

Não-preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L.

Castro, D. P.^{1*}; Cardoso, M. G.¹; Moraes, J. C.²; Santos, N. M.²; Baliza, D. P.¹

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Química, Caixa Postal 37, 37200-000 Lavras (MG);

²Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Entomologia, Lavras (MG). E-mail: castrodaniele@hotmail.com

RESUMO: As espécies *Achillea millefolium* e *Thymus vulgaris*, conhecidas como mil-folhas e tomilho produzem óleo essencial com atividade em insetos. O objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de não-preferência para alimentação de *Spodoptera frugiperda* na presença de óleos essenciais, extraído pelo método "arraste a vapor" e diluído em etanol e água destilada na proporção de 1:1. Para o teste com chance de escolha, seções tratadas foram colocadas em placas de Petri, dispostas equidistantes. No centro de cada arena, foi liberada uma lagarta, com total de 20 repetições. No teste sem chance de escolha, as lagartas foram individualizadas em tubos de ensaio contendo uma seção de folha tratada. Após 24 horas, avaliou-se, em ambos os testes, a área foliar consumida. No teste sem chance de escolha, o consumo de folhas na testemunha (534,20 mm²) foi significativo, demonstrando que se alimentam menos na presença dos óleos essenciais. Entretanto, no teste com chance de escolha as lagartas preferiram as seções tratadas com mil-folhas a 0,0002%, com média de 221,20 mm², em relação à testemunha e aos outros tratamentos. A preferência para o óleo de mil-folhas, sugere grande potencial atrativo em programas de manejo integrado de pragas.

Palavras-chave: óleos essenciais, mil-folhas, tomilho, lagarta-do-cartucho

ABSTRACT: Feeding non preference of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) for Essential Oils of *Achillea millefolium* L. and *Thymus vulgaris* L. Medicinal plants such as *Achillea millefolium* and *Thymus vulgaris*; commonly referred to as yarrow and thyme, respectively; contain essential oils with insecticidal activity. In this work, we aimed to verify the feeding preferences of *S. frugiperda* regarding leaves with high contents of essential oils. Extraction was performed by steam distillation employing aerial part of the plants. The distilled product was diluted in 50% ethanol and 50% distilled water. In the free choice trial, corn leaf discs were dipped in each treatment and placed in Petri dishes containing wet filter paper and offered to 10-day old larvae. Distilled water dipped leaf discs were used as control. In non choice bioassays, 10 day old individual larva was placed in test tubes containing a treated leaf disc. For both assays the consumed foliar area was evaluated in each treatment for 24 hours. Results from the non choice assay for control discs were of 534,20 mm² of foliar area, showing that the larvae ate less when exposed to leaf discs treated with essential oil. However in free choice assays, the larvae preferred leaf discs treated with yarrow essential oil at 0.0002 %, consuming 221.20 mm² of leaf area compared to the control. Preference for yarrow soaked discs can be used in insect control to attract the larva to a lure in integrated pest management program.

Key words: essential oils, yarrow, thyme, fall army worm

INTRODUÇÃO

Durante muitas décadas a economia brasileira embasou-se no setor primário de produção e, ainda hoje, ocupa uma posição de destaque no abastecimento mundial de produtos de origem vegetal, sendo, portanto, o controle de pragas um desafio que persiste e tem-se agravado ano após ano. Além disso, os inseticidas normalmente utilizados pelos produtores estão perdendo a eficácia devido à resistência dos insetos, correndo sérios riscos de serem proibidos. Assim a busca por inseticidas naturais, menos persistentes no meio ambiente e nos alimentos, com menor toxicidade a mamíferos e maior seletividade vem crescendo rapidamente.

