

CÍCERO ANTÔNIO MARIANO DOS SANTOS

**TOXICIDADE DE EXTRATOS DE *Solanum habrochaites* (SOLANACEAE)
PARA *Anticarsia gemmatalis* (LEP: EREBIDAE) E SELETIVIDADE A
Palmistichus elaeisis (HYM: EULOPHIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S237t
2015 Santos, Cícero Antônio Mariano dos, 1989-
Toxicidade de extratos de *Solanum habrochaites*
(Solanaceae) para *Anticarsia gemmatalis* (Lep: Noctuidae) e
seletividade a *Palmistichus elaeisis* (Hym: Eulophidae) / Cícero
Antônio Mariano dos Santos. – Viçosa, MG, 2015.
ix, 43f. : il. ; 29 cm.

Orientador: José Cola Zanúncio.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pragas - Controle biológico. 2. *Anticarsia gemmatalis*.
3. *Solanum habrochaites*. 4. Toxicidade. 5. *Palmistichus*
elaeisis. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Biologia Animal. Programa de Pós-graduação em Entomologia.
II. Título.

CDD 22. ed. 632.96

CÍCERO ANTÔNIO MARIANO DOS SANTOS

**TOXICIDADE DE EXTRATOS DE *Solanum habrochaites* (SOLANACEAE)
PARA *Anticarsia gemmatalis* (LEP: EREBIDAE) E SELETIVIDADE A
Palmistichus elaeisis (HYM: EULOPHIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 22 de julho de 2015

Jorge Abdala Dergam dos Santos

Luis Carlos Martinez Castrillón

Rafael Coelho Ribeiro

Eduardo Vinicius Vieira Varejão
(Coorientador)

José Cola Zanuncio
(Orientador)

AGRADEÇO

*A Deus pela sabedoria e paciência para concretizar este trabalho
e por não me abandonar e estar sempre ao meu lado nos
momentos difíceis dessa caminhada, pois a caminhada é árdua,
mas a recompensa é maior...*

DEDICO

*A minha mãe, Maria de Fátima Mariano da Cruz e minha irmã
Rita de Cássia Mariano dos Santos, por serem minha fonte de
estimulo e inspiração para nunca desistir perante as dificuldades
e sempre ir em busca dos meus sonhos, respeitando e atendendo
os conselhos dos mais experientes.*

*A vida pode até nos derrubar, mas só a gente tem a escolha de
levantar...*

AGRADECIMENTOS

A Deus, presente em todos os momentos e por ter me concedido força, humildade e sabedoria nos momentos difíceis.

Ao Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade de realização desta pesquisa e pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Ph.D. José Cola Zanuncio, pelos ensinamentos durante o curso de pós-graduação, e eficiência na orientação desta pesquisa.

A minha Mãe e Irmã pelos conselhos e por sempre me apoiarem em todas as minhas decisões e estarem ao meu lado nos momentos difíceis.

Ao Professor Dr. Eduardo Vinicius Vieira Varejão e ao Professor Dr. José Eduardo Serrão, pelas valiosas sugestões e amizade e a co-orientação e sugestões da Angélica Plata.

Aos colegas do Laboratório de Controle Biológico de Insetos: Em especial Rafael Ribeiro pelas correções e dicas na confecção desta dissertação, Francisco Rodrigues, Isabel Moreira, Julio Poderoso, Bárbara, Vagner Calixto, Pedro Lemes, Juliana, Leonardo e Bruno pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da UFV, Sr. Antonio e José Milton pela amizade.

Aos meus amigos da Graduação que, mesmo longe, nunca deixaram de me apoiar e dar força sempre que precisei, em especial, Paulo Ricardo, Jardel Roberto, Rondynele, Jonas, Thayslam, Tamires, Dayne e Rosênya.

A todos os membros da minha família.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CICERO ANTONIO MARIANO DOS SANTOS, filho de Maria de Fátima Mariano da Cruz e Ednaldo Pereira dos Santos, nasceu no distrito do Carmo em São José do Belmonte, Pernambuco, Brasil, no dia 20 de maio de 1989.

Em fevereiro de 2009 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, Campus Cariri, concluindo-o em julho de 2013.

Foi bolsista de iniciação acadêmica de janeiro a outubro de 2010. E de iniciação científica no laboratório de Entomologia Agrícola da UFC-Cariri de novembro de 2010 a julho de 2013.

