

MANEJO DE *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE,
BRUCHINAE), EM GRÃOS DE CAUPI, *Vigna unguiculata* (L.) WALP. COM ÓLEOS
ESSENCIAIS

por

NIVEA MARIA SILVA GUSMÃO

(Sob Orientação do Professor José Vargas de Oliveira - UFRPE)

RESUMO

Dentre as pragas que atacam o feijão *Vigna unguiculata* (L.) Walp. armazenado destaca-se o caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), 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. Assim, o presente trabalho teve como objetivos: (a) efetuar a análise cromatográfica e de espectrometria de massas nos óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus staigeriana* F.; (b) avaliar a toxicidade por contato e fumigação; (c) testar o efeito repelente. Os compostos majoritários do óleo de *E. staigeriana* foram o Limoneno (28,73%) e Geranial (15,20%), e para *E. citriodora* foi Citronelal (89,59%) e Citronelil acetate (3,34%). As CL_{50s} dos óleos de *F. vulgare*, *E. citriodora*, *E. staigeriana* e *C. winterianus*, nos testes de contato, foram estimadas em 4,19; 7,09; 7,44; 7,93 μ L/20g de feijão, respectivamente. De acordo com as análises de regressão, quanto maior a mortalidade, menor foi o número de ovos depositados e de insetos emergidos. Nos testes de fumigação para adultos, as CL_{50s} variaram entre 2,58 a 7,85 μ L/L de ar e as razões de toxicidade de 1,25 a 3,04. Em todas as concentrações testadas, os óleos de *E. citriodora* e de *C. winterianus*

foram repelentes para adultos de *C. maculatus*. *F. vulgare* foi classificado como neutro, enquanto *E. staigeriana* foi neutro nas concentrações menores e repelente apenas na maior concentração de 12µL/20g de feijão. As percentagens de redução da postura provocadas pelos óleos essenciais, variaram de 3,26 a 100% e da emergência de adultos de 0,46 a 100%, destacando-se *C. winterianus*, que na maior concentração (15µl/20g), reduziu em 100% estes parâmetros.

PALAVRAS-CHAVE: Caruncho do caupi, inseticidas botânicos, controle de pragas, grãos armazenados.

MANAGEMENT OF *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA:
CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE), IN COWPEA SEEDS, *Vigna unguiculata* (L.) WALP.
WITH ESSENTIAL OILS

por

NIVEA MARIA SILVA GUSMÃO

(Under the Direction of José Vargas de Oliveira)

ABSTRACT

Among the pests that attack stored beans *Vigna unguiculata* (L.) Walp. stands out the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), responsible for qualitative and quantitative losses. The use of synthetic fumigants and protectors are widely used on its control, however alternative products such as powders and essential oils of plant origin, have been extensively investigated in recent years, with promising results. Thus, this study aimed to: (a) perform the chromatographic analysis and mass spectrometry in *Eucalyptus. citriodora* Hook., *Eucalyptus. staigeriana* F., essential oils; (b) evaluate the toxicity by contact and fumigation; (c) test the repellent effect. The major component of *E. staigeriana* essential oil was limonene (28.73%) and geranial (15.20%), and for *E. citriodora* essential oil was Citronelal (89.59%) and Citronelil acetate (3.34). The LC_{50s} of *F. vulgare*, *E. citriodora*, *E. staigeriana* and *C. winterianus* oils in contact tests were estimated in 4.19, 7.09, 7.44, 7.93µL/20g of bean, respectively. According to regression analysis, the higher the mortality rate, lower was the number of eggs laid and emerged insects. In fumigation tests for adults, the LC_{50s} ranged from 2.58 to 7.85 µL/L of air and the toxicity reasons from 1.25 to 3.04. In all concentrations tested, *E. citriodora* and *C. winterianus* oils were repellent to *C. maculatus* adults. *F. vulgare* was classified as neutral, while

E. staigeriana was neutral at low concentrations and repellent only at the highest concentration 12 μ L/20g of cowpea. The percentages of reduction of posture caused by the oils essenciais ranged from 3.26 to 100% and adult emergence from 0.46 to 100%, especially *C. winterianus* that the highest concentration (15 μ l/20g), reduced by 100% these parameters.

KEY WORDS: Cowpea weevil, botanical insecticides, pest control, stored grains.

MANEJO DE *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE,
BRUCHINAE), EM GRÃOS DE CAUPI, *Vigna unguiculata* (L.) WALP. COM ÓLEOS
ESSENCIAIS

por

NIVEA MARIA SILVA GUSMÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro -2012

MANEJO DE *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE,
BRUCHINAE), EM GRÃOS DE CAUPI, *Vigna unguiculata* (L.) WALP. COM ÓLEOS
ESSENCIAIS

por

NIVEA MARIA SILVA GUSMÃO

Comitê de Orientação:

José Vargas de Oliveira - UFRPE

César Auguste Badji - UFRPE

MANEJO DE *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE,
BRUCHINAE), EM GRÃOS DE CAUPI, *Vigna unguiculata* (L.) WALP. COM ÓLEOS
ESSENCIAIS.

Por

NIVEA MARIA SILVA GUSMÃO

Orientador: _____
José Vargas de Oliveira – UFRPE

Examinadores: _____
Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro – UFPE.

César Auguste Badji – UFRPE

Wendel José Teles Pontes – PNP/CAPE

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Nivaldo Gusmão e minha mãe Terezinha Maria,

Por tudo que fazem e fizeram por mim,

Por toda dedicação, amor e carinho.

Por terem feito de mim o que sou hoje.

Em especial a minha irmã Monica e ao meu irmão Breno,

que são minhas fontes de inspiração e exemplo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser minha fortaleza e meu refúgio, por estar sempre ao meu lado, por me dar sabedoria, saúde, inteligência, paciência e coragem de viver sem medo de enfrentar os desafios da vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela minha formação profissional em Engenharia Agrônômica, profissão essa da qual amo e admiro. Obrigada pela oportunidade de fazer minha pós-graduação em Entomologia agrícola, e pelas amizades construídas.

À CAPES e FACEPE pelas bolsas concedidas.

Ao meu querido Prof^o. José Vargas de Oliveira, por sua orientação, amizade e paciência.

À equipe do Laboratório de Entomologia Agrícola: Alberto, Alice, Alicely, Bárbara, Cynara, Douglas, Mariana, Mauricéa, Sergio, Solange e Walkiria por toda amizade e paciência.

As minhas queridas amigas Andréa, Mauricéa, Raquel e Renata, por todo o carinho e pelas palavras amigas nas horas difíceis. Obrigada Andréa por ter mostrado o caminho do laboratório de Entomologia agrícola, onde iniciei o meu primeiro estágio.

A minha mãe e meu pai, por sempre terem me incentivado a lutar pelos meus ideais, por estarem sempre presentes, pelo seu amor, carinho, compreensão e respeito e por tudo que eles representam para mim.

A minha amiga de sempre Ana Paula, e aos meus padrinhos Helena e Dário, por todo apoio. Ao meu namorado Vitor Lopes, pelo carinho.

Ao meu cunhado Henrique Vespasiano, pela ajuda nos horas difíceis, e a minha irmã e meu irmão, que tanto admiro e sempre me apoiaram, por todo seu amor e carinho.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	1
LITERATURA CITADA.....	6
2 TOXICIDADE POR CONTATO E FUMIGAÇÃO E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Eucalyptus citriodora</i> HOOK., <i>Eucalyptus staigeriana</i> F., <i>Cymbopogon winterianus</i> JOWITT E <i>Foeniculum vulgare</i> MILL. NO MANEJO DE <i>Callosobruchus maculatus</i> (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE).....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
AGRADECIMENTOS.....	24
LITERATURA CITADA.....	24

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

O feijão caupi [(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)], também conhecido como feijão macassar ou feijão-de-corda, é uma planta anual herbácea, pertencente à família Fabaceae, subfamília Papilionoidea, gênero *Vigna* (Almeida *et al.* 2005a). É largamente distribuído no mundo, principalmente nas regiões tropicais e semi-tropicais, sendo uma das mais importantes leguminosas de grãos cultivadas no semi-árido brasileiro (Almeida *et al.* 2009), como fonte de renda e cultura de subsistência para os pequenos e médios produtores (Azevedo *et al.* 2007).

O Brasil, nos últimos anos, tem sido o maior produtor mundial de feijão, seguido por Myanmar, Índia, China, Estados Unidos e México, movimentando aproximadamente 20 milhões de toneladas por ano (FAO 2011). É cultivado, praticamente, em todo o território brasileiro, porém grande parte da produção está concentrada em apenas 11 estados: PR, MG, BA, GO, CE, SP, MT, SC, PE, RS e PI. Estima-se que a produção nacional para a safra de 2011/2012 seja de 3.503,3 mil toneladas, correspondendo à área de 3.861,9 mil hectares (CONAB 2011). A comercialização do feijão é feita através dos mercados atacadista e varejista, onde grande parte do armazenamento, geralmente, ocorre no próprio local de distribuição, sem um tratamento adequado, em termos de defesa fitossanitária (Sousa *et al.* 2008), pois é neste período que os grãos são mais vulneráveis ao ataque de insetos-praga (Lopes *et al.* 2000).

Existem várias espécies de insetos que podem atacar os grãos de feijão durante o armazenamento. Os principais são: *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), *Plodia interpunctella* (Hübner) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) (Faroni & Sousa 2006). O caruncho *C. maculatus* é a praga mais

importante do caupi armazenado, iniciando seu ataque na pré-colheita dos grãos (Arruda & Batista 1998, Barreto & Quinderé 2000), podendo provocar 60% de perdas de peso em sementes armazenadas (Tanzubil 1991). As fêmeas desta praga colocam seus ovos na superfície das sementes. As larvas eclodem após 3-5 dias, furam o tegumento da semente e danificam os cotilédones subjacentes. As fases de larva e de pupa ocorrem no interior das sementes, e as larvas demarcam na superfície das sementes as “janelas” de emergência, por onde sairão os adultos (Edde & Amatobi 2003, Messina & Jones 2009). Os adultos são de coloração escura, com cabeça, tórax e abdome pretos, apresentando élitros estriados e pubescência no tórax (Quintela *et al.* 1991, Beck & Blumer 2007). As fases larval e pupal duram, respectivamente, 14 e 16 dias e os adultos têm longevidade de 7 a 9 dias (Gallo *et al.* 2002).

Os danos, decorrentes da penetração e alimentação das larvas no interior dos grãos ou sementes, proporcionam perdas de peso, redução do poder germinativo, do valor nutritivo e desvalorização comercial (Almeida *et al.* 2005b). Soma-se, ainda, à presença de ovos, insetos mortos e dejeções que comprometem a qualidade do produto (Bastos 1973, Miranda *et al.* 2002), promovendo à elevação da umidade e da temperatura da massa dos grãos e tornando as condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos (Vieira *et al.* 1993).

