

Bioatividade de óleos essenciais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) em feijão-comum armazenado

Sara Samanta Silva Brito¹, Cilene Rejane Inácio de Magalhães¹, Carlos Romero Ferreira de Oliveira¹,
Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira¹, Maria Suely Siqueira Ferraz¹, Talyta Amaral Magalhães¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Fazenda Saco, s/n, CEP 56900-000, Serra Talhada-PE, Brasil. Caixa Postal 063. E-mail: sarassbrito@gmail.com; cilenerejane@hotmail.com; crfoliveira@hotmail.com; ccysne@hotmail.com; suely.ferraz17@hotmail.com; talyta_amaral@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade por fumigação, o efeito repelente, o efeito na oviposição e na emergência da geração F1 dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth., *Croton pulegiodorus* Baill., *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. sobre *Zabrotes subfasciatus*, em cinco doses (0,0, 5, 10, 15 e 20 µL L⁻¹ de ar). Via fumigação os óleos essenciais de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* provocaram 100% de mortalidade dos adultos de *Z. subfasciatus*, em todas as dosagens exceto na testemunha. Os óleos de *O. basilicum*, *C. pulegiodorus* e *M. urundeuva* foram repelentes em todas as dosagens, já *C. heliotropiifolius* as doses 20 e 5 µL foram classificadas como neutras e as demais repelentes. Os óleos de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* ocasionaram os maiores valores de redução de ovos e 100% na redução de adultos emergidos, apresentando efeito ovicida/larvicida sobre *Z. subfasciatus* durante o armazenamento. Conclui-se que os óleos de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* são promissores no controle de populações de *Z. subfasciatus*, sendo necessários maiores estudos para definição da melhor dose a ser utilizada, assim como a melhor forma de aplicação.

Palavras-chave: Armazenamento de grãos, Bruchinae, inseticidas botânicos, *Phaseolus vulgaris*

Bioactivity of essential oils on *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) in common beans stored

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the toxicity by fumigation, the repellent effect, the effect on the oviposition and emergence of the F1 generation of essential oils of *Croton heliotropiifolius* Kunth., *Croton pulegiodorus* Baill., *Myracrodruon urundeuva* Allemão and *Ocimum basilicum* L. on *Zabrotes subfasciatus*, in five doses (0.0, 5, 10, 15 and 20 µL L⁻¹ of air). Track fumigation the essential oils of *O. basilicum* and *C. pulegiodorus* caused 100% mortality of adults of *Z. subfasciatus*, at all doses except the witness. The oils of *O. basilicum*, *C. pulegiodorus* and *M. urundeuva* were repellents in all doses, while *C. heliotropiifolius* doses 20 e 5 µL were classified as neutral and other repellents. In this sense, the oils of *O. basilicum* and *C. pulegiodorus* resulted in the highest values of reduction of eggs and 100% reduction in adults emerged, featuring ovicidal effect/larvicide about *Z. subfasciatus* during storage. It is therefore considered that the oils of *O. basilicum* and *C. pulegiodorus* are promising in the control of populations of *Z. subfasciatus*, being required further studies to define the best dose to be used, as well as the best way of application.

Key words: Grain storage, Bruchinae, botanical insecticides, *Phaseolus vulgaris*

Introdução

Excelente fonte de proteínas, carboidratos e ferro o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) é o principal alimento da população, porém os insetos-praga causam sérios prejuízos durante o seu armazenamento (Smaniotto et al., 2010). *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Chrysomelidae: Bruchinae) é considerada a principal dessas pragas, seus adultos medem de 1,8 a 2,5 mm de comprimento, apresentam cor castanho escura e os élitros quando estão em repouso deixam à mostra o pígidio.

É classificada como praga primária interna, ou seja, depositam seus ovos sobre os grãos e suas larvas penetram e se desenvolvem no interior dos mesmos; provocando aquecimento da massa de grãos, reduzindo o peso, o poder germinativo e a qualidade das sementes (Gallo et al., 2002).