Em agosto de 2013 iniciou os estudos no Programa de Pós-graduação em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, submetendo a defesa de dissertação em julho de 2015.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS	4
ATIVIDADE DE EXTRATOS DE <i>Solanum habrochaites</i> (SOLANACEAE) PARA <i>Anticarsia gemmatalis</i> (LEP: EREBIDAE) E TOXICIDADE A <i>Palmistichus elaeisis</i> (HYM: EULOPHIDAE)	10
RESUMO:	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Material vegetal	14
2.2 Procedimentos químicos gerais	14
2.3 Obtenção e fracionamento dos extratos de partes aéreas	15
2.4 Criação da espécie-praga, <i>A. gemmatalis</i>	16
2.5 Criação do parasitoide <i>Palmistichus elaeisis</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	17
2.6 Bioensaios de Toxicidade	17
2.6.1 Ovos	17
2.6.2 Lagartas	18
2.6.3 Susceptibilidade do parasitoide	18
2.7 Análise estatística	19
3. RESULTADOS	19
3.1 Constituintes Químicos	19
3.2 Ovos	20
3.3 Lagartas	20
3.4 Susceptibilidade do parasitoide	21
4. DISCUSSÃO	21
4.1 Constituintes químicos	21
4.2 Ovos	22
4.3 Lagartas	23
4.4 Susceptibilidade do parasitoide	24
5. CONCLUSÕES	25
6. AGRADECIMENTOS	25
7. REFERÊNCIAS	27

RESUMO

SANTOS, Cícero Antônio Mariano dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2015. **Toxicidade de extratos de *Solanum habrochaites* (Solanaceae) para *Anticarsia gemmatalis* (Lep: Erebidae) e seletividade a *Palmistichus elaeisis* (Hym: Eulophidae)**. Orientador: José Cola Zanuncio. Coorientadores: Eduardo Vinícius Vieira Varejão, José Eduardo Serrão e Rosa Angelica Plata Rueda.

Anticarsia gemmatalis Hubner (Lepidoptera: Erebidae), com ampla distribuição geográfica, pode causar desfolhas extremas em oleaginosas. Parasitoides são agentes de controle, que regulam populações de insetos-praga. *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) tem sido alvo de estudos devido à sua capacidade de parasitismo e de busca. Compostos naturais com atividade inseticidas são estratégias promissoras para o controle de pragas, serem menos nocivos a humanos e mais biodegradáveis ao ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de extratos de *Solanum habrochaites* Knapp & Spooner (Solanaceae) para ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e a seletividade ao parasitoide *P. elaeisis*. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise e Síntese de Agroquímicos do Departamento de Química e no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LCBI) na Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Indivíduos de *A. gemmatalis* e *P. elaeisis* foram obtidos das criações massal do LCBI. Folhas e ramos de *S. habrochaites* foram secas em estufa ventilada a 40 °C e a extração foi realizada por maceração a frio utilizando-se etanol 98%. Extratos brutos de *S. habrochaites* foram particionados em diclorometano (EDSH), acetato de etila (EASH) e metanol (EMSH) e submetidos ao fracionamento por cromatografia em coluna de sílica-gel. Ovos e lagartas de terceiro estágio de *A. gemmatalis* e adultos de *P. elaeisis* foram expostos aos concentrados de 1, 2, 10, 15 e 20% (v/v) dos extratos para obtenção das CL₅₀ e CL₉₀. Análises do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano por cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas permitiram identificar 14 moléculas, entre elas, hidrocarbonetos de cadeia longa, ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, metil cetonas e aldeídos. O extrato bruto e as frações em diclorometano de *S. habrochaites*, foram tóxicos para ovos de *A. gemmatalis*, CL₅₀ e CL₉₀ de 1,67% e 7,27%; 2,83% e 6,95%, respectivamente. Extrato em acetato de etila foi tóxico para *P. elaeisis*, com CL₅₀ 15,07% e CL₉₀ 37,05%, os demais extratos foram seletivos ao parasitoide. O extrato em diclorometano foi letal para imaturos de *A. gemmatalis* com CL₅₀ de 5,70% e CL₉₀ 28,52% e seletivo para *P. elaeisis*. A eficiência do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano para ovos e

imatuos de *A. gemmatalis* e sua seletividade a *P. elaeisis* mostram seu potencial para programas de controle de pragas.

ABSTRACT

SANTOS, Cícero Antônio Mariano dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2015. **Toxicity of *Solanum habrochaites* (Solanaceae) extracts to *Anticarsia gemmatalis* (Lep: Erebidae) and selectivity to *Palmistichus elaeisis* (Hym: Eulophidae).** Adviser: José Cola Zanuncio. Co-advisers: Eduardo Vinícius Vieira Varejão, José Eduardo Serrão e Rosa Angelica Plata Rueda.