Como as plantas aromáticas produtoras de óleos essenciais têm sido importante fonte de

substâncias químicas com inúmeras atividades biológicas, o interesse em pesquisa por plantas com atividade inseticida vem crescendo. As espécies *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L., conhecidas como mil-folhas e tomilho produzem óleo essencial com atividades inseticidas. A primeira produz óleo de coloração azul pela presença de sesquiterpenos azulênicos, sendo seus compostos majoritários o azuleno e o germacreno-D; a segunda é rica em carvacrol e timol (Castro et al., 2003).

Inúmeros trabalhos relatam o efeito do tomilho e seus constituintes como inseticida em diversas espécies de insetos. Pela ingestão de seções de folhas tratadas com óleos de *Eugenia sp.* e *T. vulgaris* apresentando como principais constituintes eugenol e timol, os óleos causaram redução no desenvolvimento e oviposição de lagartas *Spodoptera littoralis* (Farag et al., 1994). Morsy et al. (1998), observaram grande potencial do óleo essencial de tomilho para o controle de larvas (3^o instar) de *Lucilia sericata* com LC₅₀ igual a 130 ppm.

Recebido para publicação em 01/03/2004.

Aceito para publicação em 31/10/2006.

Thorsel e Tunon (1998) pesquisaram a atividade inseticida dos componentes do extrato de *A. millefolium* sobre *Aedes aegypti* e identificaram como componente mais ativo o catecol.

A *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) pertence à ordem Lepidoptera, família Noctuidae, conhecida como lagarta-do-cartucho-do-milho, lagarta-dos-milharais ou lagarta-militar. É uma importante praga do milho, cana-de-açúcar, arroz e algodoeiro; para o milho é considerada a praga mais importante pela ocorrência constante e por danificar a cultura nos seus diferentes estádios fisiológicos (Nakano et al., 2002).

Neste trabalho objetivou-se verificar a ocorrência de não-preferência para alimentação de *S. frugiperda* na presença de óleos essenciais.

MATERIAL E MÉTODO

Material vegetal

A planta foi identificada taxonomicamente e por meio de comparação com material existente no Herbário ESAL do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras. Uma exsiccata de cada espécie foi incorporada ao acervo do referido herbário. O número do registro para a espécie *A. millefolium* é 17496 e para *T. vulgaris* 17057.

O material vegetal foi coletado no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A coleta foi realizada pela manhã, em torno de 8h, com temperatura amena e ausência de chuva. Para o maior rendimento do óleo essencial foram realizadas inúmeras coletas no período de outubro a dezembro de 2002. Utilizou-se material vegetal fresco coletando-se toda a parte aérea das plantas para maior rendimento.

A espécie de planta identificada como *Achillea millefolium* L. é da família Asteraceae, conhecida como: mil-folhas, milefólio, aquiléia, erva-carpinteiro, mil-em-ramas, novalgina. *Thymus vulgaris* L. pertence à família Lamiaceae, conhecida no Brasil como: tomilho, arçã, arçanha, poejo, segurelha, timo, tomilho-ordinário, tomilho-vulgar.

Obtenção do óleo essencial

O método de extração utilizado foi o de arraste a vapor, utilizando-se o aparelho de Clevenger modificado (Craveiro, 1981). As folhas frescas de *T. vulgaris* e *A. millefolium* foram picadas com tesoura e colocadas em balão de extração. A extração foi realizada por 90 minutos, em temperatura constante (80 °C), mantendo a ebulição da solução. Em seguida coletou-se o hidrolato, sendo particionado com diclorometano em funil de separação. A fase orgânica (óleo essencial e diclorometano) foi mantida em repouso por 24 horas com sulfato de magnésio anidro e em seguida filtrado. Levou-se a um evaporador rotatório do tipo Büchi R-114 sob pressão entre 200 e 300 mmHg. O óleo essencial obtido foi colocado em vidro previamente seco e tarado, deixado em estufa de 35°C até peso constante.

Os óleos foram diluídos em etanol e água destilada na proporção de 1:1, para melhor homogeneização e armazenados sob baixa temperatura (4 °C) e ausência de luminosidade (Traboulsi et al., 2002).