Os insetos que atacam os grãos armazenados são considerados pragas primárias, isto porque as perdas que poderiam ser suportadas já se iniciaram no campo e, desta forma, não se pode mais permitir perdas no armazenamento (UFLA 2012). Por essa razão, são utilizadas diversas táticas para o manejo dessas pragas, tais como: higienização e limpeza das instalações, controle biológico (Soares *et al.* 2009), radiação ionizante (Fontes & Arthur 1994), atmosfera controlada, controle químico com inseticidas sintéticos (pulverização residual ou de superfície, fumigação e pulverização protetora) (Casella *et al.* 1998, Martinazzo *et al.* 2000), pós inertes, como terra de

diatomáceas, e inseticidas de origem vegetal (Shaaya *et al.* 1997, Almeida *et al.* 1999, Restello *et al.* 2009).

A flora brasileira é bastante rica e diversificada, oferecendo opções para a exploração de novos compostos bioativos isolados de plantas para o controle de pragas, no sentido de contribuir para a produção de alimentos saudáveis e livres de agrotóxicos (Roel 2001). Os óleos essenciais são metabólitos secundários produzidos pelas plantas, que geralmente não são utilizados para a sua nutrição, mas como defesa contra herbívoros (Kéita *et al.* 2000). Diferem dos óleos fixos pela sua volatilidade, pois os seus constituintes não são de natureza lipídica, como os triglicerídeos, que ocorrem em oleaginosas (Carneiro *et al.* 2010). Normalmente, são produzidos por células secretoras ou grupos de células encontradas em diversas partes do vegetal, como folhas, raízes, frutos e caules (Scherer *et al.* 2009). Podem ser usados em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) agrícolas, urbanas e de grãos armazenados (Sousa *et al.* 2005). Provocam mortalidade, repelência, redução na oviposição, alimentação, no crescimento e na emergência de adultos (Ketoh *et al.* 2005). Geralmente apresentam baixa toxicidade para o homem e animais, baixo custo, degradação rápida e são fáceis de serem adquiridos e utilizados pelos produtores.

Dentre os compostos secundários com ação inseticida, destacam-se os monoterpenos e seus análogos, que estão presentes em grande quantidade nos óleos essenciais de muitas plantas superiores (Prates & Santos 2002). A produção desses compostos pode variar com as relações ecológicas e genéticas das plantas e estímulos bióticos e abióticos, proporcionados pelo meio ambiente (Marco *et al.* 2007, Castro *et al.* 2010). As famílias botânicas Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae e Piperaceae tem sido bastante estudadas por apresentarem compostos bioativos com propriedades inseticidas (Rajendran & Sriranjini 2008), podendo atuar nos insetos por ingestão, contato e fumigação.

Algumas plantas e/ou seus constituintes têm sido testados no controle de *C. maculatus*, apresentando resultados promissores. O óleo de nim, que contém azadiractina como a principal substância bioativa, reduziu a oviposição e emergência de adultos, respectivamente, em 39,2 e 13,2% (Pereira 1983). O óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. provocou mortalidade e, também, inibiu a oviposição, principalmente pela presença na sua composição de compostos bioativos, como o linalol, geraniol, eugenol, dentre outros (Pascual-Villalobos & Ballesta-Acosta 2003). O óleo volátil de *Mentha spicata* L. foi mais efetivo que *Mentha piperata* L., *Mentha arvensis* L., e *Cymbopogon nardus* (L.), na mortalidade, redução da postura e emergência de adultos em grãos de caupi (Raja *et al.* 2001). Pereira *et al.* (2009) avaliaram o efeito residual de dos óleos essenciais de *Cymbopogon martini* Roxb., *Piper aduncum* L., *Piper hispidinervum* C.DC., *Melaleuca* sp. e *Lippia gracillis* Schau. no controle dessa praga, durante 120 dias de armazenamento, provocando mortalidade de 100%.

O efeito fumigante de óleos essenciais, também, tem sido pesquisado, abrindo novas perspectivas para o controle de *C. maculatus*. O óleo de *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake foi tóxico para adultos, apresentando DL₅₀ de 3,09 µL/L de ar; os compostos majoritários eucaliptol (52%) e limonene (13%) presentes foram considerados os principais responsáveis pela ação inseticida (Seri-Kouassi *et al.* 2004). Mahmoudvand *et al.* (2011) avaliaram o efeito fumigante dos óleos essenciais de *Lippia citriodora* Kunth., *Rosmarinus officinalis* L., *M. piperita* e *Sabina juniperus* L. sobre adultos de *C. maculatus*. Os resultados demonstraram que o óleo essencial de *M. piperita* foi, significativamente, mais tóxico, apresentando CL₅₀ de 7,86mL/L de ar, após 24h de exposição. Os óleos de *M. quinquenervia*, *Citrus aurantifolia* (Christm.) e *Ageratum conyzoides* L., nas concentrações de 6,7 e 16,7mL/L de ar, provocaram mortalidade de 60 e 100%, 50 e 100% e 40 e 72%, respectivamente (Aboua *et al.* 2010). Os óleos de *Eucalyptus citriodora* Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., e *Eucalyptus globulus* Labill nas concentrações de 5,

10, 15, 20 e 25 $\mu\text{l}/0,0017\text{m}^3$ causaram redução significativa no número de ovos viáveis e na emergência de adultos (Brito *et al.* 2006).

A repelência de óleos essenciais sobre *C. maculatus*, também, tem sido efetiva. O óleo de *Cinnamomum aromaticum* (Nees) nas concentrações de 7,86; 15,71; 31,43 e 62,85 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ provocou repelência de 11,7; 33,3; 43,3; 60%, respectivamente (Islam *et al.* 2009). O óleo de *Simmondasia chinensis* (Link) causou repelência de 70% (Kheradmand *et al.* 2010), e os de *Lippia alba* (Mill.) e *Callistemon lanceolatus* (Sm.), na concentração de 150 $\mu\text{l}/\text{mL}^{-1}$, causaram 76 e 100% de repelência, respectivamente, em *Callosobruchus chinensis* L. (Shukla *et al.* 2011).

O efeito ovicida/larvicida, também, é uma propriedade relevante dos inseticidas de origem vegetal. Trabalhando com óleos fixos, Don Pedro (1990) observou que, a inviabilidade do ovo de *C. maculatus* foi relacionada com a falta suficiente de atividade respiratória, acumulação de metabólitos tóxicos e toxicidade direta decorrente da penetração dos óleos ou dos seus constituintes no interior dos mesmos. Também, com óleos fixos, Credland (1992) demonstrou que entre o ovo de *Callosobruchus* spp. e a testa da semente, na qual o mesmo é aderido, existe um espaço interno conectado com o exterior, através de uma abertura denominada “funil”. A oclusão do “funil” por alguns óleos poderia explicar a razão dos seus efeitos ovicida e talvez larvicida, bem como a maior suscetibilidade dos ovos desta praga a esses óleos, em relação a outros bruquídeos. Óleos essenciais de *C. winterianus*, *E. citriodora*, *C. flexuosus*, *Vetiveria zizanioides* (L.) e *C. martini* na concentração de 40 mL/kg de feijão apresentaram efeito ovicida, reduzindo em até 88% a emergência de adultos de *C. maculatus* (Raja & William 2008).

Devido à importância econômica de *C. maculatus* para o feijão caupi armazenado, faz-se necessário à utilização de métodos alternativos aos inseticidas sintéticos para o controle desta praga, visando preservar o produto contra a presença de resíduos tóxicos. O presente trabalho teve os seguintes objetivos: (a) efetuar análise cromatográfica e de espectrometria de massas em óleos

essenciais de *Eucalyptus citriodora* Hook. e *E. staigeriana*; b) avaliar a toxicidade por contato e fumigação; (c) testar o efeito repelente.

Literatura citada

- Aboua, L.R.N., B.P. Seri-Kouassi & H.K. Koua. 2010.** Insecticidal activity of essential oils from three aromatic plants on *Callosobruchus maculatus* F. in cotê d'ivoire. Eur. J. Sci. Res. 39: 243-250.
- Almeida, F.A.C., A.C. Goldfarb & J.P.G. Gouveia. 1999.** Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* spp. Rev. Bras. Prod. Agroind. 1: 13-20.
- Almeida, F.A.C., M.F.B.S. Cavalcanti, J.F. Santos, J.P. Gomes & J.J.S.B. Neto. 2009.** viabilidade de sementes de feijão macassar tratadas com extrato vegetal e acondicionadas em dois tipos de embalagens. Acta Sci. Agron. 31: 345-351.
- Almeida, F.A.C., S.A. Almeida, N.R. Santos, J.P. Gomes & M.E.R. Araújo. 2005b.** Efeito de extratos alcoólicos de plantas sobre *Callosobruchus maculatus*. Rev. Bras. Agric. Ambient. 9: 585-590.
- Almeida, I.P., M.E.M. Duarte, M.E. Rangel, M.C. Mata, R.M.M. Freire & M.A. Guedes. 2005.** Armazenamento de feijão macassar tratado com mamona: estudo da prevenção do *Callosobruchus maculatus* e das alterações nutricionais do grão. Rev. Bras. Prod. Agroind. 7: 133-140.
- Arruda, F.P. & J.L. Batista. 1998.** Efeito da luz, de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). Caatinga 11: 53-57.
- Azevedo, F.R., A.C.L. Leitão, M.A.A. Lima & J.A. Guimarães. 2007.** Eficiência de produtos naturais no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenado. Rev. Ciênc. Agron. 38: 182-157.
- Barreto, P.D. & M.A. Quinderé. 2000.** Resistência de genótipos de caupi ao caruncho. Pesqu. Agropecu. Bras. 35: 779-785.
- Bastos, J.A.M. 1973.** Avaliação dos prejuízos causados pelo gorgulho, em amostras de feijão-de-corda *Vigna sinensis*, colhidos em Fortaleza, Ceará. Pesqu. Agropecu. Bras. 8: 131-132.
- Beck, C.W. & L.S. Blumer. 2007.** Bean beetles, *Callosobruchus maculatus*, a model system for inquiry-based undergraduate laboratories, p. 274-283. In M.A. O'Donnell (ed.), Tested studies for laboratory teaching. Proceedings of the 28th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE). Atlanta, Mini-workshop, 403 p.