Anticarsia gemmatalis Hubner (Lepidoptera: Erebidae), with wide distribution, can cause extreme defoliation in soybean plants. Parasitoids are biocontrol agents that regulate populations of insect pests. *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) has been investigated due to its searching and parasitism capacity. Natural compounds with insecticidal activity are promising strategies for pest control, being less harmful to humans and the environment and more biodegradable. The objective of this study was to evaluate the toxicity of *Solanum habrochaites* Knapp & Spooner (Solanaceae) extracts to eggs and caterpillars of *A. gemmatalis* and selectivity to the parasitoid *P. elaeisis*. The survey was conducted in the Laboratory of Analysis and Agrochemical Synthesis of the Department of Chemical and at the Laboratory of Biological Control of Insects (LCBI) in Viçosa Universidade Federal de Viçosa in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Individuals of *A. gemmatalis* and *P. elaeisis* were obtained from mass rearing of the LCBI. Leaves and stems of *S. habrochaites* were dried in a ventilated oven at 40 °C and the extraction performed by cold maceration using 98% ethanol. Crude extracts of *S. habrochaites* was partitioned in dichloromethane (EDSH), ethyl acetate (EASH) and methanol (EMSH) and subjected to fractioning by silica gel column chromatography. Eggs and third instar *A. gemmatalis* larvae and adults *P. elaeisis* were exposed to the concentrations of 1, 2, 10, 15 and 20% (v/v) to obtain the CL₅₀ and CL₉₀ for *S. habrochaites* extracts. Analysis of *S. habrochaites* in dichloromethane extract by gas chromatography coupled to mass spectrometry permitted the identification of 14 molecules, including long chain hydrocarbons, esters of long chain fatty acids, methyl ketones and aldehydes. The crude extract and fractions in dichloromethane of *S. habrochaites* were toxic to *A. gemmatalis* eggs with LC₅₀ and LC₉₀ of 1.67% and 7.27%; 2.83% and 6.95%, respectively. Extract in ethyl acetate was toxic to *P. elaeisis* with CL₅₀ CL₉₀ 15.07% and 37.05%, the remaining extracts were selective to the parasitoid. The dichloromethane extract was lethal to immature *A. gemmatalis* with CL₅₀ CL₉₀ of 5.70% and 28.52% and selective for *P. elaeisis*. The efficiency of *S. habrochaites* extract in dichloromethane to eggs and

immature *A. gemmatalis* and its selectivity to *P. elaeisis* show its potential for pest control programs.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Produtos químicos sintéticos têm sido uma estratégia de sucesso no controle de insetos-praga (Maia & Moore 2011, Boulogne et al. 2012, Ghosh et al. 2012). No entanto, o uso indiscriminado destes compostos pode causar poluição ambiental, resíduos nos alimentos e resistências de pragas, o que tem aumentado a busca por pesticidas seguros (Lichtfouse et al. 2009, Isman et al. 2011, Pavela 2011).

Um total de 656 espécies de plantas de 110 famílias foram identificadas com atividade inseticida (Boulogne et al. 2012). Compostos secundários de plantas presentes em tecidos ou células específicas, como tricomas glandulares epidérmicos na superfície de folhas, flores e frutos representou a primeira linha de defesa contra insetos e patógenos (Besser et al. 2009, Olsson et al. 2009, Maes et al. 2011). Produtos de origem vegetal, são considerados menos nocivos a humanos que a maioria dos inseticidas convencionais (Tunc et al. 2000), além de serem mais biodegradáveis (Phillips & Throne 2010).

Compostos naturais com atividade inseticidas são promissores para o controle de pragas (Pavela 2009, Pavela et al. 2010, Kebede et al. 2010), sendo capazes de inibir o desenvolvimento dos insetos (Chariandy et al. 1999), agir como barreiras fagoestimulantes na alimentação de insetos (Bruce & Pickett 2011) e atuarem como repelentes (Akhtar et al. 2012). Metabólitos de plantas, como alcalóides, flavonóides, saponinas e terpenóides (Boulogne et al. 2012) representam uma perspectiva limpa para o controle de insetos-praga (Lenardis et al. 2011, Zoubiri & Baaliouamer 2011). No entanto, a busca e desenvolvimento de produtos de origem natural para o controle de pragas agrícolas são, ainda, limitados (Oliveira et al. 2007, Fazolin et al. 2007, Phillips & Throne 2010).

Solanum habrochaites Knapp & Spooner (Solanaceae) (sin. *Lycopersicon hirsutum* Humb & Bonp), uma espécie de tomate silvestre nativa do sul do Equador e Peru e nas encostas ocidentais dos Andes em altitudes entre 400 e 4000 m (Sifres et al. 2011), sintetiza metabólitos secundários (Bleeker et al. 2009, 2011), com atividade contra insetos-praga desfolhadores e sugadores (Gilardon et al. 2001, Antonious et al. 2003). Tricomas glandulares de Solanaceae sintetizam terpenóides, açúcares, acil fenilpropanoides, alcalóides e metilcetonas (Schilmiller et al. 2008, 2010, Schmidt et al. 2011, 2012). Estes compostos estão envolvidos na defesa das plantas contra pragas e patógenos como toxinas ou repelentes ou indiretamente por interações tritróficas (Croteau et al. 2005, Ambrósio et al. 2008, Bleeker et al. 2011).

