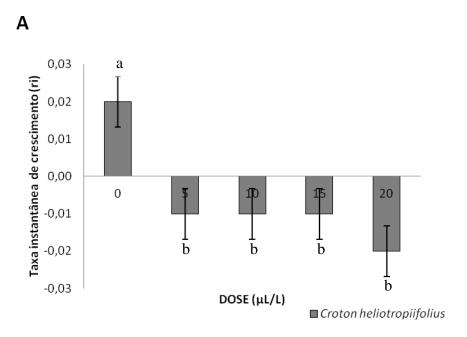
Assim, o emprego de óleos essenciais poderá favorecer principalmente aos pequenos e médios produtores de milho, devido à eficácia, facilidade de manuseio e rápida degradação, contribuindo para o estabelecimento de uma agricultura sustentável (ROEL, 2001, KEITA et al., 2001).

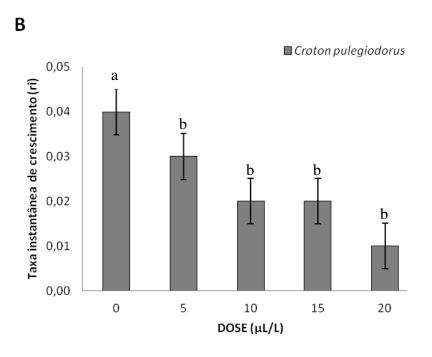
Efeito de óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento (ri) de Tribolium castaneum

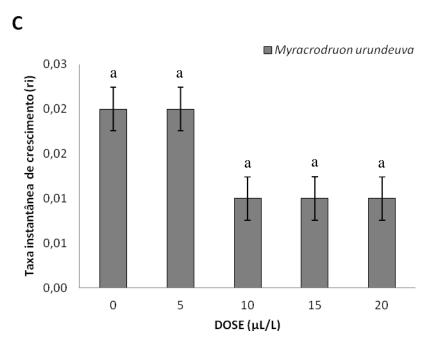
Com relação à taxa instantânea de crescimento de *T. castaneum* em milho tratado com óleo essencial de *M. urundeuva* não houve diferenças entre as doses e a testemunha (Figura

5C), que proporcionou maiores taxas de crescimento. Tais resultados são um indicativo que esses óleos possuam um efeito inibitório sobre o crescimento populacional de *T. castaneum*.

Para os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* houve diferenças entre as testemunhas e as doses (Figuras 5A, 5B e 5D). Neste sentido, *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* proporcionaram taxas instantâneas positivas, confirmando que a população de *T. castaneum* aumentou, mas em valores inferiores quando comparada à testemunha. Entretanto, apenas o óleo essencial de *C. heliotropiifolius* não permitiu o crescimento populacional de *T. castaneum*, já que com excessão da testemunha, todas as doses avaliadas a taxa instantânea de crescimento (*ri*) foi inferior à zero (Figura 5A).







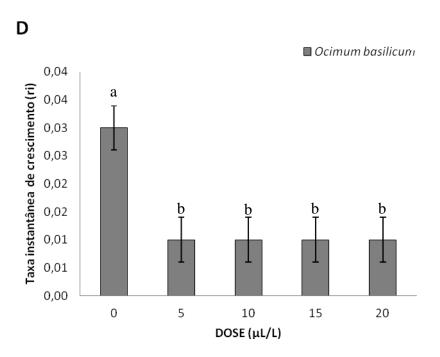


Figura 5. Efeito de diferentes dosagens dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* (A), *Croton pulegiodorus* (B), *Myracrodruon urundeuva* (C) e *Ocimum basilicum* (D) sobre a taxa instantânea de crescimento (*ri*) de *T. castaneum* em milho armazenado.

Para Saito et al. (2004), entre as substâncias úteis para o controle de insetos, destacamse aquelas com ação inseticida, com ação esterilizadora, ou que apenas afastam os insetos das plantas, como os repelentes e inibidores da alimentação. Em algumas situações, para a proteção da cultura, pode ser também interessante o uso de substâncias que apenas desestimulam a ação dos herbívoros, pois a eliminação de alguns insetos pode causar desequilíbrio do sistema ecológico.