O óleo de nim, utilizado como padrão, foi adquirido da empresa Nim-I-GO[®], mantido em local fresco, seco e ao abrigo da luz. Continua os seguintes ingredientes: óleo de nim emulsionado; óleo de karanga (*Pongamia glabra*); alho; pimenta malagueta; urucum; artemísia.

Bioensaios

Criação dos insetos

A criação foi iniciada com pupas da largata-do-cartucho oriundas da criação de manutenção do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG). As pupas foram colocadas em gaiolas de PVC com 20 cm de diâmetro e 25 cm de altura, cuja parede interna era revestida com papel sulfite, tampada na parte superior com tecido tipo organza, sendo sua parte inferior apoiada em prato plástico de 25 cm de diâmetro forrado com papel filtro. Após a emergência dos adultos, em cada gaiola, colocou-se alimento num frasco de 10 mL, contendo um chumaço de algodão saturado com solução de açúcar a 10%, sendo trocada a cada dois dias (Goussain, 2001).

As posturas foram coletadas diariamente, recortando-se a massa de ovos juntamente com o papel sulfite, e colocadas em copos plásticos com capacidade de 50 mL, contendo em seu interior um pedaço de aproximadamente 5 gramas de dieta artificial à base de feijão e levedura, sendo o conjunto fechado com tampa acrílica (Kasten Junior et al., 1978).

Após três dias de eclosão, as lagartas foram individualizadas em copos plásticos, sendo mantidas em câmara climatizada regulada a 25 + 2°C, UR de 70 + 10% e fotofase de 12 horas.

Teste com chance de escolha

Seções de folhas de milho (cultivar C 303) foram colocadas em placas de Petri de 19 cm, dispostos equidistantes, formando uma arena, onde foi liberada uma lagarta de 3º instar. As seções de milho foram recortadas de plantas de milho com 30 dias de idade dando preferência para as folhas do meio da planta e perto do cartucho do milho. Essas foram cultivadas em vasos que receberam adubação padrão e mantidas em casa de vegetação evitando ataque de outras pragas.

O fundo da placa de Petri foi coberto por papel de filtro umedecido para manter a turgidez das folhas de milho tratadas. As folhas foram recortadas e imersas nas soluções de óleo essencial, preparadas no momento da utilização, pela diluição em etanol e água destilada na proporção de 1:1. Uma lagarta de 3º instar (10 dias) foi colocada no centro da arena. A placa foi vedada com papel plástico transparente com pequenos furos para a entrada de ar, continha quatro

seções de folhas, correspondente aos seguintes tratamentos: folha de milho tratada com óleo de nim a 1%; seção de folha de milho tratada com óleo essencial de tomilho na concentração igual a 0,001 %; seção de folha de milho tratada com óleo essencial de mil-folhas na concentração 0,0002 %; seção de folha de milho tratada com água destilada e etanol (1:1) como testemunha. As concentrações utilizadas foram definidas por teste preliminar.

Após um período de 24 horas, foi determinada a área foliar consumida pela lagarta em cada seção através de papel milimetrado (Agarwal et al., 2001). As seções foliares foram 4 x 5 cm, para garantir alimento para a lagarta nesse período.

O delineamento foi o de blocos casualizados com cinco repetições; sendo que cada repetição foi a média de quatro lagartas, certificando que em cada uma pelo menos uma folha de cada tratamento tinha sido visitada pela lagarta. Os dados de consumo foliar foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) com nível de 5 % de probabilidade.

Teste sem chance de escolha

O ensaio foi realizado com lagartas individualizadas, observando a eficácia dos óleos essenciais por ingestão de dieta natural.