Para o controle dessa praga são utilizados atualmente tratamentos com inseticidas químicos de diferentes classes toxicológicas, que nem sempre são capazes de exterminar as pragas ou evitar reinfestações, resultando em diversos problemas. Para minimizar esses efeitos pesquisas com métodos de controle alternativo vem sendo realizadas através do estudo sobre as defesas químicas naturais das plantas, que podem ser preparadas e aplicada na forma de pó, extratos e óleos essenciais (Almeida et al., 2005).

Os óleos essenciais são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo constituídos principalmente de fenilpropanóides e terpenóides (De La Rosa et al., 2010). No controle de insetos se destacam aqueles que possuem monoterpenos, diterpenos e sesquiterpenos, que mostram efeito ovicida, larvicida, repelente, antialimentar e efeitos tóxicos como mortalidade (Isman, 2006; Liu et al., 2006; Mao & Henderson, 2010).

Plantas de diversas famílias têm se mostrado promissoras para o controle de insetos-praga de grãos armazenados como: Anacardeaceae e Euphorbiaceae com espécies de importância econômica encontradas na região da Caatinga ainda pouco estudadas e a Lamiaceae muito utilizada e que já possui diversas substâncias conhecidas e estudadas como fungicida e inseticida (Souza et al., 2010; Coitinho et al., 2011; Ootani et al., 2011; Hameed et al., 2012; Queiroga et al., 2012). Objetivou-se, portanto, com este trabalho, avaliar o efeito tóxico e repelente dos óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton pulegioidorus* Baill, *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Ocimum basilicum* L. sobre *Zabrotes subfasciatus* praga do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) armazenado.

Material e Métodos

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

Criação dos insetos

Os insetos foram criados e mantidos por várias gerações em grãos de feijão-comum, cv. Rajadinho, acondicionados em recipientes de plástico, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Estes recipientes foram mantidos em temperatura ambiente (30 °C, 60% UR) e em câmara climática do tipo B.O.D., à temperatura de 25 ± 2 °C, 60 ± 5% UR e escotofase de 24h.

Óleos essenciais

Os óleos essenciais de *Croton heliotropiifolius*, *Croton pulegioidorus* e *Myracrodruon urundeuva* foram extraídos das folhas frescas pelo processo de hidrodestilação, através do equipamento tipo Clevenger modificado, utilizando 200g em 3L de água destilada por duas horas. As frações obtidas foram separadas da água por diclorometano, secas com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) e posteriormente levadas ao rota-evaporador, onde foi retirado o diclorometano, obtendo-se então o óleo essencial.

As espécies utilizadas foram identificadas pelo Dr. André Laurênio de Melo e as exsicatas encontram-se depositadas no Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) da UFRPE (Tabela 1). O óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum*) foi adquirido da empresa Florananda Ind. e Com. de Cosméticos e Produtos Naturais Ltda.

Teste de fumigação

Na avaliação do efeito fumigante foram utilizadas câmaras de fumigação (Adaptadas de Aslan et al. 2004), compostas de recipientes de vidro com volume de 1,0 L onde foram testadas cinco concentrações (0,0, 5, 10, 15 e 20 µL L⁻¹ de ar) de cada óleo os quais foram impregnados com pipetador automático, em tiras de papel filtro de 5 x 2 cm fixadas na superfície inferior da tampa dos recipientes. A avaliação foi feita após 48 horas, avaliando-se a porcentagem de mortalidade dos insetos adultos com idade conhecida (até 48 horas de idade). Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro óleos e 5 concentrações com 4 repetições de 10 insetos cada.