- Brito, J.P., R.C. Baptistussi, M. Funichello, J.E.M. Oliveira & S.A. De Bortoli. 2006.** Efeitos de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.,1833) (Coleoptera: Bruchidae) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr.,1775) (Coleoptera: Bruchidae) em duas espécies de feijões. Bol. San. Veg. Plagas 32: 575-580.
- Carneiro, J.G.M.E., A.M.D.G.L. Cito & E.F. Pessoa. 2010.** Constituintes voláteis do fruto do pajeuzeiro (*Triplaris* sp.). Rev. Bras. Frutic. 32: 907-909.
- Casella, T.L.C., L.R.D. Faroni, P.A.B. Berbert & P.R. Cercon. 1998.** Dióxido de carbono associado à fosfina no controle do gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*). Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient. 2: 179-185.
- Castro, H.G., V.B.M. Perini, G.R.E. Santos & T.C.A.B. Leal. 2010.** Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. Rev. Ciênc. Agron. 41: 308-314.
- CONAB** (Companhia Nacional de Abastecimento). 2011. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – Safra 2011/2012: Terceiro Levantamento, Dezembro 2011. Brasília, CONAB, 38p.
- Credland, P.F. 1992.** The structure of bruchid eggs may explain the ovicidal effect of oils. J. Stored Prod. Res. 28: 1-9.
- Don Pedro, K.N. 1990.** Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Pestic. Sci. 26: 107-116.
- Edde, P.A. & C.I. Amatobi. 2003.** Seed coat has no value in protecting cowpea seed against attack by *Callosobruchus maculatus* (F.). J. Stored Prod. Res. 39: 1–10.
- FAO. 2011.** Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2010-2011. 184p.
- Faroni, L.R.A. & A.H. Sousa. 2006.** Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados, p. 371-402. In F.A.C. Almeida, M.E.M. Duarte & M.E.R.M.C. Mata (eds.), Tecnologia de armazenagem em sementes. Campina Grande, UFCG, 402p.
- Fontes, L.S. & V. Arthur. 1994.** Efeitos da radiação gama do cobalto-60 em ovos de *Tribolium castaneum* (Herbst., 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Sci. Agric. 51: 403-406.
- Gallo, D., O. Nakano, S.S. 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
- Islam, R.R.I., Khan, S.M. Al-Reza, Y.T. Jeong, C.H. Song & M. Khalequzzaman. 2009.** Chemical composition and insecticidal properties of *Cinnamomum aromaticum* (Nees) essential oil against the stored product beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) J. Sci. Food Agric. 89: 1241–1246.

- Kéïta, S.M., C. Vincent, J-P. Schmit, S. Ramaswamy & A. Beälanger. 2000.** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 36: 355-364.
- Ketoh, G.K., H.K. Koumaglo & I.A. Glitho. 2005.** Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). J. Stored. Prod. Res. 41: 363-371.
- Kheradmand, K., S.A.S. Noori & G.H. Sabahi. 2010.** Repellent effects of essential oil from *Simmondsia chinensis* (Link) against *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus and *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). Res. J. Agric. Sci. 1: 66-68.
- Lopes, K.P., R.L.A. Bruno, G.B. Bruno & A.F. Souza. 2000.** Produtos naturais e fosfeto de alumínio no tratamento de sementes de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenadas. Rev. Bras. Sem. 22: 109-117.
- Mahmoudvand, M., H. Abbasipour, M.H. Hosseinpour, F. Rastegar & M. Basij. 2011.** Using some plant essential oils as natural fumigants against adults of *Callosobruchus maculatus* (f.) (Coleoptera: Bruchidae). Mun. Entomol. Zool. 6: 150-154.
- Marco, C.A., R. Innecco, S.H. Mattos, N.S.S. Borges & E.O. Naga. 2007.** Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte. Hortic. Bras. 25: 429-32.
- Martinazzo, A.P., L.R.D'A. Faroni, P.A. Berbert & F.P. Reis. 2000.** Utilização da Fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle de *Rhyzopertha dominica* (F.). Pesqu. Agropecu. Bras. 35: 1063-1069.
- Messina, F.J & J.C. Jones. 2009.** Does rapid adaptation to a poor-quality host by *Callosobruchus maculatus* (F.) cause cross-adaptation to other legume hosts? J. Stored Prod. Res. 45: 215–219.
- Miranda, J.E., L.C. Toscano & M.G. Fernandes. 2002.** Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* à *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). Bol. San. Veg. Plagas 28: 571-576.
- Pascual-Villalobos, M.J. & M.C. Ballesta-Acosta. 2003.** Chemical variation in an *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*. Biochem. Syst. Ecol. 31: 673-679.
- Pereira, A.C.R.L., J.V. Oliveira, M.G.C. Gondim Júnior & C.A.G. Câmara. 2009.** Influência do período de armazenamento do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], tratado com óleos essenciais e fixos, no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). Ciênc. Agrotec. 33: 319-325.

- Pereira, J. 1983.** The effectiveness of six vegetable oils as protectants of cowpeas and bambara groundnuts against infestation by *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 19: 57-62.
- Prates, H.T & J.P. Santos. 2002.** Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. p. 443-461. In Lorini, I., L.H. Miike & V.M. Senssel (eds.), Armazenagem de grãos. Campinas, Instituto Biogenesis, 1000p.
- Quintela, E.D., B.P. Neves, M.A.W. Quinderé & D.W. Roberts. 1991.** Principales plagas del caupi en el Brasil. Goiânia, Embrapa-CNPAP, 37p. (Documentos 35).
- Raja, M. & J.J. William. 2008.** Impacto of volatile oils of plants against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). Int. J. Integr. Biol. 2: 62-64.
- Raja, N., S. Albert, S. Ignacimuthu & S. Dorn. 2001.** Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. J. Stored Prod. Res. 37: 127-132.
- Rajendran, S. & V. Sriranjini. 2008.** Plant products as fumigants for stored-product insect control. J. Stored Prod. Res. 44: 126-135.
- Restello, R.M., C. Menegatt & A.J. Mossi. 2009.** Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). Rev. Bras. Entomol. 53: 304–30.
- Roel, A.R. 2001.** Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. Rev. Int. Desenv. 1: 43-50.
- Scherer, R., R. Wagner, M.C.T. Duarte & H.T. Godoy. 2009.** Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. Rev. Bras. Pl. Med. 11: 442-449.
- Seri-kouassi, B.P., C. Kanko, L.R.N. Aboua, K.A. Bekon, A.I. Glitho, G. Koukoua & Y.T. N'guessan. 2004.** Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé. C. R. Chimie 7: 1043-1046.
- 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.
- Shukla, R., P. Singh, B. Prakash, A. Kumar, P.K. Mishra & N.K. Dubey. 2011.** Efficacy of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet and their major constituents on mortality, oviposition and feeding behaviour of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. J. Sci. Food Agric. 91: 2277–2283.
- Soares, M.A., J.C. Zanuncio, G.L.D. Leite, T.C. Reis & M.A. Silva. 2009.** Controle biológico de pragas em armazenamento: uma alternativa para reduzir o uso de agrotóxicos no Brasil? Unim. Cient. 11: 53-59.

- Sousa, A.H., J.E. Brito, P.H.S. Maia, P.B. Maracajá & L.D. Geremias. 2008.** Ataque de *Callosobruchus maculatus* ao feijão caupi comercializado em Terezina-PI. Expressão 39: 77-80.
- Sousa, A.H., P.B. Maracajá, R.M.A. Silva, A.M.N. Moura & W.G. Andrade. 2005.** Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in caupi bean and seed physiological analysis. Rev. Biol. Cienc. Terra 5: 1-5.
- Tanzubil, P.B. 1991.** Control of some insect pests of cowpea (*Vigna unguiculata*) with neem (*Azadirachta indica*) in Northern Ghana. Trop. Pest Manage. 37: 216-217.
- UFLA. 2011.** Manejo integrado de pragas de produtos armazenados. Disponível em: http://www.den.ufla.br/attachments/article/73/aula4_pragas_grãos_armaz.pdf. Acesso em: 17 de jan. de 2012.6p.
- Vieira, R.F., C. Vieira & J.A.O. Ramos. 1993.** Produção de sementes de feijão. Viçosa, EPAMIG, 31p.

CAPÍTULO 2

TOXICIDADE POR CONTATO E FUMIGAÇÃO E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Eucalyptus. citriodora* Hook., *Eucalyptus. staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt e *Foeniculum vulgare* Mill. NO MANEJO DE *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE)¹

NIVEA M. S. GUSMÃO², JOSÉ V. DE OLIVEIRA² E CÉSAR A. BADJI³

²Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de
Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, Av. Bom Pastor
s/n, Boa Vista, 55292-270, Garanhuns, PE.

¹Gusmão, N.M.S., J.V. Oliveira & C.A. Badji. Toxicidade por Contato e Fumigação e Repelência de Óleos Essenciais de *Eucalyptus. citriodora* Hook., *Eucalyptus. staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt e *Foeniculum vulgare* Mill. no Manejo de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). A ser submetido.

RESUMO – O caruncho, *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), é considerado a praga mais importante do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., armazenado nos países tropicais e subtropicais. Compostos secundários obtidos de plantas podem ser utilizados no seu controle, como uma alternativa potencial aos inseticidas sintéticos. Diante disto, o presente trabalho teve como objetivos: (a) efetuar à análise cromatográfica e de espectrometria de massas dos óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora* Hook. e *Eucalyptus staigeriana* F.; (b) avaliar a toxicidade por contato e fumigação; (c) testar o efeito repelente. Os compostos majoritários do óleo de *E. staigeriana* foram o Limoneno (28,73%) e Geranial (15,20%), e para *E. citriodora* foi Citronelal (89,59%) e Citronelil acetate (3,34%). As CL_{50s} dos óleos de *F. vulgare*, *E. citriodora*, *E. staigeriana* e *C. winterianus*, nos testes de contato, foram estimadas em 4,19; 7,09; 7,44; 7,93 μ L/20g de feijão caupi, respectivamente. De acordo com as análises de regressão, quanto maior a concentração, menor foi o número de ovos depositados e de insetos emergidos. Nos testes de fumigação para adultos, as CL_{50s} variaram entre 2,58 a 7,85 μ L/L de ar e as razões de toxicidade de 1,25 a 3,04. Em todas as concentrações testadas, os óleos de *E. citriodora* e de *C. winterianus* foram repelentes para adultos de *C. maculatus*. *F. vulgare* foi classificado como neutro, enquanto *E. staigeriana* foi neutro nas concentrações menores e repelente apenas na maior concentração de 12 μ L/20g. As percentagens de redução da postura variaram de 3,26 a 100% e de emergência de 0,46 a 100%, entre os óleos essenciais testados.

PALAVRAS-CHAVE: Caruncho do feijão, inseticidas botânicos, controle de pragas, efeito repelente, grãos armazenados

CONTACT TOXICITY AND FUMIGATION AND ESSENTIAL OIL REPELLENCY

Eucalyptus citriodora Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt AND

Foeniculum vulgare Mill., THE MANAGEMENT *Callosobruchus maculatus*

(Fabr.)(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE)

ABSTRACT – The cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), is regarded as the most important pest of stored cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp in tropical and subtropical countries. Secondary compounds extracted from plants can be employed in its control as a potential alternative to synthetic insecticides. Therefore, this study aims to: (a) perform the chromatographic analysis and mass spectrometry in *Eucalyptus citriodora* Hook., e *Eucalyptus staigeriana* F., essential oils; (b) evaluate the toxicity by contact and fumigation; (c) test the repellent effect. . The major component of *E. staigeriana* essential oil was limonene (28.73%) and geranial (15.2%), and for *E. citriodora* essential oil was Citronelal (89.59%) and Citronelil acetate (3.34). The LC_{50s} of *F. vulgare*, *E. citriodora*, *E. staigeriana* and *C. winterianus* oils in contact tests were estimated in 4.19, 7.09, 7.44, 7.93µL/20g of bean, respectively. According to regression analysis, the higher the mortality rate, lower was the number of eggs laid and emerged insects. In fumigation tests for adults, the LC_{50s} ranged from 2.58 to 7.85 µL/L of air and the toxicity reasons from 0.32 to 0.63. In all concentrations tested, *E. citriodora* and *C. winterianus* oils were repellent to *C. maculates* adults. *F. vulgare* was classified as neutral, while *E. staigeriana* was neutral at low concentrations and repellent only at the highest concentration 12µL/20g of cowpea. The percentages of oviposition reduction varied from 3.26 to 100% and emergency reduction from 0.46 to 100% among the essential oils tested.

