

ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS VEGETAIS SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTS. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO.

Rodrigo Leandro Braga de Castro Coitinho

Doutorando em Entomologia Agrícola, Dpto. Agronomia-Área Fitossanidade, UFRPE. Recife-PE, 52171-900.

E-mail: rodrigo_lbc@yahoo.com.br

José Vargas de Oliveira

Professor Dpto. Agronomia-Área Fitossanidade, UFRPE. Recife-PE, 52171-900. E-mail:

vargasoliveira@uol.com.br

Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior

Professor Dpto. Agronomia-Área Fitossanidade, UFRPE. Recife-PE, 52171-900. E-mail: mguedes@ufrpe.br

Cláudio Augusto Gomes da Câmara

Professor Dpto. Química, UFRPE. Recife-PE, 52171-900. E-mail: camara@ufrpe.br

RESUMO – Foram testados os óleos de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), copaíba (*Copaifera* sp.), eucalipto (*Eucaliptus globulus* Labill. e *Eucaliptus citriodora* Hook.), nim (*Azadirachta indica* A. Juss), eugenol, pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), alecrim (*Lippia gracillis* HBK.) e cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), em adultos de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). No teste sem chance de escolha, 20 g de grãos de milho por parcela foram impregnados com 50µL de cada óleo e os recipientes agitados manualmente durante dois minutos. A parcela foi infestada com oito adultos de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade. *E. globulus*, eugenol, *L. gracillis* e *A. indica* causaram mortalidade de 100% em *S. zeamais*. Para os demais óleos, exceto *Copaifera* sp., a mortalidade foi superior a 87% e a redução da emergência de 100%. Nos testes com livre chance de escolha, utilizaram-se arenas formadas de dois recipientes plásticos, interligados simetricamente a uma caixa central por dois tubos plásticos. Num dos recipientes colocaram-se grãos de milho não tratados, e no outro os grãos foram impregnados com 50µL de óleo. Na caixa central foram liberados 16 adultos de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade. Os óleos de *L. gracillis*, *E. citriodora*, eugenol e *Copaifera* sp. foram os mais repelentes para adultos de *S. zeamais*, com o percentual de repelência variando de 87,7 a 97,3. *L. gracillis*, *C. guianensis*, *A. indica* e *C. fissilis* reduziram a emergência de *S. zeamais* em 100%, enquanto a redução provocada pelos outros óleos variou de 72,7 a 97,9 %.

Palavras-chave: Inseticidas naturais, toxicidade, repelência, gorgulho do milho

INSECTICIDE ACTIVITY OF VEGETAL OILS ON *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN STORED CORN

ABSTRACT – Oils of andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), copaiba (*Copaifera* sp.), *Eucaliptus globulus* Labill. and *Eucaliptus citriodora* Hook., neem (*Azadirachta indica* A. Juss), eugenol, souari nut (*Caryocar brasiliense* Camb.), rosemary (*Lippia gracillis* HBK.), and cedar (*Cedrela fissilis* Vell.) were evaluated in adults of *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). In the non-choice test, 20 g of corn grains per plot were treated with 50µL of each oil and homogenized for two minutes. The plot was infested with eight 0 to 15 days-old *S. zeamais* adults. The *E. globulus*, eugenol, rosemary, and neem oils caused 100% mortality in *S. zeamais* adults. Except for copaiba, all oils caused mortality above 87% and the reduction in emergence of 100%. In the free-choice tests, arenas consisting of two plastic containers symmetrically interconnected to a central box by two plastic tubes were used. Twenty grams of non-treated corn (control) were placed in one of the boxes and the same amount of grain treated with 50µL of each oil comprised the other treatment. Sixteen non-sexed *S. zeamais* adults (0-15 days old) were released in the central box. The rosemary, *E. citriodora*, eugenol and copaiba oils were the most repellent for *S. zeamais* adults, with repellence percentage varying from 97.3 to 87.7. Rosemary, andiroba, neem, and cedar reduced *S. zeamais* emergence in 100%, while the reduction caused by the other oils ranged from 72.7 to 97.9%.

Key words: Natural insecticides, toxicity, repellence, corn weevil.