Efeito repelente

Para o efeito repelente foram confeccionadas arenas compostas de dois recipientes plásticos, interligados simetricamente a uma caixa central por dois tubos plásticos. Foram colocados 20 g de grãos de feijão em cada recipiente, sendo um sem óleo (testemunha) e o outro tratado com um dos quatro óleos em cinco concentrações (0,0, 5, 10, 15 e 20 µL L⁻¹ de ar), e na caixa central foram liberados 10 insetos adultos. Após cinco dias contabilizou-se o número de adultos atraídos para cada tratamento. Após 12 dias o número de ovos foi contabilizado sendo os grãos acondicionados em outros recipientes plásticos até a emergência de novos adultos.

Tabela 1. Plantas coletadas para estudo do efeito dos óleos essenciais sobre *Zabrotes subfasciatus*

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

O Índice de Repelência (IR) foi calculado pela fórmula: $IR = 2G / (G + P)$, onde $G = \%$ de insetos atraídos no tratamento e $P = \%$ de insetos atraídos na testemunha. Os valores de IR variam entre zero e dois, sendo que $IR = 1$ indica repelência semelhante entre o tratamento e a testemunha (tratamento neutro), $IR > 1$ indica menor repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento atraente) e $IR < 1$ corresponde a maior repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento repelente).

O percentual médio de redução de ovos e insetos emergidos foi calculado segundo a fórmula adaptada de Obeng-Ofori (1995): $PR = [(NC - NT) / (NC + NT) \times 100]$, sendo $PR =$ porcentagem de redução; $NC =$ número de ovos/insetos emergidos na testemunha e $NT =$ número de ovos/insetos emergidos no óleo. Após a emergência da geração F1 os grãos foram pesados e diminuído o peso inicial da massa dos grãos, para o cálculo da porcentagem de massa consumida pelos insetos.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e em seguida à análise de regressão e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; para a redução da massa de grãos os resultados obtidos também foram submetidos a análise de variância e comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade por meio do programa SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância, observou-se que houve efeito da interação tipo de óleo x concentração em relação à mortalidade de *Z. subfasciatus* ($F = 23.238$ e $P < 0,001$). O desdobramento desta interação pode ser observado na Figura 1, onde os óleos essenciais de *O. basilicum* e de *C. pulegiodorus* ocasionaram 100% de mortalidade dos adultos de *Z. subfasciatus*, em todas as concentrações exceto na testemunha, demonstrando um comportamento constante, o que reduz os custos de produção e controle podendo ser utilizada a menor concentração utilizada (5 μ L).

Para o óleo de *C. heliotropiifolius* as mortalidades encontradas foram baixas, chegando apenas a 35% na

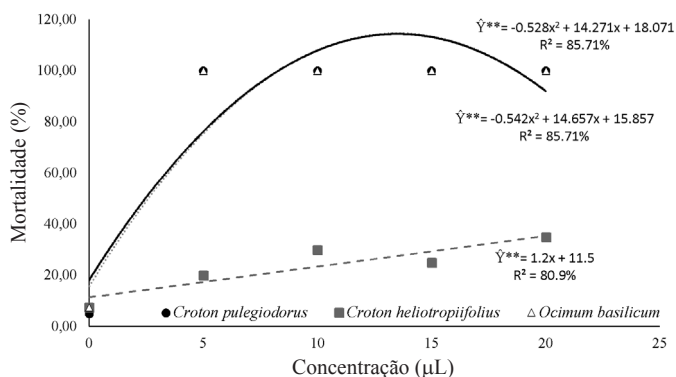


Figura 1. Mortalidade de *Z. subfasciatus* em feijão-comum, tratado com óleos essenciais de *Croton pulegiodorus* ($F = 122.546$; $P < 0,001$), *Croton heliotropiifolius* ($F = 17.109$; $P < 0,001$) e *Ocimum basilicum* (L) ($F = 116.181$; $P < 0,001$) sob fumigação. Temp: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h

maior concentração utilizada já *M. urundeuva* nenhuma das concentrações utilizadas provocou mortalidade, não sendo observadas diferenças significativas.