KEY WORDS: Cowpea weevil, botanical insecticides, pest control, repellent effects, stored grain

Introdução

O feijão caupi [(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)] destaca-se nas regiões Norte e Nordeste do Brasil pelo seu elevado significado econômico social, constituindo-se em um dos principais alimentos protéicos e energéticos para a população rural (Marsaro Junior & Vilarinho 2011). Participa da dieta de 27,5 milhões de nordestinos, apresentando consumo médio anual de 20 kg / pessoa / ano, além de favorecer a oportunidade de 2,4 milhões de empregos (Santos *et al.* 2009). Entretanto, um dos principais problemas que ocorrem durante o armazenamento é o ataque de insetos-pragas, destacando-se o caruncho, *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Sanon *et al.* 2002). As perdas ocasionadas decorrem da penetração e alimentação das larvas no interior dos grãos, provocando perda de peso, redução do valor nutritivo e do grau de higiene do produto e redução do poder germinativo das sementes (Barbosa *et al.* 2000). Também, a infestação de ácaros e infecção por microrganismos, principalmente fungos, contribuem para o aquecimento da massa de grãos, afetando a sua qualidade (Sari *et al.* 2003).

O controle químico com inseticidas sintéticos protetores (organofosforados e piretróides) e fumigantes (fosfina) é uma prática comum, utilizada no controle de pragas de grãos armazenados. Porém, devido aos problemas de resíduos nos grãos, seleção de populações de insetos resistentes, dentre outros efeitos colaterais, têm sido cogitadas outras táticas alternativas no Manejo Integrado das Pragas (MIP). Neste contexto, diversas plantas e substâncias bioativas constituintes, também denominadas de inseticidas de origem vegetal ou inseticidas botânicos, têm sido testadas e consideradas promissoras para o controle de pragas agrícolas, de grãos armazenados e urbanas, (Arruda & Batista 1998, Martinazzo *et al.* 2000, Kemabonta & Odebiyi 2005). Os óleos essenciais apresentam como principais constituintes os monoterpenos, sesquiterpenos e compostos aromáticos de baixo peso molecular (Knaak & Fiuza 2010). Esses óleos podem ser obtidos por diversos métodos, como a hidrodestilação, maceração, extração por solvente, gases

supercríticos etc, porém o método de maior aplicação é o de hidrodestilação por arraste a vapor (Craveiro *et al.* 1981). A separação das misturas complexas de diversas substâncias químicas é realizada através de técnicas cromatográficas (Rodrigues *et al.* 2005).

Os óleos essenciais podem ser usados como fumigantes e inseticidas de contato e ingestão no controle de pragas de grãos armazenados, e como repelentes (Kheradmand *et al.* 2010, Paranagama & Gunasekera 2011), abrindo novas perspectivas para o manejo dessas pragas, através de táticas comportamentais. Os óleos de *E. citriodora*, *E. globulus* e *E. staigeriana* foram efetivos no controle de *C. maculatus* (Brito *et al.* 2006), bem como *Ocimum basilicum* L. e *O. gratissimum* L. (Kéita *et al.* 2001), *Syzygium aromaticum* (Clove), *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Ahmed & El-Salam 2010) e *Rosmarinus officinalis* L. (Mahmoudvand *et al.* 2011).

Entretanto o uso desses óleos no tratamento de grãos destinados a alimentação humana não pode ser indicado, devido à carência de estudos toxicológicos dos componentes voláteis presentes na sua composição, assim como os seus efeitos no odor e sabor dos grãos tratados.

Assim, considerando os bons resultados com a utilização de inseticidas de origem vegetal no controle de pragas de grãos armazenados, o presente trabalho teve como objetivos: (a) efetuar a análise cromatográfica e de espectrometria de massas dos óleos essenciais de *E. citriodora* e *E. staigeriana*; (b) avaliar a toxicidade por contato e fumigação (c) testar o efeito repelente em *C. maculatus*.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Agrícola do Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), à temperatura de $28,5 \pm 1,6$ °C, $52,6 \pm 7,4\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h.

Criação de *Callosobruchus maculatus*. Os insetos foram criados por várias gerações em grãos de feijão caupi, cv. Sempre Verde, acondicionados em recipientes de vidro, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas; foram confinados durante três dias para efetuarem a postura, e em seguida retirados e os recipientes estocados até a emergência da geração F₁.

Eliminação da Infestação e Equilíbrio da Umidade dos Grãos. Grãos de feijão limpos e secos, utilizados para a criação e experimentos, foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em freezer sob temperatura de -10°C, durante sete dias, para eliminação de eventuais infestações de insetos provenientes do campo. Após à retirada, os grãos foram transferidos para frascos de vidro e mantidos no laboratório durante dez dias com a finalidade de atingirem o equilíbrio higroscópico.

Plantas e Óleos Essenciais. Na Tabela 1 constam as informações sobre as plantas utilizadas nos experimentos. Os óleos foram extraídos pelo processo de hidrodestilação, através do equipamento tipo Clevenger modificado separados da água, secos com Na₂SO₄ anidro e armazenados à baixa temperatura em recipientes escuros hermeticamente fechados. O rendimento dos óleos foi calculado com base no peso do material fresco.

Cromatografia Gasosa e Espectrometria de Massas. A análise cromatográfica (CG) dos óleos essenciais foi realizada na Central Analítica do Departamento de Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), utilizando-se um Hewlett Packard 5890 SERIES, equipado com detector de ionização (FID) e J & W Scientific DB-5 com coluna de capilaridade com sílica (30m x 0,25mm x 0,25µm). Programou-se a temperatura da coluna para 40 °C por 2 min, variando de 220°C à 4°C min⁻¹, aumentando para 280 °C à 20 °C min⁻¹ para integração. As temperaturas do injetor e detector foram de 250 °C e 280 °C, respectivamente. Utilizou-se o hidrogênio como carreador gasoso, com um fluxo de 1,5 mL min⁻¹, (1:10). Uma solução de 1,5µL de

aproximadamente 10 mg do óleo e etil-acetato foi ministrada. O índice de retenção foi obtido, aplicando-se uma amostra de óleo com mistura de hidrocarbonetos lineares C₁₁-C₂₄ (índice de retenção variando de 900 à 1099 obtido por extrapolação). Efetuou-se a análise por CG/EM dos óleos utilizando aparelho Shimadzu QP5050 quadrupole com a mesma coluna e temperaturas utilizadas no experimento com GC. Usou-se o hélio como carreador gasoso e fluxo de 1,5 mL min⁻¹, (1:50). Aplicou-se 1µL de 1/100 de solução diluída em acetato de etila. O espectro de massa foi obtido à 70eV e a velocidade de leitura foi 0.5, scan s⁻¹ de m/z 40 à 650. A identificação dos compostos majoritários foi realizada com base na comparação dos índices de retenção (Van Den Doll & Kratz 1963), bem como por comparação computadorizada do espectro de massa obtido com aqueles contidos na biblioteca de espectro de massas do NIST do banco de dados GC/MS (Adams 2005). Só foi possível analisar, até o presente momento, na Universidade Federal de Pernambuco, os óleos essenciais de *E. citriodora* e *E. staigteriana*. Os resultados das análises constam na Tabela 1.

Testes de Toxicidade por Contato. Inicialmente, foram realizados testes preliminares, visando definir as concentrações de cada óleo, utilizando-se grãos de feijão *V. unguiculata*. Foram testados, individualmente, os óleos de *E. citriodora* (4,5; 5,0; 6,0; 7,5; 10,0; 11,0), *E. staigteriana* (6,7; 8,2; 10,0; 12,0), *F. vulgare* (3,0; 3,6; 5,3; 6,5; 8,0) e *C. winterianus* (5,0; 6,5; 11,0; 14,5 µL/20g) e uma testemunha para cada um, no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada parcela constou de 20g de feijão caupi, cv. Sempre Verde, acondicionada em recipientes de vidro de 250 mL com tampa perfurada, revestida com tecido fino (*voil*) para permitir as trocas gasosas com o exterior, e infestada com oito fêmeas de *C. maculatus* com 0-48h de idade. Os óleos foram adicionados aos grãos com pipetador automático, em recipientes de vidro, e submetidos à agitação manual durante dois minutos. Decorridas 48h após a montagem

dos experimentos, avaliou-se a percentagem de mortalidade. Os ovos foram contabilizados aos 12 dias e os insetos emergidos aos 32 dias após o confinamento.

Foram calculadas as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) dos óleos essenciais, através do programa POLO-PC (LeOra Software 1987). As Razões de Toxidade (RT) foram avaliadas, através da seguinte fórmula: $RT = CL_{50} \text{ e/ou } CL_{90} \text{ do óleo de maior toxicidade} / CL_{50} \text{ e/ou } CL_{90}$ dos demais óleos, individualmente. Os dados de mortalidade, número de ovos e insetos emergidos foram submetidos à análise de regressão, mediante o programa SAS version 8.02 (SAS Institute 2001).

Testes de Toxicidade por Fumigação. Na avaliação do efeito fumigante dos óleos essenciais sobre adultos de *C. maculatus*, foram utilizadas câmaras de fumigação (Adaptado de Aslan *et al.* 2004), compostas de recipientes de vidro com volume de 2,5 L. Inicialmente, foram realizados testes preliminares, visando definir as concentrações de cada óleo. Foram testados, individualmente, os óleos de *E. citriodora* (4,0; 4,8; 5,4; 6,2; 7,0; 8,0), *E. staigeriana* (4,8; 5,4; 6,0; 8,0; 8,8) *F. vulgare* (2,6; 3,0; 3,4; 3,8; 4,0; 4,8) e *C. winterianus* (2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 8,6; 12,4; 12,8 µL/L ar) e uma testemunha para cada um. Os óleos foram impregnados com auxílio de 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, utilizou-se um tecido poroso (filó), entre a tampa e o recipiente propriamente dito. Os recipientes foram hermeticamente vedados com papel alumínio e fita adesiva, visando evitar a saída dos vapores. Decorridas 48 horas após a montagem dos experimentos, avaliou-se a percentagem de mortalidade. Os resultados foram submetidos à análise de próbit, através do programa POLO-PC (LeOra Software 1987). Foram, também, determinadas as razões de toxicidade.