Anticarsia gemmatalis Hübner (Lepidoptera: Erebidae) desfolha oleaginosas (Walker et al. 2000) e apresenta ampla distribuição geográfica, da região central dos Estados Unidos à Argentina e em algumas ilhas da Índia (Riffel et al. 2012). No Brasil, essa praga ocorre durante todo o ano, especialmente nas fases de desenvolvimento vegetativo das culturas, tornando muitas vezes necessária a aplicação de inseticidas sintéticos (Navickiene et al. 2007, Panizzi 2013). O uso exagerado desses compostos podem causar riscos ecológicos, toxicológicos e elevar custos de produção (Youssef et al. 2004, Hegazi et al. 2007) e, por isso, controles alternativos têm sido estudados (De Nardo et al. 2001).

Inimigos naturais, são importantes agentes de controle natural de insetos-praga (Zanuncio et al. 1993, Zanuncio et al. 2002) e desempenham papel importante no manejo integrado de pragas MIP (Molina-Rugama et al. 1997). Parasitoides são agentes de controle (Oliveira et al. 2000) de insetos-praga (Pennacchio & Strand 2006) e representam uma alternativa ao controle químico. A família Eulophidae apresenta 297 gêneros e 4.472 espécies, com relatos de sucesso em programas de controle biológico

(Perreira et al. 2008, Noyes 2015). *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu e *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) se destacam devido à sua capacidade de parasitismo (Chichera et al. 2012, Zaché et al. 2012). *Palmistichus elaeisis* é uma das espécies de Eulophidae com maior capacidade de busca (Chichera et al. 2012). Pesticidas e biopesticidas são constantemente usados na agricultura, mas pouco se sabe sobre seus impactos em agentes de controle biológico (Heckman et al. 2006, Zanuncio et al. 1998). A investigação dos efeitos de bioinseticidas em insetos não-alvo é importante devido o parasitismo e predação de inimigos naturais nos programas de controle biológico de pragas (Prabhaker et al. 2011). O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de extratos de *S. habrochaites* em solventes diclorometano, acetato de etila e metanol para ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e seletividade a *P. elaeisis*.

2. REFERÊNCIAS

- Akhtar, Y. L.; Pages, E.; Stevens, A.; Bradbury, R.; Camara, C. A. G.; Isman, M. B. 2012. Effect of chemical complexity of essential oils on feeding deterrence in larvae of the cabbage looper. *Physiol. Entomol.* 37: 81-91.
- Ambrósio, S. R.; Oki, Y.; Heleno, V. C. G.; Chaves, J. S.; Nascimento, P. G.; Lichston, J. E.; Constantino, M. G.; Varanda, E. M.; Da Costa, F. B. 2008. Constituents of glandular trichomes of *Tithonia diversifolia*: relationships to herbivory and antifeedant activity. *Phytochemistry* 69: 2052-2060.
- Antonious, G. F.; Dahlman, D. L.; Hawkins, L. M. 2003. Insecticidal and acaricidal performance of methyl ketones in wild tomato leaves. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 71: 400-407.
- Besser, K.; Harper, A.; Welsby, N.; Schauvinhold, I.; Slocombe, S.; Li, Y.; Dixon, R. A.; Broun, P. 2009. Divergent regulation of terpenoid metabolism in the trichomes of wild and cultivated tomato species. *Plant Physiol.* 149: 499-514.
- Bleeker, P. M.; Diergaarde, P. J.; Ament, K.; Guerra, J.; Weidner, M.; Schutz, S.; de Both, M. T.; Haring, M. A.; Schuurink, R. C. 2009. The role of specific tomato volatiles in tomato-whitefly interaction. *Plant Physiol.* 151: 925-935.
- Bleeker, P. M.; Spyropoulou, E. A.; Diergaarde, P. J.; Volpin, H.; DeBoth, M. T. J.; Zerbe, P.; Bohlmann, J.; Falara, V.; Matsuba, Y.; Pichersky, E.; Maring, M. A.; Schuurink, R. C. 2011. RNA-seq discovery, functional characterization, and comparison of sesquiterpene synthases from *Solanum lycopersicum* and *Solanum habrochaites* trichomes. *Plant Mol. Biol.* 77: 323-336.
- Boulogne, I.; Petit, P.; Ozier-Lafontaine, H.; Desfontaines, L.; Loranger-Merciris, G. 2012. Insecticidal and antifungal chemicals produced by plants: a review. *Environ. Chem. Lett.* 10: 325-347.
- Bruce, T. J. A.; Pickett, J. A. 2011. Perception of plant volatile blends by herbivorous insects-Finding the right mix. *Phytochemistry* 72: 1605-1611.
- Chariandy, C. M.; Seaforth, C. E.; Phelps, R. H.; Pollard, G. V.; Khambay, B. P. 1999. Screening of medicinal plants from Trinidad and Tobago for antimicrobial and insecticidal properties. *J. Ethnopharmacol.* 64: 265-270.