No ensaio com dieta natural seções de folhas de milho (4 x 5 cm) (cultivar C 303) foram preparadas como no anterior. As folhas foram recortadas e imersas nas soluções de óleo essencial, preparadas no momento da utilização, pela diluição em etanol e água destilada na proporção de 1:1. As concentrações utilizadas foram mil-folhas 0,0002 %, tomilho 0,001 % e o nim foi diluído a 1,0%, de acordo com testes preliminares. O controle foi imerso em 50 % de etanol e 50 % de água destilada.

Para a imersão, seções foliares foram mergulhadas por alguns segundos nas soluções preparadas, e foram colocadas para secar em temperatura ambiente por 20 minutos sem muita ventilação até que a água na superfície da folha secasse (Roel et al., 2000; Gonçalves et al., 2001).

Em seguida, foram colocadas em tubos de ensaio (8,5 x 2,5 cm) contendo um chumaço de algodão umedecido para manter a folha túrgida. Colocou-se uma lagarta de 3º instar (10 dias) e o tubo de ensaio foi vedado com papel plástico transparente com pequenos furos para a entrada de ar.

As variáveis área foliar consumida e mortalidade foram verificadas após 24 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (dois óleos essenciais, óleo de nim e controle) e 10 repetições para cada tratamento e três lagartas por repetição. As médias foram avaliadas pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Teste com chance de escolha

No ensaio que avalia a preferência das lagartas a seções foliares com diferentes tratamentos, pode-

se observar o comportamento do inseto a diferentes aromas acarretando repelência ou atração.

O óleo essencial de mil-folhas a 0,0002% teve consumo médio de área foliar significativamente maior (221,20 mm²) do que a testemunha e demais tratamentos, com alto potencial de atração da lagarta *S. frugiperda*. O consumo da área foliar de seções de folha de milho com etanol e água destilada, referente à testemunha, foi de apenas 78,80 mm² após 24 horas da sua liberação, intensificando a preferência da lagarta às seções tratadas com mil-folhas (Figura 1).

Confirmando o resultado observado no teste com chance de escolha, vários artigos relatam a atratividade do composto germacreno-D, presente no óleo essencial da espécie mil-folhas, à lagarta *S. frugiperda* com área foliar consumida de aproximadamente três vezes o valor da testemunha. Tahara et al. (1975) segundo o esqueleto do sesquiterpeno germacreno D imita feromônios sexuais de insetos. As fêmeas da barata *Periplaneta americana* L. produz dois feromônios sexuais conhecidos como periplanona A e periplanona B que são derivados do germacreno D (Nishino et al., 1989).

Pesquisas de Manjunatha et al. (1998) e Pow et al. (1999) relatam a influência do óleo essencial de mil-folhas sobre o ácaro *Amblyseius cucumeris*. Em ambas, ensaios olfativos sobre *Amblyseius cucumeris* demonstraram alta resposta ao composto germacreno-D aumentando a atratividade a plantas infestadas por tripes *Frankliniella occidentalis*, o qual responde mais ao composto E-β-farneseno, também presente no óleo de mil-folhas. Recentemente, Backman et al. (2001), por meio da eletroantografia acoplada a cromatografia gasosa, detectou alta resposta da antena de fêmeas da mariposa *Cydia pomonella* aos compostos linalool, β-cariofileno, E-β-farneseno, germacreno D e E,E-α-farneseno. Esses constituintes, exceto germacreno D estão presentes no óleo essencial de mil-folhas em pequenas concentrações, porém podem atuar sinergicamente com o germacreno D, que possui efeito comprovado por inúmeros experimentos.

Stranden et al. (2002) observaram em mariposa *Helicoverpa armigera* maior quantidade de neurônios receptores com alta sensibilidade e seletividade ao sesquiterpeno germacreno D.

O óleo essencial de tomilho ocasionou repelência à lagarta com 49,20 mm² de área média foliar consumida, apesar de não haver diferença significativa em relação à testemunha. Trabalhos de Anderson et al. (1993) relataram que as mais abundantes células receptoras olfativas das antenas de fêmeas de *Spodoptera littoralis* são as que respondem aos terpenos aromáticos, carvacrol, eugenol e timol, sendo esses deterrentes de oviposição.