Efeito Repelente de Óleos Essenciais. Foram testados os óleos de *E. citriodora* (5,0; 6,0; 8,0; 11,0), *E. staigeriana* (5,0; 8,0; 11,0; 12,0) *F. vulgare* (3,0; 5,0; 6,5; 8,0) e *C. winterianus* (5,0;

8,0; 11,0; 15,0 $\mu\text{L}/20\text{g}$). Os bioensaios foram conduzidos em arenas formadas por dois recipientes plásticos de capacidade de 120ml interligados a uma caixa plástica central por tubos plásticos. Numa das caixas colocou-se 20g de caupi, cv. Sempre Verde, sem o óleo (testemunha) e na outra a mesma quantidade de caupi impregnado com a respectiva concentração de cada óleo. Na caixa central foram liberadas oito fêmeas de *C. maculatus* com 0-24 h de idade. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (concentração de cada óleo e testemunha) e 10 repetições. Decorridas 48h, os insetos atraídos em cada caixa foram contados e descartados, e os grãos transferidos para outros recipientes plásticos; o número de ovos e de adultos emergidos foram contabilizados, respectivamente, após 12 e 32 dias da infestação. Calculou-se 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 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. As percentagens de insetos atraídos em cada concentração do óleo e na testemunha e as médias do número de ovos e de insetos emergidos foram avaliadas pelo teste “t”, mediante o programa computacional SAS version 8.02 (SAS Institute 2001). Calculou-se o percentual médio de redução de ovos e de emergência de adultos, segundo a fórmula adaptada de Obeng-Ofori (1995).

Resultados e Discussão

Testes de Toxicidade por Contato. Dentre os constituintes identificados para o óleo essencial de *E. staigeriana* pode-se citar os seguintes compostos majoritários: Limoneno (28,73%) e Geranial (15,20%) e para *E. citriodora* Citronelal (89,59%) e Citronelil acetate (3,34%). De acordo com a Tabela 2, as CL_{50} s e CL_{90} s dos óleos essenciais variaram de 4,19 a 7,93 e de 6,32 a 12,09 μ l/20g, respectivamente. O óleo de *F. vulgare* apresentou menor CL_{50} e CL_{90} e a maior razão de toxicidade, sendo, conseqüentemente, o mais tóxico para *C. maculatus* (Tabela 2). No entanto, a curva de concentração-resposta do óleo de *E. staigeriana* foi a que apresentou a maior inclinação, demonstrando que pequenas variações nas concentrações promoveram grandes respostas na mortalidade. Esta variou, significativamente, entre os óleos testados ($P < 0,0001$), conforme as equações de regressão e aumentou diretamente com a concentração (Fig. 1). Também foram significativos os resultados para o número de ovos e de insetos emergidos (Figs. 2 e 3), respectivamente. De um modo geral, quanto maior a mortalidade causada pelos óleos, menor foi o número de ovos e insetos emergidos.

Pesquisas têm demonstrado que inseticidas de origem vegetal podem controlar, de maneira eficaz, ovos, larvas, pupas e adultos de *C. maculatus*. Segundo Sousa *et al.* (2005), o pó de folhas de *E. citriodora* na concentração de 2,5%, provocou mortalidade de 54,86% e reduziu a oviposição em 62,05%. Pós de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., *Cinnamomum canfora* (L.), *Monodora myristica* (Gaertn.) e *Zingiber spectabile* Griff., reduziram, significativamente, o número de ovos e de adultos emergidos (Rajapkse & Van Emden 1977). Para os óleos essenciais de *Cymbopogon martini* Roxb., *Piper aduncum* L. e *Lippia gracillis* Schauer, (Pereira *et al.* 2008) obtiveram 100% de mortalidade de adultos, nas concentrações de 10, 20, 30, 40 e 50 μ L/20g, além

da redução de 100% do número de ovos viáveis e de insetos emergidos. Manzoomi *et al.* (2010) testaram os óleos essenciais de *Lavandula officinalis* L., *Artemisia dranculus* L., e *Heracleum persicum* Desf., em diferentes concentrações no manejo de *C. maculatus*. Observaram que a mortalidade aumentou diretamente com a concentração e o tempo de exposição. O óleo de *L. officinalis* foi mais tóxico, com CL₅₀ de 41,52 µl/L⁻¹, enquanto os de *A. dracunculus* e *H. persicum* apresentaram CL₅₀ de 210,21 e 337,58 µl/L⁻¹ respectivamente.

Os resultados do presente trabalho concordam com as informações mencionadas, pois confirmaram a importância do uso de inseticidas de origem vegetal no manejo de *C. maculatus*, como uma alternativa promissora aos inseticidas sintéticos.

Testes de Toxicidade por Fumigação. A toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *F. vulgare* > *E. citriodora* > *E. staigeriana* > *C. winterianus*, com CL_{50s} variando de 2,58 a 7,85 µl/L de ar. A curva de concentração-resposta do óleo de *E. staigeriana* foi a que apresentou a maior inclinação, demonstrando que pequenas variações nas concentrações promoveram grandes respostas na mortalidade. Por outro lado, as razões de toxicidade foram, respectivamente, 1,25; 1,93; 3,04 vezes maior em relação ao óleo de *C. winterianus*. Os valores das CL_{90s} variaram de 4,85 a 21,82 µl/L de ar (Tabela 3).

Os óleos que apresentam efeito fumigante são de grande utilidade para o controle curativo de ovos, larvas, pupas e adultos de *C. maculatus*, podendo ser aplicados isoladamente, ou associação com o fumigante fosfina. Chagas *et al.* (2002) comprovaram que o óleo do *E. citriodora* tem como principal constituinte o citrionelal (94,9%), sendo este muito utilizado nas indústrias de cosméticos e perfumarias, porém nos últimos anos tem-se estudado seu potencial como inseticida. Brito *et al.* (2006) verificaram que, ao aumentarem as concentrações dos óleos essenciais de *E. citriodora*, *E. globulus* Labill e *E. staigeriana* de 5 a 25µL de óleo/0,0017m³, via fumigação, os tempos letais para causar mortalidades de 10, 50 e 90% de *C. maculatus* foram

reduzidos, sendo o óleo de *E. citriodora* o mais eficiente. Os compostos majoritários presentes nos óleos essenciais, geralmente são considerados responsáveis pela sua bioatividade mas isto não exclui a importância de outros constituintes menores. A toxicidade por fumigação dos óleos essenciais de *O. basilicum* e *O. gratissimum* também, foi comprovada em adultos de *C. maculatus*. Os resultados indicaram que após 12h de exposição, os óleos proporcionaram mortalidade de 80% e 70%, respectivamente, na concentração 25µl/mL (Kéita *et al.* 2001). Ahmed & El-Salam (2010) obtiveram resultados igualmente positivos com o óleo de *Syzygium aromaticum* (L.) e *Cinnamomum zeylanicum* Blume, que provocaram mortalidade de 90% nas concentrações de 4,0 e 8,0 mL/50mL de ar no. Segundo Saraf & Moharramipour (2008), os óleos essenciais de *Carum copticum* (L.) e *Vitex pseudo negundo* (Hauskn.) apresentaram alta toxicidade por fumigação sobre os ovos, larvas e adultos dessa praga, bem como os óleos de *Allium sativum* L. (Ofuya *et al.* 2010), *Cymbopogon schoenanthus* (L.) (Ketoh *et al.* 2005, Ketoh *et al.* 2006) e *Rosmarinus officinalis* L. (Mahmoudvand *et al.* 2011).

Em relação a outras pragas de grãos armazenados, diversas plantas, como as das famílias Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae e Myrtaceae, também, têm se mostrado eficientes no controle de formas imaturas e adultas de *Tribolium castaneum* (H.), *Rhyzopertha dominica* (Fabr.), *Sitophilus oryzae* L. e *Sitophilus zeamais* Mots., via fumigação (Rajendran & Sriranjini, 2008). O efeito fumigante de 1,8-cineol também foi comprovado contra em *S. oryzae*, *T. castaneum* e *R. dominica* (Lee *et al.* 2004).

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o efeito fumigante dos óleos essenciais testados serão de grande utilidade no manejo de *C. maculatus* nas unidades armazenadoras de caupi, considerando não apenas a eficácia, bem como a coerência com as informações apresentadas pelos autores mencionados, anteriormente.

Efeito Repelente de Óleos Essenciais. Nos tratamentos com os óleos de *E. citrodora*, *E. staigeriana*, *C. winterianus*, *F. vulgare*, em todas as concentrações, as porcentagens de insetos atraídos foram menores que nas testemunhas (Tabela 4). Baseando-se nos índices de repelência, os óleos de *E. citrodora* e *C. winterianus* foram classificados como repelentes e *F. vulgare* foi classificado como neutro. Por outro lado, *E. staigeriana* foi neutro nas concentrações menores e repelente na maior concentração de 12µL/20g. As porcentagens de redução da oviposição variaram de 3,26 a 100% e de emergência de 0,46 a 100% entre os óleos essenciais testados, destacando-se o *C. winterianus*, que na maior concentração de 15µl/20g, reduziu 100% da postura e emergência de adultos de *C. maculatus*.

Levando em consideração os resultados obtidos neste trabalho o óleo de *F. vulgare* foi eficiente nos testes de contato, porém não demonstrou atividade repelente, sendo classificado como neutro. A repelência de óleos essenciais sobre *C. maculatus*, também, tem demonstrado resultados promissores. O óleo de *Cinnamomum aromaticum* (Nees) nas concentrações de 7,86; 15,71; 31,43 e 62,85µl/cm² provocou repelências de 11,7; 33,3; 43,3 e 60%, respectivamente (Islam *et al.* 2009), e o de *Simmondasia chinensis* (Link) repeliu 70% dos adultos (Kheradmand *et al.* 2010). Os óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) e *Callistemon lanceolatus* (Sm.), na concentração de 150µl/mL⁻¹, causaram 76 e 100% de repelência, respectivamente, em *Callosobruchus chinensis* L. (Shukla *et al.* 2011).

Efeitos repelentes de óleos essenciais já foram, também, verificados para outras pragas de grãos armazenados. O óleo de *Satureja hortensis* L. na concentração de 6,4 µl/L proporcionou 80% de repelência sobre a adultos de *Plodia interpunctella* (Maedeh *et al.* 2011). Ko Ko *et al.* (2009) comprovaram o potencial de repelência do óleo essencial de *Melaleuca cajuputi* Powell para *S. zeamais*. Óleos essenciais de diversas plantas, também, foram repelentes para adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Papachristos & Stamapoulos 2002).

O efeito repelente é uma característica importante 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 ausência de postura e, conseqüentemente, do número de insetos emergidos.

Os resultados obtidos neste trabalho comprovam a importância da utilização de óleos essenciais como uma alternativa promissora para o manejo de *C. maculatus* em grãos de feijão armazenado, principalmente para os produtores de cultivos orgânicos e de agricultura familiar, devido à liberação desses compostos para o uso ser mais fácil de ser obtida. Os efeitos de contato, fumigação e a repelência, aliados à baixa toxicidade, rápida degradação no ambiente, eficiência no controle de pragas e segurança para os aplicadores e consumidores, reabrem a necessidade da continuidade de pesquisas com óleos essenciais.

Agradecimentos

À FACEPE e CAPES pelas bolsas concedidas e a todos os amigos do laboratório de Entomologia Agrícola da UFRPE, pela colaboração prestada.