- Chichera, R. A.; Pereira, F. F.; Kassab, S. O.; Barbosa, R. H.; Pastori, P. L.; Rossoni, C. 2012. Ability to quest and reproduction of *Trichospilus diatraeae* and *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Interciencia* 37: 852-856.
- Croteau, R. B.; Davis, E. M.; Ringer, K. L.; Wildung, M. R. 2005. 2-Menthol biosynthesis and molecular genetics. *Naturwissenschaften* 92: 562-577.
- De Nardo, E. A. B.; Maia, A. H. N.; Watanabe, M. A. 2001. Effect of a formulation of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae), using the fertility life table parameters. *Environ. Entomol.* 30: 1164-1173.
- Fazolin, M.; Estrela, J. L. V.; Catani, V.; Alécio M. R.; Lima M. S. 2007. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum*, *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. *Cienc. Agrotec.* 31: 113-120.
- Ghosh, A.; Chowdhury, N.; Chandra, G. 2012. Plant extracts as potential mosquito larvicides. *Indian J. Med. Res.* 135: 581-598.
- Gilardon, E.; Pocovi, M.; Hernández, C.; Olsen, A. 2001. Papel dos tricomas glandulares da folha do tomateiro na oviposição de *Tuta absoluta*. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 36: 585-588.
- Heckman, K. L.; Rasoazanabary, E.; Machlin, E.; Godfrey, L. R.; Yoder, A. D. 2006. Incongruence between genetic and morphological diversity in *Microcebus griseorufus* of *Beza Mahafaly*. *BMC Evol. Biol.* 6: 98.
- Hegazi, E.; Herz, A.; Hassan, S. A.; Khafagi, W. E.; Agamy, E.; Zaitun, A.; El-Aziz, G. A.; Showeil, S.; El-Said, S.; Khamis, N. 2007. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and the jasmine moth (*Palpita unionalis*, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. *Biol. Control* 43: 171-187.
- Isman, M. B.; Miresmailli, S.; Machial, C. 2011. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochem. Rev.* 10: 197-204.

- Kebede, Y.; Gebre-Michael, T.; Balkew, M. 2010. Laboratory and field evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and Chinaberry (*Melia azedarach* L.) oils as repellents against *Phlebotomus orientalis* and *P. bergeroti* (Diptera: Psychodidae) in Ethiopia. *Acta Trop.* 113: 145-150.
- Lenardis, A. E.; Morvillo, C. M.; Gil, A.; Fuente, E. B. 2011. Arthropod communities related to different mixtures of oil (*Glycine max* L. Merr.) and essential oil (*Artemisia annua* L.) crops. *Ind. Crop Prod.* 34: 1340-1347.
- Lichtfouse, E.; Navarrete, M.; Debaeke, P.; Souchère, V.; Alberola, C.; Ménassieu J. 2009. Agronomy for sustainable agriculture. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29: 1-6.
- Maes, L.; Van Nieuwerburgh, F. C.; Zhang, Y.; Reed, D. W.; Pollier, J.; Vande Castele, S. R.; Inze, D.; Covello, P. S.; Deforce, D. L.; Goossens, A. 2011. Dissection of the phytohormonal regulation of trichome formation and biosynthesis of the antimalarial compound artemisinin in *Artemisia annua* plants. *New Phytol.* 189: 176-189.
- Maia, M. F.; Moore, S. J. 2011. Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malaria J.* 10: S11.
- Molina-Rugama, A. J.; Zanutcio, J. C.; Torres, J. B.; Zanutcio, T. V. 1997. Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. *Rev. Biol. Trop.* 45:1125-1130.
- Navickiene, H. M. D.; Miranda, J. E.; Bortoli, S. A.; Kato, M. J.; Bolzani, V. S.; Furlan, M. 2007. Toxicity of extracts and isobutyl amides from *Piper tuberculatum*: potent compounds with potential for the control of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*. *Pest Manag. Sci.* 63: 399-403.
- Noyes, J. S. 2015. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. Disponible em: <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>. Accessed on June 2015.
- Oliveira, H. N.; Zanutcio, J. C.; Pratisoli, D.; Cruz, I. 2000. Parasitism rate and viability of *Trichogramma maxacalii* (Hym.: Trichogrammatidae) parasitoid of the Eucalyptus defoliator *Euselasia apison* (Lep.: Riodinidae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). *For. Ecol. Manage.* 130: 1-6.