Para o fator óleo dentro da concentração podemos observar de acordo com a tabela 2 que o óleo de *C. pulegiodorus* e *O. basilicum* se destacaram devido aos altos valores de mortalidade encontrados.

Segundo Tinkeu et al. (2004), a principal propriedade de um fumigante é a sua capacidade de difusão na massa de grãos, pois a difusão de um gás depende principalmente do seu peso molecular e seu ponto de ebulição. Quanto menores esses valores, maior é a velocidade de difusão tornando o controle mais eficiente. A mortalidade dos insetos é apenas um dos efeitos a serem atingidos no controle de pragas com plantas inseticidas. Por outro lado, a finalidade principal no controle alternativo com plantas inseticidas é que estas causem efeitos secundários como reduzir a oviposição, a alimentação e a reprodução dos insetos-praga (Vendramim & Castiglione 2000) efeito este observado no trabalho nos testes de repelência.

O potencial inseticida do óleo essencial de diferentes variedades de *O. basilicum* também foi testado sobre *Rhizopherta dominica*, praga de cereais armazenado, sendo constatado seu efeito tóxico (Lopez et al., 2008). Já o óleo de *Ocimum gratissimum* L. também foi testado contra adultos de *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) e *R. dominica*, e seus componentes β -(Z) ocimeno e eugenol causaram efeitos fumigante e repelente (Ogendo et al., 2008). Weaver et al. (1991) constataram a presença do linalol, substância com ação inseticida, no óleo essencial de *Ocimum canum* Sims (alfavaquinha), e observaram que em pequenas concentrações, houve 50% de mortalidade de fêmeas e 100% de mortalidade de machos de *Z. subfasciatus*.

Estudos fitoquímicos realizados com algumas espécies de *Croton* que ocorrem no Brasil proporcionaram o isolamento de 109 compostos pertencentes às mais variadas classes estruturais, tais como diterpenos (35,6%), alcaloides (24,8%) flavonoides (12,8%) e triterpenos (11%) (Torres, 2008). Foi observado que *C. grewoides* também mostrou atividade inseticida sobre *Z. subfasciatus*, sendo que o óleo essencial da folha revelou maior ação fumigante que o óleo de caule (Silva, 2007).

Brito (2011), ao avaliar os óleos de *Cymbopogon* sp. e *Baccharis trimera* via fumigação sobre *Z. subfasciatus*, observou que o óleo essencial de *Cymbopogon* sp. na dosagem 5 μ L causou 50% de mortalidade, chegando na sua maior dose (20 μ L) a uma mortalidade de 100%. Já o óleo de *B. trimera* a partir da dose 1,25 μ L já ocasionou mortalidade superior

Tabela 2. Valores médios para a mortalidade de *Z. subfasciatus* em feijão-comum, tratados com óleos essenciais em diferentes concentrações (Temp: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h.)

Óleos	Concentração (μ L)				
	0	5	10	15	20
<i>Croton heliotropiifolius</i>	7,5 a	20 b	30 b	25 b	35 b
<i>Croton pulegiodorus</i>	5 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,0 a	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
<i>Ocimum basilicum</i>	7,5 a	100 a	100 a	100 a	100 a

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

a 50%, podendo ser utilizada diminuindo os custos para o controle deste inseto.

Baseando-se nos índices de repelência, os óleos de *C. pulegioidorus*, *O. basilicum* e *M. urundeuva* apresentaram em todas as concentrações efeito repelente. Para o óleo de *C. heliotropiifolius* as doses 20 e 5 µl foram classificadas como neutras e as demais repelentes (Tabela 3).