Literatura Citada

- Adams, R.P. 2005.** Identification of essential oil components by gas chromatography quadrupole mass spectroscopy. J. Am. Soc. Mass Spectrom. 16: 1902-1903.
- Ahmed, M.E.Abd.El-Salam. 2010.** Fumigant toxicity of seven essential oils against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) and the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Egypt Acad. J. Biol. 2: 1- 6.
- Arruda, F.P. & J.L.Batista. 1998.** Efeito da luz, de oleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). Rev. Caatinga 11: 53-5

- 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
- Barbosa, F.R., M. Yokoyama, P.A.A. Pereira & F.J.P. Zimmermann. 2002.** Controle do caruncho-do-feijoeiro *Zabrotes subfasciatus* com óleos vegetais, munha, materiais inertes e malathion. Pesqu. Agropecu. Bras. 37: 1213-1217.
- Brito, J.P., J.E.M. Oliveira & S.A. De Bortoli. 2006.** Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). Rev. Biol. Ciênc. Terra 6: 96-103.
- Chagas, A.C.S., W.M. Passos, H.T. Prates, R.C. Leite, J. Furlong & I.C.P. Fortes. 2002.** Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp em *Boophilus microplus*. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. 39: 247-253.
- Craveiro, A.A., A.G. Fernandes, C.H.S. Andrade, F.J.A. Matos, J.W. Alencar & M.I.L. Machado. 1981.** Óleos essenciais de plantas do Nordeste. Fortaleza, UFC, 210p.
- Islam, R., R.I. Khan, S.M. Al-Reza, Y.T. Jeong, C.H. Song & M. Khalequzzaman. 2009.** Chemical composition and insecticidal properties of *Cinnamomum aromaticum* (Nees) essential oil against the stored product beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) J. Sci. Food Agric. 89: 1241–1246.
- Kéita, S.M., C. Vincent, J-P. Schmit, J.T. Arnason & A. Bélanger. 2001.** Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae) J. Stored Prod. Res. 37: 339-349.
- Ketoh, G.K., H.K. Koumaglo & I.A. Glitho. 2005.** Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). J. Stor. Prod. Res. 41: 363-371.
- Ketoh, G.K., H.K. Koumaglo, I.A. Glitho & J. Huignard. 2006.** Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. Fitoterapia 77: 506-510.
- Kheradmand, K., S.A.S. Noori & G.H. Sabahi. 2010.** Repellent effects of essential oil from *Simmondasia chinensis* (Link) against *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus and *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). Res. J. Agric. Sci. 1: 66-68.
- Kemabonta, K.A. & J.A. Odebiyi. 2005.** Susceptibility of the life stages of *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae) to diflubenzuron in cowpea seeds. J. Pl. Dis. Prot. 112:193–199.

- Knaak, N. & L.M. Fiuza. 2010.** Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. *Neotrop. Biol. Conserv.* 5: 120-132.
- Ko Ko, W. Juntarajumnong & A. Chandrapatya. 2009.** Repellency, fumigant and contact toxicities of *Melaleuca cajuputi* Powell against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* Herbst. *Thai J. Agric. Sci.* 42: 27-33.
- Lee, B.H., P.C. Annis, F. Turmaalii & W.S. Choi. 2004.** Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. *J. Stored. Prod. Res.* 40: 553-564.
- LeOra Software. 1987.** POLO-PC: a user's guide to Probit or Logit analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.
- Lin, H., M. Kogan & D. Fischer. 1990.** Induced resistance in soybean to the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. *Environ. Entomol.* 19: 1852-1857.
- Maedeh, M., I. Hamzeh, D. Hossein, A. Majid & R.K. Reza. 2011.** Bioactivity of essential oil from *Satureja hortensis* (Lamiaceae) against three stored-product insect species. *African J. Biotech.* 10: 6620-6627.
- Mahmoudvand, M., H. Abbasip, M.H. Hosseinpour, F. Rastegar & M. Basij. 2011.** Using some plant essential oils as natural fumigants against adults of *Callosobruchus maculatus* (f.) (Coleoptera: Bruchidae). *Mun. Entomol. Zool.* 6: 150-154.
- Manzooi, N., G.N. Ganbalani, H.R. Dastjerdi, & S.A.A. Fathi. 2010.** Fumigant toxicity of essential oils of *Lavandula officinalis*, *Artemisia dracuncululus* and *Heracleum persicum* on the adults of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Mun. Entomol. Zool.* 5: 118-122.
- Marsaro Júnior, A.L. & A.A. Vilarinho. 2011.** Resistência de cultivares de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae:Bruchinae) em condições de armazenamento. *Rev. Acad. Ciênc. Agrar. Amb.* 9: 51-55.
- Martinazzo, A.P., L.R.D.A. Faroni, P.A. Berbert & F.P. Reis. 2000.** Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle de *Rhyzopertha dominica* (F.). *Pesqu. Agropecu. Bras.* 35: 1063-1069.
- Obeng-Ofori, D. 1995.** Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. *Entomol. Exp. Appl.* 77: 133-139.
- Ofuya, T.I., O.F. Olotuah, & O.J. Ogunsola. 2010.** Fumigant toxicity of crushed bulbs of two *allium* species to *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). *Chillean J. Agric. Res.* 70: 510-514.

- Papachristos, D.P. & D.C. Stamopoulos. 2002.** Toxicity of vapours of three essential oils to immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 38: 365-373.
- Paranagama, P.A. & J.J. Gunasekera. 2011.** The efficacy of the essential oils of Sri Lankan *Cinnamomum zeylanicum* fruit and *Micromelum minutum* leaf against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). J. Essent. Oil Res. 23: 75-81.
- Pereira, A.C.R.L., J.V. Oliveira, M.G.C. Gondim Jr. & C.A.G. Câmara. 2008.** Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Ciênc. Agrotec. 32: 717-724.
- Rajapakse, R. & H.F. Van Emden. 1997.** Potential of four vegetable oils and ten botanical powders for reducing infestation of cowpeas by *Callosobruchus maculatus*, *C. chinensis* and *C. rhodesianus*. J. Stored Prod. Res. 33: 59-68.
- Rajendran, S & V. Sriranjini. 2008.** Plant products as fumigants for stored-product insect control. J. Stored Prod. Res. 44: 126-135.
- Rodrigues, A.C., F.G. Herter, V. Veríssimo, G. Chavarria, J.P.P. Gardin & A.D. Campos. 2005.** Determinação por cromatografia gasosa de açúcares em frutíferas de clima temperado. Rev. Bras. Frutic. 27: 173-174.
- Sanon, A., M. Garba, J. Auger & J. Huignard. 2002.** Analysis of the insecticidal activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). J. Stored Prod. Res. 38: 129-138.
- Sahaf, B.Z. & S. Moharramipour. 2008.** Fumigant toxicity of *Carum copticum* and *Vitex pseudo-negundo* essential oils against eggs, larvae and adults of *Callosobruchus maculatus*. J. Pest. Sci. 81:213–220.
- Santos, J.F., J.I.T. Grangeiro, L.M.P. Brito, M.M. Oliveira & M.E.C. Oliveira. 2009.** Novas variedades de caupi para a microrregião do Brejo Paraibano. Tecnol. Ciên. Agropec. 3: 07-12.
- Sari, L.T., Ribeiro-Costa, C.S. & Pereira, P.R.V.S. 2003.** Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1983) (Coleoptera, Bruchidae) em *Phaseolus vulgaris* L., cv. Carioca (Fabaceae), sob condições de laboratório. Rev. Bras. Entomol. 47: 621-624.
- SAS Institute. 2001.** SAS/Stat User's Guide. SAS, Cary, NC.
- Shukla, R., P. Singh, B. Prakash, A. Kumar, P.K. Mishra & N.K. Dubey. 2011.** Efficacy of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet and their major constituents on mortality, oviposition and feeding behaviour of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. J. Sci. Food Agric. 91: 2277–2283.

Sousa, A.H., P.B. Maracajá, R.M.A. Silva, M.N. Moura & W.G. Andrade. 2005. Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus Maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in caupi bean and seed physiological analysis. Rev. Biol. Ciênc. Terra. 5: 1-5.

Van Den Doll, H. & P.D.J.A. Kratz. 1963. Generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. J. Chromatogr. 11: 463-471.

Tabela 1. Composição química dos óleos essenciais analisados com as porcentagens

relativas dos componentes.

Compostos	IR ¹	<i>Eucalyptus staigeriana</i>		<i>Eucalyptus citriodora</i>	
		IR ²	(%)	IR ²	(%)
α -Thujeno	924	925	0,36	-	-
α -Pineno	932	931	3,50	931	0,58
Canfeno	946	-	-	-	-
Sabineno	969	971	0,09	971	0,04
β -Pineno	974	973	2,52	973	0,94
Hepten-2-one (6-methyl-5)	981	987	0,22	-	-
Mirceno	988	990	0,62	992	0,20
α -Felandreno	1002	1002	2,00	-	-
Linalol oxide-dehydroxi Z-	1006	-	-	-	-
α -Terpineno	1014	1014	0,14	-	-
P-Cimeno	1020	-	-	-	-
O-Cimeno	1022	1023	1,38	-	-
Limoneno	1024	1029	28,73	-	-
1,8-Cineole(eucalyptol)	1026	-	-	1028	2,87
(Z)- β -Ocimeno	1032	1037	0,16	-	-
(E)- β -Ocimeno	1044	1047	0,30	1039	0,07
Bergamal	1051	-	-	1053	0,21
γ -Terpineno	1054	1057	1,81	1058	0,15
(Z)-Linalol oxide(furanoid)	1067	1071	0,04	-	-
Fencone	1083	-	-	-	-
(E)-Linalol oxide	1084	-	-	-	-
Terpinoleno	1086	1087	8,45	1087	0,07
Linalol	1095	1099	1,35	1101	0,30
(Z)-Roseoxide	1106	-	-	1110	0,27
(E)-Roseoxide	1122	-	-	1126	0,13
(E)-Miroxide	1140	1144	0,15	-	-
Canfor	1141	-	-	-	-
Citronelal	1152	1148	0,36	1148	89,59
(Z)-Isocitral	1160	1164	0,03	-	-
P-Mentha-1,5-dien-8-ol	1166	1169	0,14	-	-
Terpinen-4-ol	1174	1177	1,13	-	-
P- Cymen-8-ol	1179	1188	0,23	-	-
α -Terpineol	1186	1192	0,55	-	-
Methyl chavicol	1195	-	-	-	-