- Oliveira, M. S. S.; Roel, A. R.; Arruda, E. J.; Marques A. S. 2007. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Ciênc. Agrot. 31: 326-331.
- Olsson, M. E.; Olofsson, L. M.; Lindahl, A. L.; Lundgren, A.; Brodelius, M.; Brodelius, P. E. 2009. Localization of enzymes of artemisinin biosynthesis to the apical cells of glandular secretory trichomes of *Artemisia annua* L. Phytochemistry 70: 1123-1128.
- Panizzi, A. R. 2013. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. Neotrop. Entomol. 42: 119-127.
- Pavela, R. 2009. Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). Parasitol. Res. 105: 887-892.
- Pavela, R. 2011. Insecticidal and repellent activity of selected essential oils against of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* (Fabricius) adults. Ind. Crop. Prod. 34: 888-892.
- Pavela, R.; Sajfrtova, M.; Sovova, H.; Barnet, M.; Karban, J. 2010. The insecticidal activity of *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. extracts obtained by supercritical fluid extraction and hydrodistillation. Ind. Crop. Prod. 31: 449-454.
- Pennacchio, F.; Strand, M. R. 2006. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. Annu. Rev. Entomol. 51: 233-258.
- Pereira, F. F.; Zanoncio, J. C.; Tavares, M. T.; Pastori, P. L.; Jacques, G.C.; Vilela, E. F. 2008. New Record of *Trichospilus diatraeae* as a Parasitoid of the Eucalypt Defoliator *Thyrinteina arnobia* in Brazil. Phytoparasitica 36: 304-306.
- Phillips, T. W.; Throne, J. E. 2010. Biorational approaches to managing stored-product insects. Annu. Rev. Entomol. 55: 375-397.
- Pitta, R. M.; Boiça Júnior, A. L.; Jesus, F. G.; Tagliari, S. R. 2010. Seleção de genótipos resistentes de amendoimzeiro a *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) com base em análises multivariadas. Neotrop. Entomol. 39: 260-265.
- Prabhaker, N.; Castle, S. J.; Naranjo, S. E.; Toscano, N. C.; Morse, J. G. 2011. Compatibility of Two Systemic Neonicotinoids, Imidacloprid and Thiamethoxam, With Various Natural Enemies of Agricultural Pests. J. Econ. Entomol. 104: 773-781.
- Riffel, C. T.; Garcia, M. S.; Santi, A. L.; Basso, C. J.; Della-Flora, L. P.; Cherubin, M.R.; Eitelwein, M. T. 2012. Densidade amostral aplicada ao monitoramento

- georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. *Cienc. Rural* 42: 2112-2119.
- Schillmiller, A. L.; Last, R. L.; Pichersky, E. 2008. Harnessing plant trichome biochemistry for the production of useful compounds. *Plant J.* 54: 702-711.
- Schillmiller, A. L.; Shi, F.; Kim, J.; Charbonneau, A. L.; Holmes, D.; Jones, A. D.; Last, R. L. 2010. Mass spectrometry screening reveals widespread diversity in trichome specialized metabolites of tomato chromosomal substitution lines. *Plant J.* 62: 391-403.
- Schmidt, A.; Li, C.; Jones, A. D.; Pichersky, E. 2012. Characterization of a flavonol 3-*O*-methyltransferase in the trichomes of the wild tomato species *Solanum habrochaites*. *Planta* 236: 839-849.
- Schmidt, A.; Li, C.; Shi, F.; Jones, A. D.; Pichersky, E. 2011. Polymethylated myricetin in trichomes of the wild tomato species *Solanum habrochaites* and characterization of trichome-specific 3'/5'- and 7/4'-myricetin *O*-methyltransferases. *Plant Physiol.* 155: 1999-2009.
- Sifres, A.; Blanca, J.; Nuez, F. 2011. Pattern of genetic variability of *Solanum habrochaites* in its natural area of distribution. *Genet. Resour. Crop Evol.* 58: 347-360.
- Tunc, I.; Berger, B. M.; Erler, F.; Dagli, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-products insects. *J. Stored Prod. Res.* 36: 161-168.
- Walker, D. R.; All, J. N.; McPherson, R. M.; Boerma, H. R.; Parrott, W. A. 2000. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic *cryIAc* transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvet-bean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 613-622.
- Youssef, A. I.; Nasr, F. N.; Stefanos, S. S.; Elkhair, S. S. A.; Shehata, W. A.; Agamy, E.; Herz, A.; Hassan, S. A. 2004. The side-effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. *J. Appl. Entomol.* 128: 593-599.
- Zaché, B.; Zaché, R. R. D.; De Souza, N. M.; Dal Pogetto, M. H. F. D.; Wilcken, C. F. 2012. Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid

- of the eucalyptus defoliator *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Arctiidae). *Biocontrol Sci. Techn.* 22: 363-366.
- Zanuncio, J. C.; Batalha, V. C.; Guedes, R. N. C.; Picanço, M. C. 1998. Insecticide selectivity to *Supputius cincticeps* (Stal) (Het., Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep., Noctuidae). *J. Appl. Ent.* 122: 457-460.
- Zanuncio, J. C.; Molina-Rugama, A. J.; Santos, G. P.; Ramalho, F. S. 2002. Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 37: 1225-1230.
- Zanuncio, J. C.; Santana, D. K.; Nascimento, E. D.; Santos, G. P.; Alves, J. A.; Sartório, R. C.; Zanuncio, T. V. 1993. Lepidoptera desfolhadores de eucalipto: biologia, ecologia e controle. *IPEF/SIF.* 1: 140p.
- Zoubiri, S.; Baaliouamer, A. 2011. Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from. Algeria. *Food Chem.* 129: 179-182.

ATIVIDADE DE EXTRATOS DE *Solanum habrochaites* (SOLANACEAE) PARA *Anticarsia gemmatalis* (LEP: EREBIDAE) E TOXICIDADE A *Palmistichus elaeisis* (HYM: EULOPHIDAE)

RESUMO: *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Erebiidae) é uma das principais desfolhadoras de oleaginosas. O uso exagerado de inseticidas sintéticos implica em riscos ecológicos, toxicológicos e eleva os custos de produção. Extratos de plantas com potencial inseticida são uma alternativa no combate às pragas. *Solanum habrochaites* Knapp & Spooner (Solanaceae) apresenta elevada densidade de tricomas glandulares do tipo IV, ricos em tridecan-2-ona que são ativos contra artrópodes. *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) é um agente promissor no controle biológico como endoparasitoide gregário e generalista, com grande capacidade de busca e parasitismo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de extratos de *S. habrochaites* sobre ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e seletividade ao parasitoide *P. elaeisis*. A análise por cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas permitiu identificar a tridecan-2-ona como um dos compostos majoritários do extrato em diclorometano. Inviabilidade de ovos de *A. gemmatalis* foi maior em extrato bruto de *S. habrochaites*, com CL₅₀ de 1,67% (1,38-2,02%) e CL₉₀ de 7,27% (5,28-11,80%), e diclorometano, com CL₅₀ de 2,83% (2,41-3,25%) e CL₉₀ 6,95% (5,91-8,56%) e menor em extrato metanólico com CL₅₀ de 7,00% (6,00-8,05%). Extrato em diclorometano foi letal a lagartas, com CL₅₀ de 5,70% (4,14-8,08%) e CL₉₀ 28,52% (17,18-70,92%), e seletivo para *P. elaeisis*. Extrato em acetato de etila foi tóxico para *P. elaeisis* e os demais extratos foram seletivos. Eficiência do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano para ovos e imaturos de *A. gemmatalis* e seletividade a *P. elaeisis* mostram seu potencial para programas de Manejo Integrado de Pragas.

Palavras-chave: Controle alternativo, lagarta-da-soja, metil cetonas, tomate silvestre, tridecan-2-ona

1. INTRODUÇÃO

Anticarsia gemmatalis Hubner (Lepidoptera: Erebidae) é uma espécie subtropical (Pereira et al. 2008, Bueno et al. 2009, Foerster & Foerster 2009) com ampla distribuição geográfica, da região central dos Estados Unidos à Argentina e em algumas ilhas da Índia (Riffel et al. 2012). No Brasil, essa espécie-praga ocorre durante todo o ano, especialmente nas fases de desenvolvimento vegetativo das culturas (Navickiene et al. 2007, Panizzi 2013). Seus adultos têm asas com coloração castanha-acinzentada, cruzadas por uma mancha estreita de cor marrom ou preta. As lagartas são pretas ou verdes, com pequenas listras no dorso e nas laterais do corpo (Levy et al. 2008).

A lagarta-da-soja é uma das principais desfolhadoras de oleaginosas (Pitta et al. 2010), causando danos severos (Walker et al. 2000) em cultivos de *Arachis hypogaea* L. (amendoim), *Glycine max* L. (soja) (Fabaceae), *Gossypium hirsutum* L. (algodão) (Malvaceae), *Medicago sativa* L. (alfafa) (Fabaceae), *Oryza sativa* L. (arroz), *Phaseolus vulgaris* L. (feijão) (Fabaceae), *Triticum aestivum* L. (trigo) (Poaceae) e *Vicia faba* L. (fava) (Fabaceae), (Peng et al. 1997, Panizzi et al. 2004). Grãos de soja podem ser danificados após as lagartas penetrarem nas vagens, afetando a germinação e a qualidade nos mesmos (Walker et al. 2000, McPherson et al. 2008, Lourenção et al. 2010).