INTRODUÇÃO

Grãos de milho e outros cereais armazenados

são infestados por diversas espécies de insetos, destacando-se o gorgulho *Sitophilus zeamais*

Mots. (Coleoptera: Curculionidae) como uma das principais pragas primárias internas. O controle químico desta praga é, geralmente, efetuado com inseticidas fumigantes e protetores que, apesar de eficazes, podem causar intoxicações aos aplicadores, presença de resíduos tóxicos nos grãos e seleção de populações resistentes (LORINI, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2003; BENHALIMA *et al.*, 2004).

Várias espécies vegetais são ricas em compostos secundários com ação inseticida, destacando-se os monoterpenos e seus análogos, que estão presentes em grande abundância em óleos essenciais de muitas plantas superiores. Estes compostos são tipicamente lipofílicos, tendo alto potencial para interferências tóxicas em processos bioquímicos básicos, com conseqüências fisiológicas e comportamentais em insetos (PRATES e SANTOS, 2002). Os compostos monoterpenóides têm sido avaliados no controle de várias espécies de insetos-praga de grãos armazenados, apresentando ações de contato, ingestão, ovicida, fumigante e repelente, além de afetarem a biologia dos insetos (KARR e COATS, 1988; RICE e COATS, 1994; LEE *et al.*, 2003).

Substâncias presentes nas plantas *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae), *Chromolaena odorata* L. (Asteraceae), *Ocimum kilimandscharicum* Gürke (Labiatae) e *Ocimum kenyense* Ayobangira ex AJ Paton (Labiatae) (JEMBERE *et al.*, 1995; BEKELE e HASSANALI, 2001; BOUDA *et al.*, 2001), tem sido objeto de várias pesquisas, causando mortalidade, repelência e efeitos na biologia de *S. zeamais*.

Face à necessidade de pesquisas com produtos alternativos aos inseticidas orgânicos sintéticos, avaliou-se a atividade inseticida de óleos vegetais sobre *S. zeamais* em milho armazenado.

MATERIAL E MÉTODOS

Eliminação da infestação e equilíbrio da umidade dos grãos.

Grãos de milho limpos e secos, utilizados para a criação e bioensaios com *S. zeamais*, foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em freezer sob temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante sete dias, para eliminação de eventuais infestações de insetos provenientes do campo. Após este período no freezer, os grãos foram transferidos para frascos de vidro e mantidos no laboratório à temperatura ambiente durante dez

dias com a finalidade de atingirem o equilíbrio higroscópico.

Criação de *S. zeamais*

Os insetos foram criados em grãos de milho cv Sertanejo no laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) à temperatura de $24,7 \pm 0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $77,4 \pm 5,5\%$ e fotofase de 12 horas, acondicionados em recipientes de vidro, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. Após o confinamento durante 15 dias para efetuarem a postura, os insetos foram descartados e os recipientes estocados até a emergência da geração F₁. Este procedimento foi efetuado por sucessivas gerações, de modo a assegurar a quantidade de adultos necessários para a execução dos experimentos.

Óleos vegetais usados

Os óleos de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), copaíba (*Copaifera* sp.) e eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) foram provenientes da Amazon-ervas - Homeopatia da Amazônia LTDA. Os óleos de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook.), eugenol, cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) foram adquiridos no comércio da cidade do Recife-PE, sendo procedentes, respectivamente, da TUV-IND.COM LTDA.-Rio de Janeiro-RJ, Super Dentária Napoleão LTDA.- Rio de Janeiro-RJ, L'essence - São Paulo-SP e Amonex do Brasil IND. COM. LTDA. - Jandira-SP. O óleo de alecrim (*Lippia gracilllis* HBK.) foi obtido no Laboratório de Produtos Naturais Bioativos do Departamento de Química da UFRPE, e o óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), adquirido na Casa do Nim LTDA., em Goiânia-GO.

Efeitos de óleos vegetais em *S. zeamais*. Teste sem chance de escolha.

Os óleos foram testados na dose de $50\mu\text{L}/20\text{g}$ de grãos de milho híbrido Vencedor AL-25 à temperatura de $24,8 \pm 0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $79,2 \pm 4,4\%$ e fotofase de 12 horas. Os grãos foram colocados no interior de recipientes de plástico e impregnados com cada óleo, com auxílio de pipetador automático e os recipientes agitados manualmente durante dois minutos. Cada parcela de 20g de grãos foi acondicionada em recipiente de plástico, com tampa perfurada, permitindo trocas gasosas com o exterior e

infestada com oito adultos de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade.