Continuação da Tabela 1

Fenchyl acetato -endo-	1218	-	-	-	-
Neral	1235	1242	12,16	-	-
Piperitone	1249	1253	0,07	-	-
Methyl Citronellato	1257	1260	0,11	1261	0,10
Geranial	1264	1272	15,20	-	-
Neryl formate	1280	1280	0,10	-	-
Isobornil acetate	1283	-	-	-	-
(E)-Linalol oxide	1287	1286	0,17	-	-
acetato(pyranoid)					
Undecanona	1293	-	-	-	-
Geranil formate	1298	1301	0,39	-	-
Methyl geranato	1322	1324	5,93	-	-
δ -Elemeno	1335	-	-	-	-
Citronelil acetate	1350	1353	0,53	1354	3,34
Neryl acetate	1359	1364	2,43	-	-
α -Copaeno	1374	-	-	-	-
Geranil acetate	1379	1383	7,92	-	-
β -Elemeno	1389	-	-	-	-
7-epi-Sesquitujeno	1390	-	-	-	-
α -Cedrene	1410	-	-	-	-
(E)-Cariofileno	1417	1420	0,22	1423	0,87
(Z)-Thujopsene	1429	-	-	-	-
(E)- α -Bergamato	1432	-	-	-	-
γ -Elemeno	1434	-	-	-	-
Aromadendreno	1439	1440	0,22	-	-
α -Humuleno	1452	1453	0,03	-	-
(E)- β -Farniseno	1454	1461	0,03	-	-
α -Curcumeno	1479	-	-	-	-
γ -Curcumeno	1481	-	-	-	-
α -Zingibereno	1493	-	-	-	-
Bicyclogermacreno	1500	1495	0,28	-	-
β -Bisaboleno	1505	-	-	-	-
γ -Candineno	1513	-	-	-	-
β -Sesquifelandreno	1521	-	-	-	-
(Z)-Nerolidol	1532	-	-	-	-
Hedycaryol	1546	-	-	1561	0,09
β -Germacreno	1559	-	-	-	-
(E)-Nerolidol	1561	-	-	1580	0,12
α -Muurolol	1644	-	-	1655	0,07

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

Tratamentos	n	GL	Inclinação \pm EP	CL ₅₀ (IC95%)	RT ₅₀	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₉₀	χ^2
<i>Cymbopogon winterianus</i>	128	2	$7,0 \pm 0,91$	7,93 (7,19–8,74)	—	12,08 (10,69–14,50)	—	0,16
<i>Eucalyptus staigeriana</i>	128	2	$7,7 \pm 1,48$	7,44 (6,60–8,04)	1,06	10,90 (9,90–13,03)	1,10	1,69
<i>Eucalyptus citriodora</i>	192	4	$7,1 \pm 0,84$	7,09 (6,62–7,62)	1,11	10,70 (9,65–12,45)	1,12	3,58
<i>Foeniculum vulgare</i>	160	3	$7,1 \pm 0,91$	4,19 (3,84–4,54)	1,89	6,32 (5,72–7,32)	1,91	0,72

N = número de insetos usados no teste, EP = erro padrão da média, IC = intervalo de confiança,

RT = razão de toxicidade, χ^2 = Qui-quadrado.

Tabela 3. Concentrações letais ($\mu\text{L}/\text{L ar}$) e razões de toxicidade de óleos essenciais, via fumigação, sobre adultos de *Callosobruchus maculatus*. Temp.: $28,5 \pm 1,6$ °C; $52,6 \pm 7,4\%$ de UR e fotofase de 12h.

Tratamentos	n	GL	Inclinação \pm EP	CL ₅₀ (IC 95%)	RT ₅₀	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₉₀	χ^2
<i>Cymbopogon winterianus</i>	280	5	$2,8 \pm 0,33$	7,85 (6,87 - 9,14)	—	21,82 (16,96 - 32,00)	—	4,66
<i>Eucalyptus staigeriana</i>	200	3	$9,9 \pm 1,15$	6,27 (5,98 - 6,59)	1,25	8,45 (7,87 - 9,40)	2,58	1,92
<i>Eucalyptus citriodora</i>	240	4	$5,6 \pm 1,01$	4,05 (3,40 - 4,47)	1,93	6,81 (6,20 - 8,00)	3,20	3,60
<i>Foeniculum vulgare</i>	240	4	$4,6 \pm 1,08$	2,58 (2,00 - 2,89)	3,04	4,85 (4,24 - 9,19)	4,49	3,14

N = número de insetos usados no teste, EP = erro padrão da média, IC = intervalo de confiança,

RT = razão de toxicidade, χ^2 = Qui-quadrado.

Tabela 4. Efeito repelente de óleos vegetais sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* em grãos de caupi. Temp.: $28,5 \pm 1,6$ °C, $52,6 \pm 7,4\%$ de UR e fotofase de 12 h.

Tratamentos	Conc. ($\mu\text{L}/20\text{g}$)	Adultos Atraídos (%)		IR ($M \pm DP$) ²	Classificação
		Testemunha	Óleo ¹		
	5,0	85	15*	$0,3 \pm 0,45$	Repelente
<i>Eucalyptus</i>	6,0	86,25	13,75*	$0,2 \pm 0,29$	Repelente
<i>citriodora</i>	8,0	78,75	21,25*	$0,4 \pm 0,35$	Repelente
	11	96,25	3,75*	$0,07 \pm 0,16$	Repelente
	5,0	56,25	43,75	$0,8 \pm 0,27$	Neutro
<i>Eucalyptus</i>	8,0	55	45	$0,9 \pm 0,62$	Neutro
<i>staigeriana</i>	11	51,25	48,75	$0,9 \pm 0,47$	Neutro
	12	87,5	12,5*	$0,2 \pm 0,20$	Repelente
	5,0	93,75	6,25*	$0,2 \pm 0,21$	Repelente
<i>Cymbopogon</i>	8,0	77,5	22,5*	$0,3 \pm 0,34$	Repelente
<i>winterianus</i>	11	90	10*	$0,1 \pm 0,15$	Repelente
	15	98,7	1,25*	$0,0 \pm 0,0$	Repelente
	3,0	42,5	57,5	$1,1 \pm 0,37$	Neutro
<i>Foeniculum</i>	5,0	53,75	46,25	$0,9 \pm 0,56$	Neutro
<i>vulgare</i>	6,5	60	40	$0,8 \pm 0,46$	Neutro
	8,0	70	30*	$0,6 \pm 0,39$	Neutro

¹*Significativo pelo teste “t” ($P < 0,05$).

²IR (Índice de repelência) = $2G/G+P$ (G=% de insetos atraídos no tratamento; P=% de insetos atraídos na testemunha).

Tabela 5. Redução da postura de *Callosobruchus maculatus* em grãos de caupi tratados e não tratados com óleos essenciais. Temp.: 28,5 ± 1,6 °C, 52,7 ± 7,4% de UR e fotofase de 12 h.

Tratamentos	Conc. (μL/20g)	Número de ovos (±EP)		Redução (%) ²
		Testemunha	Óleos ¹	
<i>Eucalyptus citriodora</i>	5,0	175,2 ± 24,00	7,7 ± 3,04*	91,58
	6,0	143,1 ± 16,03	27,1 ± 7,04*	68,15
	8,0	152,3 ± 21,07	36,3 ± 20,58*	61,50
	11	195,6 ± 17,77	7,5 ± 4,54*	92,61
<i>Eucalyptus staigeriana</i>	5,0	137,9 ± 20,32	108,4 ± 19,61	11,97
	8,0	120,6 ± 25,05	85,7 ± 25,46	16,91
	11	147,4 ± 18,95	66,0 ± 18,27*	37,61
	12	135,2 ± 23,53	23,8 ± 9,11*	70,06
<i>Cymbopogon winterianus</i>	5,0	220,7 ± 16,38	2,9 ± 1,85*	97,40
	8,0	160,6 ± 9,93	35,8 ± 14,71*	63,54
	11	186,9 ± 13,72	15,1 ± 6,16*	85,04
	15	138,0 ± 20,31	0,0 ± 0,0*	100
<i>Foeniculum vulgare</i>	3,0	104,4 ± 15,7	97,8 ± 14,29	3,26
	5,0	79,8 ± 13,92	97,0 ± 22,76	- ³
	6,5	114,2 ± 9,898	87,9 ± 19,62	13,01
	8,0	121,1 ± 17,73	86,1 ± 20,83	16,89

¹* Significativo pelo teste t (P < 0,05).

²PR = [(NC – NT) / (NC + NT) x 100], sendo PR= porcentagem de redução de postura; NC= número de ovos na testemunha e NT= número de ovos no tratamento

³Não se adequou à fórmula.

Tabela 6. Redução de emergência (%) de *Callosobruchus maculatus* em grãos de caupi tratados e não tratados com óleos essenciais. Temp.: 28,5 ± 1,6 °C, 52,7 ± 7,4% de UR e fotofase de 12 h.

Tratamentos	Conc. (µl/20g)	Número de insetos emergidos (±EP)		Redução (%) ²
		Testemunha	Óleos ¹	
<i>Eucalyptus citriodora</i>	5,0	80,1 ± 10,16	5,5 ± 2,57*	87,14
	6,0	78,5 ± 5,03	16,9 ± 4,84*	64,57
	8,0	121,7 ± 20,85	22,6 ± 11,97*	68,67
	11	139,9 ± 24,16	6,7 ± 3,75*	90,85
<i>Eucalyptus staigeriana</i>	5,0	64,9 ± 8,32	60,9 ± 8,78	3,17
	8,0	101,1 ± 19,36	72,8 ± 20,06	16,27
	11	91,8 ± 13,91	31,4 ± 9,03*	49,02
	12	108,9 ± 16,55	17,2 ± 8,24*	72,72
<i>Cymbopogon winterianus</i>	5,0	42,3 ± 5,72	1,9 ± 1,68*	91,40
	8,0	64,9 ± 8,04	10,2 ± 4,37*	72,83
	11	155,8 ± 15,48	7,0 ± 3,07*	91,40
	15	7,6 ± 12,84	0,0 ± 0,0*	100
<i>Foeniculum vulgare</i>	3,0	54,1 ± 6,54	53,6 ± 9,08	0,46
	5,0	50,1 ± 8,76	46,5 ± 12,19	3,72
	6,5	77,5 ± 14,36	55,1 ± 14,03	16,89
	8,0	108,3 ± 15,51	47,0 ± 13,08*	39,47

¹* Significativo pelo teste “t” (P < 0,05).