Ao avaliar o efeito repelente dos óleos essenciais de *Cymbopogon* sp., *B. trimera* e *Cymbopogon* sp sobre *Z. subfasciatus*, Brito (2011) observou que todos os óleos possuem efeito repelente, entretanto o óleo de *Cymbopogon* sp. demonstrou esse efeito independentemente da dosagem utilizada. Óleos das plantas *Cymbopogon* spp., *Ocimum* spp. e *Eucaliptus* spp. também têm efeito repelente contra insetos, de acordo com Nerio et al. (2010).

O efeito repelente é o modo de ação mais comum entre os óleos essenciais, que pode estar diretamente relacionado com a presença de compostos terpenóides causando, por exemplo, a inibição da acetilcolinesterase e ocasionando a morte do inseto pela falência respiratória (Chambers & Carr, 1995). Isto ocorre porque a inibição desta enzima pode provocar uma hiperatividade nervosa e colapso do sistema nervoso (Eldefrawi et al., 1982; Perry et al., 2011), o qual perde o controle sobre os músculos, ocorrendo contrações involuntárias até o enrijecimento da musculatura.

Várias espécies de *Croton* foram registradas na Caatinga em Pernambuco, e são conhecidas popularmente por velame ou marmeleiro, sendo utilizadas para os mais variados fins. As espécies de *Croton* possuem constituintes químicos com diversas propriedades biológicas e, por isso, esse gênero está classificado como o mais rico da família como fonte de compostos bioativos (Guerrero et al., 2004). Em alguns estudos, a análise da composição química das espécies revelou a presença de monoterpenóides, sesquiterpenóides e fenilpropanóides como constituintes majoritários (Torres, 2008; Santana, 2011). Os monoterpenos são encontrados em maior quantidade nos óleos essenciais e são responsáveis pelos distúrbios fisiológicos e comportamentais dos insetos, o que

Tabela 3. Efeito repelente de óleos essenciais sobre adultos de *Z. subfasciatus* em grãos de feijão-comum tratados. Temp: 25 ± 2 °C; UR: 60 ± 5% UR e escotofase de 24h

Óleos	Concentração (µL)	IR (M ± DP) ¹	C ²
<i>Croton heliotropiifolius</i>	5	1,23 ± 0,22	A
	10	0,96 ± 0,64	R
	15	0,76 ± 0,50	R
	20	1,04 ± 0,33	A
<i>Croton pulegioidorus</i>	5	0,91 ± 0,33	R
	10	0,26 ± 0,19	R
	15	0,32 ± 0,36	R
	20	0,92 ± 0,28	R
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	0,82 ± 0,34	R
	10	0,65 ± 0,17	R
	15	0,92 ± 0,34	R
	20	0,84 ± 0,55	R
<i>Ocimum basilicum</i>	5	0,23 ± 0,25	R
	10	0,44 ± 0,37	R
	15	0,45 ± 0,27	R
	20	0,57 ± 0,32	R

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

² Classificação: R = repelente (IR<1); A = atraente (IR>1); N = neutro (IR=1).

explica a escolha do inseto ao feijão não tratado com o óleo essencial, assim como a sua preferência para oviposição e alimentação (Coitinho et al., 2011).

As porcentagens de redução da oviposição variaram de 13,6% a 100%, destacando-se os óleos essenciais de *C. pulegioidorus* e de *O. basilicum*, que proporcionaram reduções superiores a 79% (Tabela 4). Por outro lado as porcentagens de redução de adultos emergidos variaram de 33% a 100%. Consequentemente, os óleos classificados como repelentes proporcionaram altas reduções da oviposição e de emergência de adultos, ou seja a emergência de *Z. subfasciatus* foi altamente influenciada pelos óleos essenciais de *O. basilicum* e *C. pulegioidorus* chegando a 100% de redução em todas as doses utilizadas (Tabela 4).

Por outro lado, o óleo essencial de *C. heliotropiifolius* proporcionou altas reduções na emergência nas concentrações mais altas (15 e 20 µL). Estes resultados corroboram com Coitinho (2009) que afirma que a ação repelente é uma propriedade importante no controle de pragas de grãos armazenados, mostrando que quanto maior a repelência menor será a infestação, com consequente redução da postura e do número de insetos emergidos.