Decorridos cinco dias do confinamento, efetuou-se a contagem dos insetos vivos e mortos, descartando-os em seguida. Os adultos emergidos foram quantificados e descartados em avaliações diárias, a partir do 35º dia do confinamento até o término da emergência (cinco dias consecutivos sem emergência). O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, constando de 10 tratamentos e cinco repetições. Os resultados de mortalidade foram analisados estatisticamente sem transformação, submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P = 0,05) empregando-se o programa computacional SANEST versão 3.0 (ZONTA *et al.*, 1986). Pelo fato da emergência de insetos ter apresentado valor zero na maioria dos tratamentos, os resultados não foram submetidos à análise de variância, calculando-se apenas o erro padrão das médias.

Efeitos de óleos vegetais em *S. zeamais*. Teste com livre chance de escolha

Os experimentos foram conduzidos à temperatura de $24,6 \pm 0,7$ °C, umidade relativa de $77,0 \pm 6,0\%$ e fotofase de 12 horas, utilizando-se o mesmo híbrido de milho, óleos e dose do teste sem chance de escolha.

Os óleos foram testados em arenas constituídas de dois recipientes plásticos, interligados simetricamente a uma caixa central por dois tubos plásticos. Em uma das caixas colocou-se 20g de grãos de milho não tratado e na outra a mesma quantidade de grãos tratados com cada óleo. Na caixa central foram liberados 16 adultos de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade. Cada óleo foi testado separadamente, constando cada experimento de dois tratamentos (óleo e testemunha) e 10 repetições. Após 24 h, os insetos contidos em cada recipiente foram contados, para avaliação da repelência e recolocados nas arenas, onde permaneceram por mais quatro dias. Os adultos emergidos foram quantificados e descartados, a partir do 35º dia do confinamento, em avaliações diárias, até o término da emergência (cinco dias consecutivos sem emergência).

A porcentagem de repelência dos óleos foi calculada usando-se a fórmula adaptada de Obeng-Ofori (1995): $PR = [(NC - NT) / (NC + NT)] \times 100$, sendo PR= porcentagem de repelência; NC= número de insetos atraídos na testemunha e NT= número de insetos atraídos no

óleo. O percentual médio de redução de emergência foi calculado pela mesma fórmula, fazendo apenas as devidas adaptações, ou seja, trocando-se a média de insetos atraídos pela média de insetos emergidos, respectivamente, na testemunha e no tratamento com o óleo.

A porcentagem de adultos atraídos na testemunha e em cada dose de óleo, bem como o número de insetos emergidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (P = 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos de óleos vegetais em *S. zeamais*. Teste sem chance de escolha

Os óleos de *E. globulus*, eugenol, *L. gracillis* e *A. indica* na dose de 50µL/20g apresentaram maior toxicidade aguda, causando 100% de mortalidade em adultos de *S. zeamais* em grãos de milho (Tabela 1). Os óleos de *C. brasiliense*, *C. fissilis*, *C. guianensis*, *E. citriodora* e *Copaifera* sp. provocaram mortalidade de 95; 92,5; 90; 87,5 e 20%, respectivamente. Com exceção de *Copaifera* sp., que reduziu a emergência de adultos em 51%, a redução causada pelos óleos foi de 100%. Comparando-se os efeitos na mortalidade e na emergência causados por *Copaifera* sp., evidencia-se a ocorrência de ação ovicida/larvicida deste óleo sobre *S. zeamais*, pois uma baixa mortalidade não seria responsável por uma emergência de apenas 1,8 insetos (Tabela 1). Para os óleos mais eficientes, o efeito na mortalidade de adultos de *S. zeamais* foi decorrente das ações de contato e ingestão, pois essas características geralmente estão presentes em óleos vegetais, principalmente os óleos essenciais (SHAAYA *et al.*, 1997; HUANG *et al.*, 2000; LEE *et al.*, 2003). No entanto, esses óleos, também, devem apresentar ação ovicida/larvicida, mas devido a sua alta mortalidade, não foi possível de ser observada.