Roel (2001) cita que a influência dos efeitos e o tempo de ação das soluções são dependentes da dosagem utilizada, de maneira que a morte ocorre nas dosagens maiores e os efeitos menos intensos e mais duradouros nas dosagens menores.

Assim, constatou-se que os óleos de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* reduziram a taxa instantânea de crescimento (*ri*) de *T. castaneum*, podendo ter afetado a fecundidade e a fertilidade destes insetos.

4 CONCLUSÕES

O óleo essencial de *M. urundeuva* apresentou potencial inseticida (efeito fumigante) sobre *T. castaneum*.

De maneira geral os óleos essenciais de *C. heliotropiifolius*, *M. urundeuva* e *O. basilicum* mostraram-se repelentes ou neutros para *T. castaneum*, enquanto que *C. pulegiodorus* apresentou-se neutro.

Os óleos essenciais de *O. basilicum*, *C. pulegiodorus* e *C. heliotropiifolius* ocasionaram 100% de redução da emergência de adultos de *T. castaneum*, apresentando efeito ovicida/larvicida.

Além disso, os óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* e *O. basilicum* reduziram a taxa instantânea de crescimento (*ri*) de *T. castaneum* e esta redução foi proporcional ao aumento da dose dos óleos utilizados.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA. J. M.; BARBOSA, F, F.; BARBOSA, L. M. P.; RODRIGUES, I. C. S.; BACARIM, M. A.; PETERS, J. A.; BRAGA, E. J. B. Composição do óleo essencial de quatro espécies do gênero *Plectrathus*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p 157-164, 2011.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. Drying and storage of grains and oilseeds. New York: **Van Nostrand Reinhold**, 1992. 450p.
- CLEMENTE, S.; MAREGGIANI, G.; BROUSSALIS, A.; MARTINO, V.; FERRARO, G. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. **Boletin de Sanidad Vegetal de Plagas**, v. 29, p. 421-426, 2003.
- COITINHO, R. L. B. C., J. V. OLIVEIRA, M. G. C. GONDIM JR. & C. A. G. CAMARA, 2006. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Rev. Caatinga** 19: 176-182.
- DOBIE, P.; HAINES, C. P.; HODGES, R. J; PREVETT, P. F. Insects and arachnids os tropical stored products, their biology and identification: a training manual. UK, **Tropical Development and Research Institute**, 1984. 273p.
- FARONI, L. R. A.; MOLIN, L.; ANDRADE, E. T.; CARDOSO, E. G. Utilização de produtos naturais no controle de *Acanthoscelides obtectus* em feijão armazenado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.20, n.1-2, p. 44- 48, 1995.
- FERNANDES, A. F. C. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico e fases particionadas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Aroeira-do-sertão). 2011. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.
- 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. 920p.
- GOOD, N. E. The flour beetlesof the genus Tribolium. Washington, DC, United States Department of Agriculture, 1936. 57p. (**Technical Bulletin**, 498).
- HERNÁNDEZ, C. R.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquoso de meliaceae sobre *spodoptera frugiperda*. **Revista de Agricultura**, v.72, n.3, p. 305-317, 1997.
- JBILOU, R.; ENNABILI, A.; SAYAH, F. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 10, p. 936-940, 2006.
- KEITA, S. M., C. VINCENT, J. SCHMIDT, J. ARNASON & A. BELANGER. 2001. Efficacy of essential oils of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an

- insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). **J. Stored Prod. Res**. 37: 339-349.
- KO KO.; JUNTARAJUMNONG, W.; CHANDRAPATYA, A. Repellency, fumigant and contact toxicities of *Melaleuca cajuputi* Powell against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* Herbst. **Thai Journal of Agricultural Science**, v. 42, n. 1, p. 27-33 2009.
- LILI; ARBOGAST, R.T. The effect of grain breakage on fecundity, development, survival, and population increase maize of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Product Research**, Oxford, U.K., v.27, n.2, p.87-94, 1991.
- LIN H, KOGAN M, FISHER D (1990). Induced resistance in soybean to the Mexicanbean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environ Entomol** 19: 1852-1857.
- LIU, Z. L. & S. H. HO. 1999. Bioactivity of the essencial oil extracted from *Evodia rutaecarpa* Hook f. et Thomas against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch. and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research** 35: 317–328.
- 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.
- MACIEL, M. A. M.; PINTO, A.C.; ARRUDA. A.C. Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology: a successful combination in the study of *Croton cajucara*. **Journal of Ethnopharmacy**, v.70: 41-45. 2000.
- MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de Pós de Origem Vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em Feijão Armazenado. **Neotropical Entomology**, v. 32, n.1, p. 145-149, 2003.
- 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.
- NYASSE B, NGANTCHOU I, NONO JJ, SCHNEIDER B. Antifilarial activity in vitro of Polycarpol and 3-O-acetyl aleuritolic acid from Cameroonian medicinal plants against *Onchocerca gutturosa*. **Nat Prod Res**. 2006; 20:391–397. doi: 10.1080/14786410600661377.
- OBENG-OFORI, D. 1995. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pussilus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. **Entomol. Exp. Appl.** 77: 133-139.
- PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: identificação e biologia.** Campinas, SP:, Fundação Cargill, 1995. 228p.

- PADIN, S.; BELLO, G. D.; FABRIZIO, M. Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. **Journal of Stored Products Research**, v.38, p.69-74, 2002.
- PERES, M. T. L. P.; MONACHE, F. D.; CRUZ, A. B.; PIZZOLATT, M. G.; YUNES, R. A, 1997. Chemical and antimicrobial activity of *Croton urucurana* Baillon (Euphorbiaceae). **J Ethnofarmacol** *56*:223-226.
- 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.
- QUIRINO, J. R.; LACERDA FILHO, A. F. DE; DEMITO, A. Utilização do resfriamento artificial na armazenagem de grãos. Sistemas Operacionais de Pós Colheita. Disponível em: http://www.sop.eng.br/pdfs/c031d281fe918c6cb391aae5d 81c674b.pdf>. Acesso em 15 ago de 2011.
- RAJEDRAN, S. & V. SRIRANJINI. 2008. Plants products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research** 44: 126–135.
- ROEL, A. R. 2001. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Rev. Inter. Des. Local** 1: 43-50.
- SAITO, M.L.; FERRAZ, J.M.G.; NASCIMENTO, R.S. 2004. Avaliação de plantas com atividade deterrente alimentar em *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) e *Anticarsia gemmatalis* Hubner. Pesticidas: **Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, **14**:1-10.
- 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.
- SILVA, L. B.; TORRES, E. B.; SILVA, K. F.; SOUZA, J. S. N.; LOPES, M. S., ANDRADE, L, H.; XAVIER, Z. F, 2012. Toxicidade do extrato etanólico de *Croton heliotropiifolius* em Populações de Milho Grãos Armazenados. **Journal of Entomology**, 9:. 413-421.
- SILVA, F. A. S. ASSISTAT 7.7. UFCG, Campina Grande, 2013.
- SILVA, F. A. M; ROGÉRIO MELLONI, M; MIRANDA, J. R. P; CARVALHO, J. G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Revista Cerne**, V.6, N.1, p. 052-059, 2000.
- SCHEEPENS, P.; HOEVERS, R.; ARULAPPAN, F. X.; PESCH, G. Armazenamento de produtos agrícolas. **Wageningen**. 2011, 85p.
- SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, P. D. O.; SILVA, D. R. G. Cultivo e usos do Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Boletim agropecuário, UFLA, 2006. Disponível em: < www.editora.ufla.br/site/_adm/upload/ boletim/bol_68.pdf > Acesso em: 04 nov. 2010.

SOKOLOFF, A. The biology of Tribolium Oxford: **Oxford University Press**, v.2. 1974. 610p.

STRONG, D.R.; LAWTON, J.H.; SOUTHWOOD, T.R.E. Insects on plants: community patterns and mechanisms. London: **Blackwell Scientific**, 1984. 313p

SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. Integrated management of insects in stored products. New York: **Marcel Dekker**, 1996. 954p.

TORRANCE, S. J.; WIEDHOPF, R. M.; COLE, J. R. Anti tumor agents from Jatropha macrorhiza (Euphorbiaceae). **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 66: 1348-1349, 1977.