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

Os óleos essenciais causaram efeito no consumo da massa de grãos pelos insetos. De acordo com os resultados demonstrados na Tabela 5 pode-se observar que apenas o óleo de *C. heliotropiifolius* não apresentou diferença significativa entre os grãos tratados e a testemunha. Nos demais a testemunha obteve a maior porcentagem de massa consumida pelos insetos.

A atividade dos óleos na massa dos grãos pode estar associada a capacidade dos vapores penetrarem no grão e causar toxicidade nas larvas de *Z. subfasciatus* já que é

Tabela 4. Porcentagem de redução do número de ovos depositados por adultos de *Z. subfasciatus* em grãos de feijão-comum tratados com óleos essenciais. Temp: 25 ± 2 °C; UR: 60 ± 5% UR e escotofase de 24h

Óleos	Concentração (µL)	Redução da postura (%) de adultos emergidos	Redução do n° de adultos emergidos
<i>Croton heliotropiifolius</i>	5	13,6	33,33
	10	NF*	NF*
	15	43,86	100
	20	28,68	80
<i>Croton pulegioidorus</i>	5	79,6	100
	10	100	100
	15	98,01	100
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	25,09	57,14
	10	37,09	46,94
	15	45,85	34,52
<i>Ocimum basilicum</i>	5	100	100
	10	79,89	100
	15	99,02	100
	20	95,81	100

*Não se adequou a fórmula.

Tabela 5. Efeito dos óleos essenciais na redução da massa de grãos submetidos à infestação de *Z. subfasciatus*

Óleo	Concentração (µL)	Massa consumida no tratamento (%)	Massa consumida na testemunha (%)
<i>Croton heliotropiifolius</i>	5	2,74 a	2,99 a
	10	2,99 a	2,93 a
	15	2,49 a	2,94 a
	20	2,55 a	2,94 a
<i>Croton pulegioidorus</i>	5	4,48 b	6,16 a
	10	2,93 b	6,76 a
	15	3,33 b	7,04 a
	20	2,21 b	6,32 a
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	6,48 a	7,6 a
	10	4,47 b	5,77 a
	15	4,48 a	4,84 a
	20	6,63 a	7,83 a
<i>Ocimum basilicum</i>	5	3,12 a	3,38 a
	10	3,17 b	3,98 a
	15	3,14 b	4,06 a
	20	3,12 b	4,29 a

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

apenas nesta fase que o inseto se alimenta dos cotilédones. De acordo com Baldin & Pereira (2010) menores médias de consumo podem indicar a ocorrência de não preferência para alimentação, o que pode ser confundido com a antibiose ou acontecer conjuntamente.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que os óleos essenciais de *O. basilicum* e *C. pulegioidorus* são promissores para o manejo integrado de *Z. subfasciatus* em feijão-comum armazenado, provocando mortalidade dos adultos infestantes, deterrência na oviposição e diminuição na emergência da geração F1 desse coleóptero, mesmo em doses baixas.