O desempenho obtido por *L. gracillis* no presente trabalho, provavelmente, está relacionado com a presença de carvacrol, principal componente majoritário de reconhecida eficácia como bactericida (MORAIS *et al.*, 1996). O óleo essencial desta planta apresentou elevada eficiência na mortalidade, redução do número de ovos viáveis e emergência de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em grãos de feijão comum armazenado (S. M. FRANÇA, resultados não publicados). A bioatividade do nim é atribuída a vários compostos presentes nas sementes, destacando-se o seu principal

Tabela 1- Efeito (média ± EP) de óleos vegetais, na dose de 50µL/20g de grãos de milho, na mortalidade e emergência de adultos de *S. zeamais*. Teste sem chance de escolha. Temp.: 24,8 ± 0,76°C; UR: 79,2 ± 4,43%; fotofase: 12h (n = 40).

Tratamento	Mortalidade (%) ¹	Emergência	Redução da Emergência (%)
<i>Eucaliptus globulus</i>	100,0 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00	100,0
Eugenol	100,0 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Lippia gracillis</i>	100,0 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Azadirachta indica</i>	100,0 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Caryocar brasiliense</i>	95,0 ± 5,00 a	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Cedrela fissilis</i>	92,5 ± 7,50 a	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Carapa guianensis</i>	90,0 ± 7,28 a	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Eucaliptus citriodora</i>	87,5 ± 7,07 a	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Copaifera</i> sp.	20,0 ± 5,00 b	1,8 ± 1,36	51,0
Testemunha	0,0 ± 0,00 b	5,6 ± 1,69	—

¹Médias (±EP) seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

componente, o triterpenóide azadiractina, que atua como inseticida, na deterrência de alimentação e oviposição, como repelente e na inibição do crescimento de insetos (LALE e ABDULRAHMAN, 1999). Os óleos essenciais de eucalipto são formados por uma complexa mistura de componentes orgânicos voláteis (hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres), destacando-se os terpenos citronelal e cineol (CHARLES e SIMON, 1990). O monoterpeneo 1,8 cineol tem se revelado muito eficiente no controle de *S. zeamais*, devido às ações de contato, ingestão e fumigante (PRATES e SANTOS, 2002), concordando com os resultados do presente trabalho. *E. citriodora* e *E. globulus*, na concentração de 0,5 L / t de grãos, apresentaram desempenho semelhante ao deste trabalho, reduzindo em 100% a emergência de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em grãos de *Phaseolus vulgaris* L. (S. M. FRANÇA, resultados não publicados). O óleo de *C. fissilis* apresentou 100% de eficiência no controle de adultos de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em grãos de caupi (J. V. OLIVEIRA, resultados não publicados).

Em relação ao efeito ovicida/larvicida de óleos vegetais, Don-Pedro (1989) observou que a morte do ovo de *C. maculatus* em grãos de caupi é devido à falta de atividade respiratória suficiente e acumulação de metabólitos tóxicos, como resultado de um efeito de barreira, bem como do efeito tóxico direto da penetração do

óleo e seus componentes no interior do ovo. O grau de saturação do óleo também influi na sua eficiência, pois segundo Hall e Harman (1991), os lipídios altamente insaturados penetram na semente de *P. vulgaris*, através da testa e se acumulam na superfície dos cotilédones, enquanto que os saturados se solidificam, não penetram na semente e formam uma película mais espessa sobre o ovo, sendo, deste modo, mais eficientes no controle de bruquídeos do feijão armazenado. O óleo essencial de *Elletaria cardamomum* (L.) apresentou efeito ovicida, causando mortalidade de ovos e conseqüentemente, suprimindo a emergência de adultos de *S. zeamais* (HUANG et al., 2000).

Efeitos de óleos vegetais em *S. zeamais*. Teste com livre chance de escolha

Grãos de milho tratados com os óleos vegetais foram menos atraídos por adultos de *S. zeamais* em relação à testemunha, cujas médias diferiram estatisticamente (Tabela 2). Os óleos de *L. gracillis*, *E. citriodora*, eugenol e *Copaifera* sp. foram os mais eficazes, com porcentagens de repelência acima de 87% (Tabela 2). Os demais óleos apresentaram repelência variando de 34,6 (*A. indica*) a 71,1% (*E. globulus*).