²PR = [(NC – NT) / (NC + NT) x 100], sendo PR= porcentagem de redução da emergência; NC= número de insetos emergidos na testemunha e NT= número de insetos emergidos no tratamento

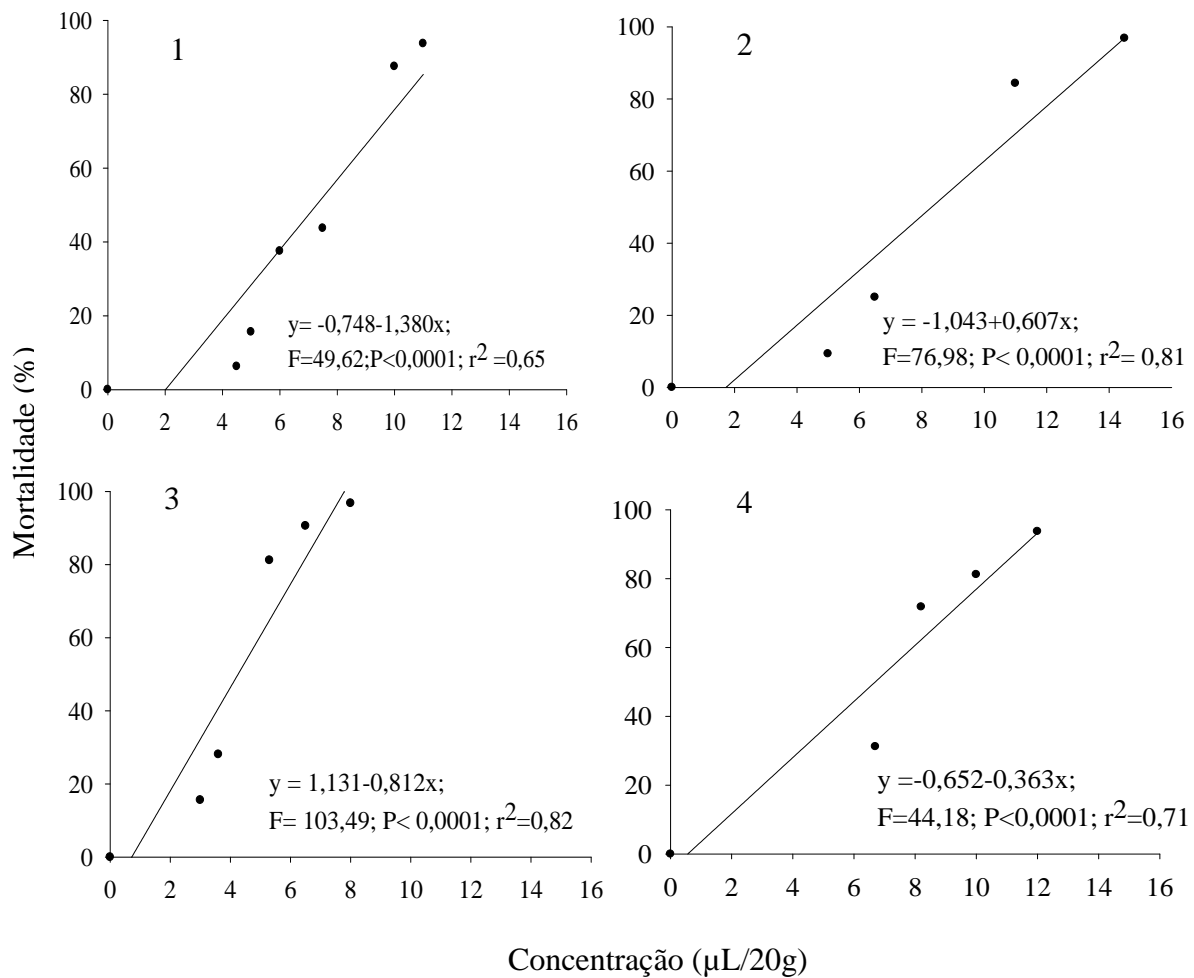


Figura 1. Mortalidade (%) de adultos de *Callosobruchus maculatus* tratados com os óleos essenciais: (1) *Eucalyptus citriodora*; (2) *Cymbopogon winterianus*; (3) *Foeniculum vulgare*; (4) *Eucalyptus staigeriana*, em grãos de caupi.

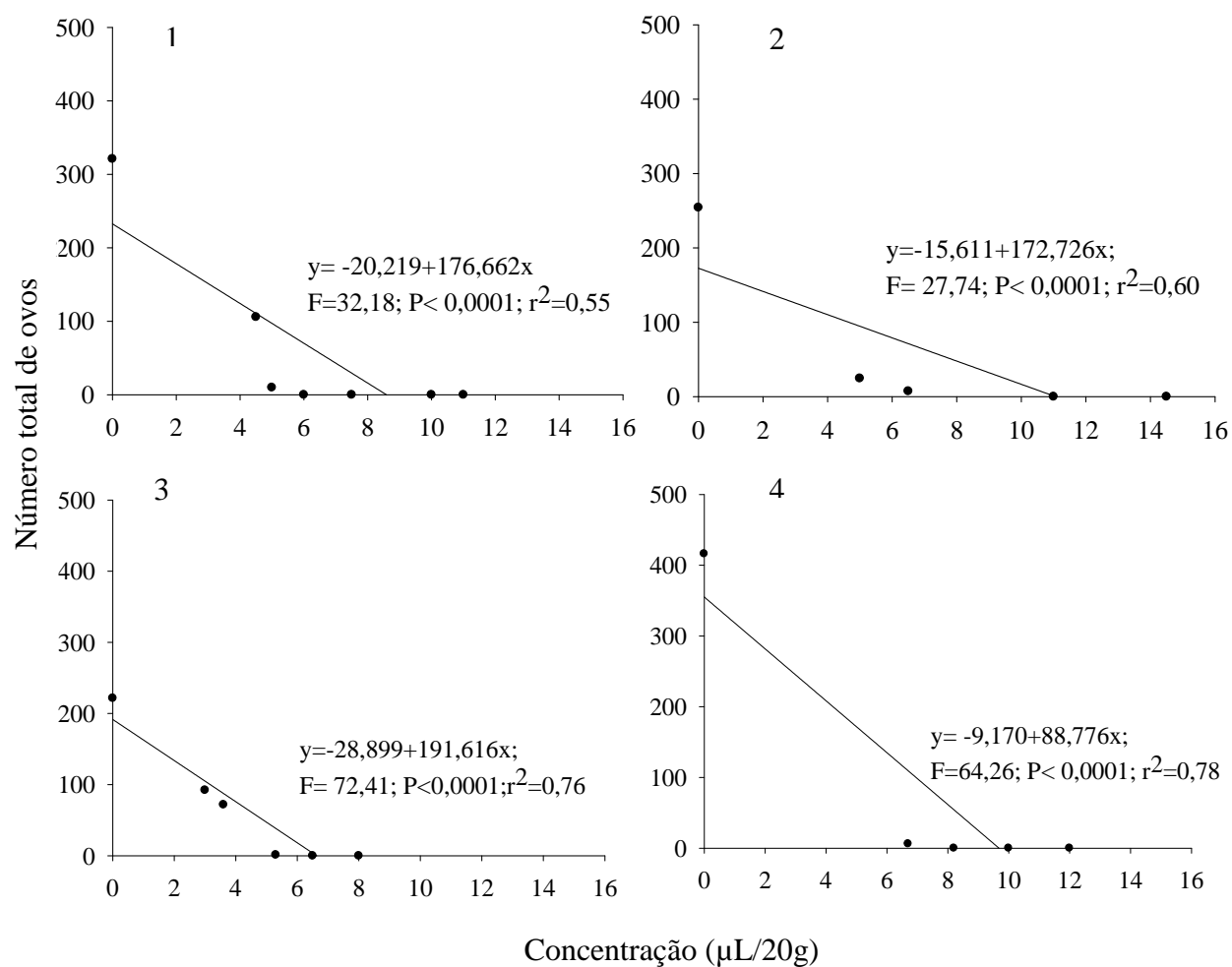


Figura 2. Número total de ovos de *Callosobruchus maculatus* tratados com os óleos essenciais: (1) *Eucalyptus citriodora*; (2) *Cymbopogon winterianus*; (3) *Foeniculum vulgare*; (4) *Eucalyptus staigeriana*, em grãos de caupi.

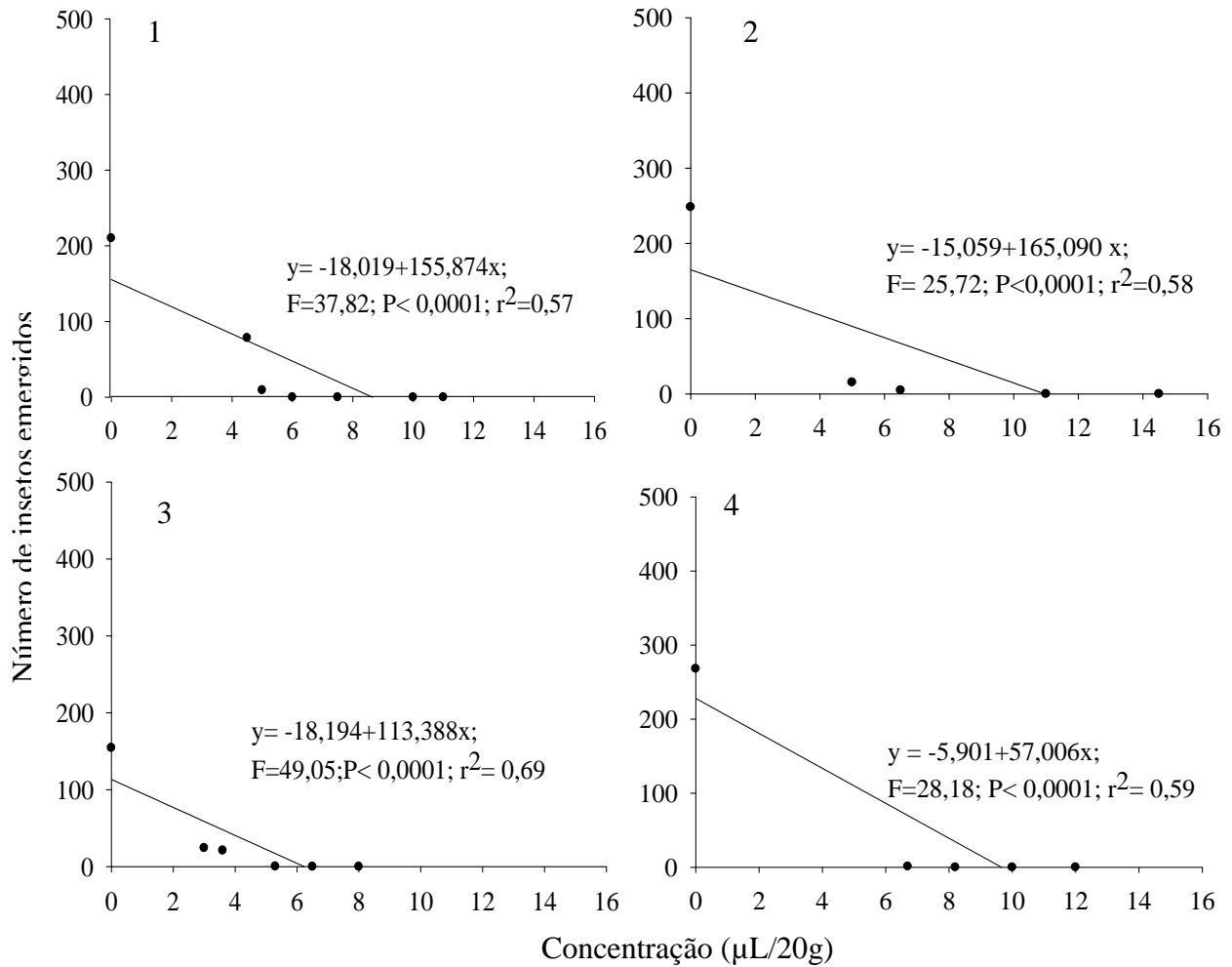


Figura 3. Número de adultos emergidos de *Callosobruchus maculatus* tratados com os óleos essenciais: (1) *Eucalyptus citriodora*; (2) *Cymbopogon winterianus*; (3) *Foeniculum vulgare*; (4) *Eucalyptus staigeriana*, em grãos de caupi.