Literatura Citada

- Almeida, F. A. C.; Almeida, S. A.; Santos, N. R.; Gomes, J. P.; Araújo, M. E. R. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.4, p.585-590, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662005000400023>>.
- Aslan, I.; Özbek, H.; ÇalmaSur, Ö.; Ahin, F. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. Industrial Crops and Products, v.19, n.2, p.167-173, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2003.09.003>>.
- Baldin, E. L. L.; Pereira, J. M. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). Ciência e Agrotecnologia, v.34, n.6, p.1507-1513, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000600022>>.
- Brito, S. S. S. Avaliação do potencial inseticida de óleos essenciais sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) em feijão armazenado. Serra Talhada: Universidade Federal Rural de Pernambuco; Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2011. 34p. Monografia Bacharelado.
- Chambers, J. E.; Carr, R. L. Biochemical mechanisms contributing to species differences in insecticidal toxicity. Toxicology, v.105, n.2-3, p.291-304, 1995. <[http://dx.doi.org/10.1016/0300-483X\(95\)03225-5](http://dx.doi.org/10.1016/0300-483X(95)03225-5)>.
- Coitinho, R. L. B. de C. Atividade inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. 62p. Tese Doutorado. <<http://www.ppgea.ufrpe.br/novosite/files/teses/Rodrigo.pdf>>. 13 Out. 2014.
- Coitinho, R. L. B. de C.; Oliveira, J. V.; Gondim Junior, M. G. C.; Câmara, C. A. G. Efeito residual de inseticidas naturais no Controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. Revista Caatinga, v.19, n.2, p.183-191, 2006. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/viewFile/43/37>>. 13 Out. 2014.
- Coitinho, R. L. B. C.; Oliveira, J. V.; Gondim Junior, M. G. C.; Camara, C. A. G. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.1, p.172-178, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000100022>
- De La Rosa, L. A.; Alvarez-Parrilla, E.; Gonzalez-Aguilar, G. A. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. 1.ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2010. v.1, 382p.
- Eldefrawi, A. T.; Mansour, N.; Eldefrawi, M. E. Insecticides affecting acetylcholine receptor interactions. Pharmacology & Therapeutics, v.16, n.1, p.45-65, 1982. <[http://dx.doi.org/10.1016/0163-7258\(82\)90031-6](http://dx.doi.org/10.1016/0163-7258(82)90031-6)>.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>>.
- Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Baptista, G. C. de; 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.
- Guerrero, M. F.; Puebla, P.; Carrón, R.; Martín, M. L.; San Román, L. Vaso relaxant effect of new neo-clerodane diterpenoids isolated from *Croton schiedeana*. Journal of Ethnopharmacology, v.94, n.1, p.185-189, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2004.05.018>>.
- Hameed, A.; Freed, S.; Hussain, A.; Iqbal, M.; Hussain, M.; Naeem, M.; Sajjad, A.; Hussain, H.; Sadiq, M. A.; Latif, T. A. Toxicological effects of neem (*Azadirachta indica*), Kanair (*Nerium oleander*) and spinosad (Tracer 240 SC) on the red flour beetle (*Tribolium castaneum*) (Herbst.). African Journal of Agricultural Research, v.7, n.4, p.555-560, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5897/AJAR11.1054>>.
- Isman, M. B. Botanical Insecticides, deterrents, and repellents in Modern Agriculture and an increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, v.51, n.1, p.45-66, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>>.