A ação repelente é mais uma propriedade relevante a ser considerada no controle de pragas de grãos armazenados com óleos vegetais. Existe uma tendência de quanto maior a repelência, menor será a infestação, resultando na redução ou

Tabela 2- Número de insetos atraídos (média ± EP) e porcentagem de repelência de óleos vegetais, na dose de 50µL/20g de grãos de milho, sobre adultos de *S. zeamais*. Teste de livre chance de escolha. Temp.: 24,6 ± 0,70°C; UR: 77,0 ± 6%; fotofase: 12h (n = 160).

Tratamento	Adultos Atraídos (%) ¹		Repelência (%)
	Testemunha	Óleo	
<i>Lippia gracillis</i>	98,6	1,4	97,3
<i>Carapa guianensis</i>	83,2	16,8	68,6
<i>Azadirachta indica</i>	67,4	32,6	34,6
Eugenol	95,8	4,2	91,7
<i>Eucaliptus citriodora</i>	95,9	4,1	92,2
<i>Eucaliptus globulus</i>	85,6	14,4	71,1
<i>Copaifera</i> sp.	93,1	6,9	87,7
<i>Caryocar brasiliense</i>	68,8	31,3	37,2
<i>Cedrela fissilis</i>	77,0	23,0	54,4

¹Médias de adultos atraídos entre a testemunha e óleo diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P = 0,05).

supressão da postura e, conseqüentemente, do número de insetos emergidos. No presente trabalho não foi observada essa relação entre os óleos de *C. guianensis*, *A. indica*, *E. globulus*, *C. brasiliense* e *C. fissilis* (Tabelas 2 e 3), que apresentaram um bom desempenho na redução da porcentagem de adultos de *S. zeamais* emergidos (Tabela 3). Os resultados podem ser explicados da seguinte maneira: na repelência, os cálculos foram efetuados com os insetos atraídos ou

repelidos após 24 horas de exposição e em seguida, permaneceram nas amostras por mais quatro dias, quando foram descartados. Deste modo, o desempenho desses óleos foi devido, provavelmente, à ação ovicida/larvicida, como observado no teste sem chance de escolha (Tabela 1). 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 e SAXENA, 1990;

Tabela 3- Efeito (média ± EP) de óleos vegetais, na dose de 50µL/20g de grãos de milho, na emergência de adultos de *S. zeamais*. Teste de livre chance de escolha. Temp.: 24,6 ± 0,70°C; UR: 77,0 ± 6,00%; fotofase: 12h (n = 160).

Tratamento	Emergência (± EP) ¹		Redução da Emergência (%)
	Testemunha	Óleo	
<i>Lippia gracillis</i>	8,4 ± 1,32	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Carapa guianensis</i>	8,5 ± 1,63	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Azadirachta indica</i>	8,1 ± 1,66	0,0 ± 0,00	100,0
<i>Cedrela fissilis</i>	6,3 ± 1,79	0,0 ± 0,00	100,0
Eugenol	9,5 ± 1,73	0,1 ± 0,10	97,9
<i>Copaifera</i> sp.	11,0 ± 1,83	0,2 ± 0,20	96,4
<i>Eucaliptus citriodora</i>	8,2 ± 2,17	0,4 ± 0,31	90,7
<i>Caryocar brasiliense</i>	3,6 ± 0,93	0,3 ± 0,15	84,6
<i>Eucaliptus globulus</i>	10,1 ± 1,45	1,6 ± 0,72	72,7

¹Médias de adultos atraídos entre a testemunha e óleo diferem estatisticamente entre si pelo teste t (P = 0,05).

XIE et al., 1995) e eugenol (BEKELE et al., 1996).

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho evidencia-se que é possível utilizar óleos vegetais no manejo integrado de *S. zeamais* em milho armazenado, devido aos efeitos sobre a mortalidade, repelência e redução na emergência de adultos.

CONCLUSÕES

No teste sem chance de escolha, com exceção de *Copaifera* sp., os óleos vegetais de *E. globulus*, eugenol, *L. gracillis*, *A. indica*, *C. brasiliense*, *C. fissilis*, *C. guianensis* e *E. citriodora* são eficazes em termos de mortalidade e na redução da emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de milho.