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

UPADHYAY, R. K.; JAISWAL, G. Evaluation of biological activities of *Piper nigrum* oil against *Tribolium castaneum*. **Bulletin of Insectology**, v.60, n. 1, p. 57-61, 2007.

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.

WALTHALL, W. K.; STARK, J. D. A comparison of acute mortality and population growth rate as endpoints of toxicological effect. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.37, p.45-52, 1997.

WHITE, G.G. The effect of grain damage on development in wheat of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Product Research**, Oxford, U.K., v.187, p.115-119, 1982.

Tabela 2. Efeito repelente de óleos essenciais sobre adultos de *T. castaneum* em milho tratado. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e fotofase: 24 horas.

Tratamentos	Concentração (μL/20g)	Adultos A	Atraídos (%)	IR±DP ¹	IS^2
	-	Oléo	Testemunha		
	5 μL	25,00	75,00 *	0,50±0,52	N
Croton	10 μL	20,00	62,50 ^{ns}	$0,45\pm0,66$	R
heliotropiifolius	15 μL	30,00	60,00 ^{ns}	$0,72\pm0,59$	N
	20 μL	30,00	67,50 *	$0,40\pm0,66$	R
- Croton	5 μL	10,00	70,00 *	0,19±0,28	N
	10 μL	12,50	82,50 *	$0,25\pm0,19$	N
pulegiodorus	15 μL	12,50	82,50 *	$0,25\pm0,50$	N
	20 μL	0,250	97,50 *	$0,05\pm0,10$	N
Myracrodruon urundeuva	5 μL	0,75	77,50 *	0,15±0,30	N
	10 μL	15,00	30,00 ^{ns}	$0,34\pm0,40$	R
	15 μL	17,50	50,00 *	0,41±0,47	N
	$20~\mu L$	15,00	80,00 *	0,31±0,10	R
Ocimum basilicum	5 μL	30,00	42,50 ^{ns}	0,78±0,58	N
	10 μL	47,50	42,50 ^{ns}	1,07±0,31	N
	15 μL	27,50	17,50 ^{ns}	$0,12\pm0,25$	R
	20 μL	0,75	0,50 ^{ns}	1,00±1,15	N

^{*} Médias, nas linhas, diferem entre si pelo teste "t" (P< 0,1 0u P < 0,05).

 $^{^{}ns}$ Médias, nas linhas, não diferem entre si pelo teste "t" (P < 0,05).

¹ Índice de Repelência e Desvio Padrão.

² Intervalo de Segurança, onde R= Repelente, N= Neutro e A= Atraente.

Tabela 3. Porcentagem de redução do número de adultos de *T. castaneum* emergidos em milho tratado com óleos essenciais. Temp.: 28±2°C, UR: 70±5% e fotofase: 24 horas.

Tratamentos	Concentração (μL/20g)	Média de Adultos Emergidos (±DP)		Redução (%)	
	_	Oléo	Testemunha		
	5 μL	0,25	0,75 ^{ns}	50,00	
Croton heliotropiifolius	10 μL	0,25	0,75 ^{ns}	50,00	
newer op njevilis	15 μL	0,25	0,50 ^{ns}	33,33	
	20 μL	0,00	0,75 a*	100,00	
-	5 μL	0,25	0,50 ^{ns}	33,33	
Croton pulegiodorus	10 μL	0,25	0,50 ^{ns}	33,33	
puicgiouorus	15 μL	0,75	0,25 ns	NF	
	20 μL	0,00	2,25 ^{ns}	100,00	
	5 μL	0,25	0,75 ^{ns}	50,00	
Myracrodruon urundeuva	10 μL	0,25	0,50 ^{ns}	33,33	
munucuva	15 μL	0,00	0,50 ns	100,00	
	20 μL	0,25	0,75 ^{ns}	50,00	
	5 μL	0,00	0,75 ^{ns}	100,00	
Ocimum basilicum	10 μL	0,00	0,75 ^{ns}	100,00	
	15 Ml	0,25	0,75 ^{ns}	50,00	
	20 μL	0,00	0,75 *	100,00	

^{*} Médias, nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste "t" (P < 0.05).

NF – não se adequou a fórmula.

Desvio Padrão.

 $^{^{}ns}$ Médias, nas linhas, não diferem entre si pelo teste "t" (P < 0,05).