O óleo de nim, por ser repelente e fagodeterrente para inúmeros insetos, obteve menor área foliar consumida pela lagarta-do-cartucho com média de 12,60 mm², não diferindo da testemunha (Figura 1).



FIGURA 1. Área foliar de seção de milho tratada com óleo essencial de mil-folhas, óleo essencial de tomilho, óleo de nim e testemunha consumida por lagartas *S. frugiperda* em teste com chance de escolha. Médias com diferenças significativas pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$).

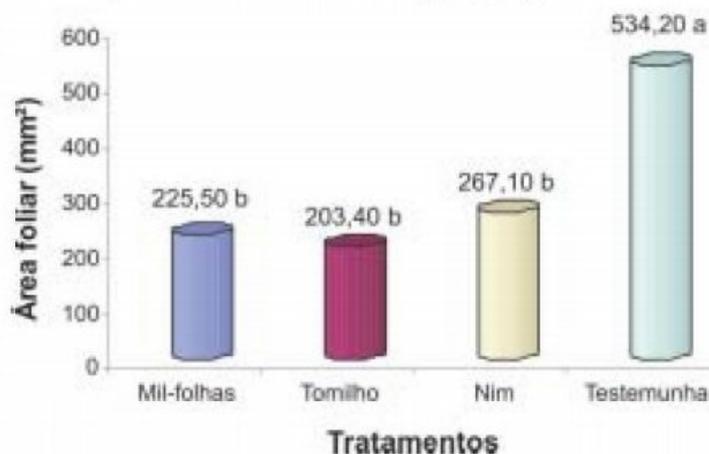


FIGURA 2. Área foliar de seção de milho tratada com óleo essencial de mil-folhas, óleo essencial de tomilho, óleo de nim e testemunha consumida por lagartas *S. frugiperda* em teste sem chance de escolha. Médias com diferenças significativas pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$).

Teste sem chance de escolha

O consumo das seções foliares tratadas foi significativamente menor em relação a testemunha, contendo apenas etanol e água destilada, sendo a área média consumida de 534,20 mm² (figura 2). Nas seções de folha de milho com os tratamentos o consumo foi apenas o suficiente para sua sobrevivência.

No tratamento contendo mil-folhas as lagartas se alimentaram durante 24 horas de uma área equivalente a 225,50 mm², aproximadamente metade da área consumida pelas lagartas na testemunha, podendo-se constatar que esse óleo essencial atrai a lagarta em estudo, porém não mantém sua alimentação após a picada de prova, atuando como deterrente alimentar.

Trabalhos utilizando extratos de mil-folhas relatam repelência à determinadas espécies de insetos como *Culex pipiens* (Mauer e Rowley, 1999), *Sitophilus granarius* (Ignatowicz, 1998) e *Aedes aegypti* (Thorsel e Tunon, 1998). Pode-se sugerir que o composto germacreno-D presente no óleo essencial de mil-folhas possui atividade atrativa à *S. frugiperda*, porém outros compostos como azuleno, farneseno,

cariofleno, entre outros presentes neste óleo, podem atuar como deterrente alimentar. Sugerem-se avaliações posteriores da preferência de cada constituinte do óleo essencial de mil-folhas isoladamente.

No tratamento contendo tomilho e nim, o consumo foi semelhante, com área média em torno de 200,00 mm² (Figura 2). O timol, composto majoritário do óleo essencial de tomilho, possui registro na United States Environmental Protection Agency (EPA) como ingrediente ativo de produtos pesticidas com ação repelente. O óleo de nim (*Azadirachta indica*) é utilizado comercialmente como fagodeterrente, e sua ação tem sido comprovada sobre o comportamento de inúmeros insetos (Simmonds et al., 2004; Ebert et al., 2004; Showler et al., 2004; Ju et al., 2003; Murai, 2003; Abudulai et al., 2003).