Nos testes com livre chance de escolha, os óleos de *L. gracillis*, *E. citriodora*, eugenol e *Copaifera* sp. apresentam maior efeito repelente para adultos de *S. zeamais* em grãos de milho. Estes, bem como os óleos de *C. guianensis*, *A. indica*, *C. fissilis*, *C. brasiliense* e *E. globulus*, também são eficazes na redução da emergência de adultos de *S. zeamais*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BEKELE, J.; HASSANALI, A. Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pests. **Phytochemistry**, v.57, p.385-391, 2001.

BENHALIMA, H.; CHAUDHRY, M.Q.; MILLS, K.A.; PRICE, N.R. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. **Journal of Stored Products Research**, v.40, p.241-249, 2004.

BOUDA, H.; TAPONDJOU, L.A.; FONTEM, D.A.; GUMEDZOE, M.Y.D. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* Mots., 1865 (Coleoptera, Curculionidae). **Journal Stored**

Products Research, v.37, p.103-109, 2001.

CHARLES, D.J.; SIMON, J.E. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.115, p.458-462, 1990.

DON-PEDRO, K.N. Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Pesticide Science**, v.26, p.107-116, 1989.

HALL, J.S.; HARMAN, G.E. Protection of stored legume seeds against attack by storage fungi and weevils: mechanism of action of lipoidal and seed treatments. **Crop Protection**, v.10, p.375-380, 1991.

HO, S.H.; MA, Y.; GOH, P.M.; SIM, K.Y. Star anise, *Illicium verum* Hook f. as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Postharvest Biology and Technology**, v.6, p.341-347, 1995.

HUANG, Y.; TAN, J.M.W.L.; KINI, R.M.; HO, S.H. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Mots., 1865. **Journal of Stored Products Research**, v.33, p.289-298, 1997.

HUANG, Y.; LAM, S.L.; HO, S.H. Bioactivities of essential oil from *Ellateraria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.107-117, 2000.

JEMBERE, B.; OBENG-OFORI, D.; HASSANALI, A. Products derived from the leaves of *Ocimum kilimandscharicum* (Labiatae) as post-harvest grain protectants against the infestation of three major stored product insect pests. **Bulletin Entomological Research**, v.85, p.361-367, 1995.

JILANI, G.; SAXENA, R.C.; RUEDA, B.P. Repellent and growth-inhibiting effects of tumeric oil, sweetflag oil, neem oil, and "Margosan-O" on red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Economic Entomology**, v.81, p.1226-1230, 1988.

- 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.
- KARR, L.L.; COATS, J.R. Insecticidal properties of d-limonene. **Journal of Pesticide Science**, v.13, p.287-289, 1988.
- 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 maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. **Journal of Stored Products Research**, v.35, p.135-143, 1999.
- LEE, S.; PETERSON, C.J.; COATS, J.R. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.77-85, 2003.
- LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 80p.
- MORAIS, S.M.; FERNANDES FILHO, E.S.; ABREU MATOS, F.J.; MACHADO, M.I.L.; SOARES, J.B.; ANDRADE, A.P.S. Óleos essenciais de plantas brasileiras: estudo químico, atividade bactericida e possível utilização em cimentos dentários. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.77, p.42-44, 1996.
- NDUNGU, M.W.; CHHABRA, S.C.; LWANDE, L. *Cleome hirta* essential oil as livestock tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and maize weevil (*Sitophilus zeamais*) repellent. **Fitoterapia**, v.70, p.514-516, 1999.
- OBENG-OFORI, D. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.77, p.133-139, 1995.
- PRATES, H.T; SANTOS, J.P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. p. 443-461. IN LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SENSSEL, V.M. (eds.), **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. 1000p.
- RIBEIRO, B.M.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, E.E.; SANTOS, J.P. Insecticide resistance and synergism in brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.21-31, 2003.
- RICE, P.J.; COATS, J.R. Insecticidal properties of several of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern maize rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v.87, p.1172-1179, 1994.
- SHAAYA, E.; KOSTJUKOVSKI, M.; EILBERG, J.; SUKPRAKARN, C. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, v.33, p.7-15, 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.
- ZONTA, E.P.; SILVEIRA, P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística (SANEST)**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática (UFPel), 1986. 399p.