- Ketoh, K. G.; Koumaglo, H. K.; Glitho, I. A. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) development by using essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae) and the wasp *Dinarmus basalis* Rond. (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Stored Products Research*, v.41, n.4, p.363-371, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2004.02.002>>.
- Liu, C. H.; Mishra, A. K.; Tan, R. X. Repellent, insecticidal and phytotoxic activities of isoeugenol from *Inula racemosa*. *Crop Protection*, v.25, n.5, p.508-511, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2005.05.008>>.
- López, M. D.; Jordan, M. J.; Pascual-Villalobos, M. J. Toxic compounds in essential oils of coriander, caraway and basil active against stored rice pests. *Journal of Stored Products Research*, v.44, n.3, p.273-278, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2008.02.005>>.
- Mao, L.; Henderson, G. Evaluation of potential luse of nootkatone against maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and riceweevil [*S. oryzae* (L.)] (Coleoptera:Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, v.46, n.2, p.129-132, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2010.01.002>>.
- Nerio, L. S.; Jesus, O. V.; Stashenko, E. Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, v.101, n.1, p.372-378, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.048>>.
- Obeng-Ofori, D. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.77, n.2, p.133-139, 1995. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.1995.tb01993.x>>.
- Ogendo, J. O.; Kostyukovsky, M.; Ravid, U.; Matasyoh, U. J. C.; Deng, A. L.; Omolo, E. O.; Kariuki, S. T.; Shaaya, E. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *Journal of Stored Products Research*, v.44, n.4, p.328-334, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2008.02.009>>.
- Ootani, M. A.; Aguiar, R. W. S.; Mello, A. V.; Didonet, J.; Portella, A. C. F.; Nascimento, I. R. Toxicidade de Óleos Essenciais de Eucalipto e Citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Bioscience Journal*, v. 27, n.4, p.609-618, 2011. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11264/7752>>. 12 Out. 2014.
- Perry, T.; Batterham, P.; Daborn, P. J. The biology of insecticidal activity and resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, v.41, n.7, p.411-422, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ibmb.2011.03.003>>.
- Queiroga, M. de F. C.; Gomes, J. P.; Almeida, F. de A. C.; Pessoa, E. B.; Alves, N. M. C. Aplicação de óleo no controle de *Zabrotes subfasciatus* e na germinação de *Phaseolus vulgaris*, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.7, p.777-783, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000700011>>.
- Santana, V. S. Estudo comparativo de óleos essenciais de espécies de *Croton* do estado de Sergipe. São Cristovão: Universidade Federal de Sergipe, 2011. 95p. Dissertação Mestrado. <http://bdtd.ufs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=678>. 12 Out. 2014.
- Silva, C. G. V. Bioatividade de extratos etanólicos de *Croton* sobre *Plutella xylostella* (L.) e ação fumigante e composição química de óleos essenciais de *Croton greivoides* (Baill.) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 56p. Dissertação Mestrado. <<http://ppgea.ufrpe.br/novosite/files/dissertacoes/Cleia%20Gomes%20Vieira%20e%20Silva.pdf>>. 05 Out. 2014.
- Smaniotta, L.; Moura, N. F. de; Denardin, R. B. N.; Garcia, F. R. M. Bioatividade da *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae) no controle de adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) em laboratório. *Revista Biotemas*, v.23, n.2, p.31-35, 2010. <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2010v23n2p31>>.
- Souza, A. P.; Marques, M. R.; Mahmoud, T. S.; Bolzani, V. S.; Caputo, B. A.; Canhete, G. M.; Leite, C. B.; Lima, D. P. Insecticidal effects of extracts from native plants to Mato Grosso do Sul, Brazil, on *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: curculionidae). *BioAssay*, v.5, p.1-5, 2010. <<http://dx.doi.org/10.14295/BA.v5.0.69>>.
- Tapondjou, A.; Adler, C.; Fontem, D.; Bouda, H.; Reichmuth, C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Stored Products Research*, v.41, n.1, p.91-102, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2004.01.004>>.
- Tinkeu, L.; Goudoum, S. N.; Ngassoum, A.; Mapongmetsem, M. B.; Kouninki, P. M.; Hance, T. Persistence of the insecticidal activity of five essential oils on the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, v.69, n.3, p.145-147, 2004.
- Torres, M. C. M. Estudo químico e biológico de *Croton regelianus* var. *matosii* (Euphorbiaceae). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008. 179p. Dissertação Mestrado. <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/9400>>. 12 Out. 2014.
- Vendramim, J. D.; Castiglione, E. Aleloquímicos, resistência e plantas inseticidas. In: Guedes, J.C.; Costa, I.D. da; Castiglione, E. (Eds.). *Bases e Técnicas do Manejo de insetos*. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. Cap. 8, p.113-128.
- Weaver, D. K.; Ntezurubanza, L.; Jackson, L. L.; Stock, D. T. The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled *Ocimum canum* Sins. (Lamiaceae), for protection against postharvest damage by certain stored product. *Journal of Stored Products Research*, v.27, n.4, p.213-220, 1991. <[http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X\(91\)90003-U](http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X(91)90003-U)>.