Pode-se constatar que o consumo de área foliar das lagartas *S. frugiperda* nas seções foliares contendo os óleos essenciais de ambas as plantas e óleo de nim, foi equivalente a menos da metade do consumo das seções foliares da testemunha. Em nenhum dos tratamentos houve estimulação para alimentação após

a picada de prova. Sugere-se que em teste de campo esses dados sejam confirmados para diminuir a perda foliar pela infestação da lagarta-do-cartucho na cultura do milho, reduzindo o prejuízo econômico.

CONCLUSÃO

Observa-se que o óleo de mil-folhas é altamente atrativo à *Spodoptera frugiperda*, possivelmente devido à presença do composto germacreno-D, apesar de não estimular a alimentação. Em contrapartida, o óleo essencial do tomilho demonstrou ser repelente em ambos os testes com e sem chance de escolha a esse inseto.

AGRADECIMENTO

Aos Departamentos de Química e Entomologia da UFLA; à CAPES pela concessão da bolsa de estudo e ao CNPq pela bolsa de produtividade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABUDULAI, M.; SHEPARD, B. M.; MITCHELL, P. L. Antifeedant and toxic effects of a neem (*Azadirachta indica* A. Juss)- based formulation Neemix[®] against *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Entomological Science**, v. 38, n. 3, p. 398-408, 2003.
- AGARWAL, M.; WALIA, S.; DHINGRA, S.; KHAMBAY, B.P.S. Insect growth inhibition, antifeedant and antifungal activity of compounds isolated/derived from *Zingiber officinale* Roscoe (ginger) rhizomes. **Pest Management Science**, 57, p. 289-300, 2001.
- ANDERSON, P.; HILKER, M.; HANSSON, B. S.; BOMBOSCH, S.; KLEIN, B.; SCHILDKNECHT, H. Oviposition deterring components in larval frass of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae): a behavioural and electrophysiological evaluation. **Journal of Insect Physiology**, v. 39, n. 2, p. 129-137, 1993.
- BACKMAN, A. C.; BENGTSSON, M.; BORG-KARLSSON, A. K.; LIBLIKAS, I.; WITZGALL, P. Volatiles from apple (*Malus domestica*) eliciting antennal responses in femalecodling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae): effect of plant injury and sampling technique. **Zeitschrift fur Naturforschung**, Section C. Biosciences, v. 56, n. 3-4, p. 262-268, 2001.
- CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; GUERREIRO, M. C.; MUNIZ, F. R.; BALIZA, D. P. Identificação química do óleo essencial de *Achillea millefolium* e *Thymus vulgaris*". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 63., 2003, Ouro Preto. Resumos... Ouro Preto: Centro de Artes e de Convenções da Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2003.
- CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. de A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M.I.L. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: UFC, 1981, 210p.
- EBERT, T. A.; DERKSEN, R. C.; DOWNER, R. A.; KRAUSE, C. R. Comparing greenhouse sprayers: the dose-transfer process. **Pest Management Science**, v. 60, n. 5, p. 507-513, 2004.
- FARAG, R. S.; ABD-EL-AZIZ, O.; ABD-EL-MOEIN, N. M.; MOHAMED, S. M. Insecticidal activity of thyme and clove essential oils and their basic compounds on cotton leaf worm (*Spodoptera littoralis*). **Bulletin of Faculty of Agriculture**, University of Cairo, v. 45, n. 1, p. 207-230, 1994.
- GONÇALVES, M.E.C.; OLIVEIRA, J.V.; BARROS, R.; TORRES, J.B. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: tetranychidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p.305-309, 2001.
- GOUSSAIN, M.M.; **Efeito da aplicação do silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)**. 64f. 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras.
- IGNATOWICS, S. Powdered herbs of the Daisy family (Compositae) as repellents or attractants for the grain weevil, *Sitophilus granarius* (L.), and the rice weevil, *S. oryzae* (L.). **Annals of Warsaw Agricultural University**, n. 19, ref. 24, p. 15-28, 1998.
- JU, Y. W.; ZHAO, B. G.; CHEN, L.; WANG, W. H.; GAO, S. W. Effects of neem extracts on feeding of *Batocera horsfieldi*. **Journal of Nanjing Forestry University**, v. 27, n. 5, p. 85-87, 2003.
- KASTEN JUNIOR, P.; PRECETTI, A. A. C. M.; PARRA, J. R. P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 53, n.1/2, p.68-78, 1978.
- MANJUNATHA, M.; PICKETT, J. A.; WADHAMS, L. J.; NAZZI, F. Response of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* and its predator *Amblyseius cucumeris* to chrysanthemum volatiles in olfactometer and greenhouse trials. **Insect Science and its Application**, v. 18, n. 2, p. 139-144, 1998.
- MAUER, D. J.; ROWLEY, W. A. Attraction of *Culex pipiens pipiens* (Diptera: Culicidae) to flower volatiles. **Journal of Medicinal Entomology**, v. 36, n. 4, p. 503-507, 1999.
- MORSY, T. A.; SHOUKRY, A.; MAZYAD, S. A.; MAKLED, K.M. The effect of the volatile oils of *Chenopodium ambrosoides* and *Thymus vulgaris* against the larvae of *Lucilia sericata* (Meigen). **Journal of the Egyptian Society of Parasitology**, v. 28, n. 2, p. 503-510, 1998.

- MURAI, A. Studies aimed at the total synthesis of azadirachtin as an insect antifeedant. **Journal of Toxicology, Toxin Reviews**, v. 22, n. 4, p. 617-632, 2003.
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, vol. 10, 2002. 920p.
- POW, E. M.; BENNISON, J. A.; BIRKETT, M. A.; LUSZNAK, M. J.; MANJUNATHA, M.; PICKETT, J. A.; SEGERS, I. S.; WADHAMS, L. J.; WAR-DLOW, L. R.; WOODCOCK, C. M.; VIERBER-GEN, G.; TUNCCEDILLA, I. D. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA, 6., 1999. Antalya. **Proceedings...** Antalya, Turkey: Akdeniz University, 1999. p. 121-128.
- ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. O efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e na sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n.1, p. 53-58, 2000.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p. 505-512, 1974.
- SHOWLER, A. T.; GREENBERG, S. M.; ARNASON, J. T. Deterrent effects of four neem-based formulations on gravid female boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and oviposition on cotton squares. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 414-421, 2004.
- SIMMONDS, M. S. J.; JARVIS, A. P.; JOHNSON, S.; JONES, G. R.; MORGAN, E. D. Comparison of anti-feedant and insecticidal activity of nimbin and salannin photo-oxidation products with neem (*Azadirachta indica*) limonoids. **Pest Management Science**, v. 60, n. 5, p. 459-464, 2004.
- STRANDEN, M.; BORG-KARLSON, A. K.; MUSTAPARTA, H. Receptor neuron discrimination of the germacrene D enantiomers in the moth *Helicoverpa armigera*. **Chemical Senses**, v. 27, n. 2, p. 143-152, 2002.
- TAHARA, S.; YOSHIDA, M.; MIZUTANI, J.; KITAMURA, C.; TAKAHASHI, S. A sex stimulant to the american cockroach in the Compositae plants. **Agriculture Biological Chemistry**, v. 39, p. 1517-1518, 1975.
- THORSEL, W.; TUNON, H. Ortho hydroxy-substituted molecules might be of importance for the prevention of bloodsucking by mosquitoes. **Phytomedicine**, v. 5, n. 4, p. 307-310, 1998.
- TRABOULSI, A. F.; TAOUBI, K.; EL-HAJ, S.; BESSIERE, J. M.; RAMAL, S. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). **Pest Management Science**, v. 58, p. 491-495, 2002.