O uso exagerado de inseticidas sintéticos implica em riscos ecológicos, toxicológicos e eleva os custos de produção (Youssef et al. 2004, Hegazi et al. 2007) e, por isso, controles alternativos têm sido estudados (De Nardo et al. 2001). Extratos de plantas com potencial inseticida são uma alternativa no combate às pragas como uma biotecnologia limpa (Phillips & Throne 2010). A geração desses conhecimentos pode reduzir o emprego de pesticidas sintéticos e refletir em ganhos ambientais, além de

melhorar a qualidade de vida de pequenos e médios agricultores como uma fonte sustentável (Tavares et al. 2010).

Substâncias do metabolismo secundário de plantas são promissoras para o controle de *A. gemmatilis*, em sua maioria, biodegradáveis e com menores impactos ambientais (Phillips & Throne 2010). Além disso, a possibilidade de seleção de populações de insetos-praga resistentes a produtos de origem vegetal é menor que a observada para aqueles de origem sintética, por terem geralmente, maior complexidade estrutural (Rattan 2010).

Pesquisas com inseticidas botânicos têm mostrado a atividade de metabólitos secundários de plantas contra insetos-praga (Chakradhar et al. 2010, Baskar et al. 2011). Substâncias do metabolismo secundário de plantas podem causar repelência, deterrência alimentar, oviposição, esterilização, bloqueio do metabolismo, interferência no desenvolvimento e, a morte de insetos (Rattan 2010). Compostos de plantas são menos nocivos para humanos que a maioria dos inseticidas convencionais (Tunc et al. 2000), além de serem mais biodegradáveis e causarem menor impacto ambiental (Phillips & Throne 2010). No entanto, podem impor riscos aos organismos não-alvo, especialmente aos agentes de controle biológico (Tavares et al. 2009, Kimbaris et al. 2010).

Solanum habrochaites Knapp & Spooner (Solanaceae) é uma espécie de tomate silvestre resistente a diversas pragas (Saeidi et al. 2012), como a lagarta-do-fumo, *Manduca sexta* L. (Lepidoptera: Sphingidae) a lagarta-do-tomate *Heliothis zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuide), besouro-da-batata, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) (Williams et al. 1980), traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) (Gilardon et al. 2001, Leite et al. 2001), *Keiferia lycopersicella* Walsingham (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) (Lin et al. 1987). Estas resistências estão relacionadas à

elevada densidade de tricomas glandulares do tipo IV (Simmons & Gurr 2005, Murungi et al. 2009), especializadas na síntese, armazenamento e secreção de metabólitos secundários (Ben-Israel et al. 2009, Besser et al. 2009, Maes et al. 2011), ricos em tridecan-2-ona e undecan-2-ona, que são tóxicas a artrópodes (Chatzivasileiadis & Sabelis 1997, Chatzivasileiadis et al. 1999). Ademais, tem ácidos carboxílicos e sesquiterpênos com toxicidade contra espécies de lepidópteros e afídeos (Goffreda et al. 1990, Juvik et al. 1994, Frelichowski & Juvik 2001). O estudo da composição química do extrato de *S. habrochaites* poderá levar à identificação de constituintes bioativos, com potencial de desenvolvimento de formulações que possam controlar insetos-praga.

O parasitoide *Palmisthicus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) é um agente promissor no controle biológico (Pereira et al. 2008), como endoparasitoide gregário e generalista (Menezes et al. 2012) e relatado em pupas de Lepidoptera de diversas famílias como Arctiidae (Zaché et al. 2012), Bombycidae (Pereira et al. 2010), Crambidae (Bittencourt & Berti-Filho 2004, Chichera et al. 2012), Geometridae (Bittencourt & Berti-Filho 2004, Pereira et al. 2008), Hesperiiidae (Candelária & Wilcken 2014) Lymantriidae (Tavares et al. 2011, Zaché et al. 2012), Noctuidae (Bittencourt & Berti-Filho 2004, Andrade et al. 2010), Nymphalidae (Tavares et al. 2013), Pyralidae (Zaché et al. 2013) e Saturniidae (Tavares et al. 2012). Além disso, parasita pupas de Coleoptera em laboratório (Zanuncio et al. 2008, Pereira et al. 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de extratos de *S. habrochaites* em solventes diclorometano, acetato de etila e metanol sobre os ovos e as lagartas de *A. gemmatalis* e a seletividade ao parasitoide *P. elaeisis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Química Supramolecular e Biomimética do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LCBI) do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) em Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

2.1 Material vegetal

Folhas e ramos de *S. habrochaites* foram coletadas no campus da Universidade Federal de Viçosa no Departamento de Fitotecnia da UFV e processados de acordo com os itens 2.2 e 2.3.

2.2. Procedimentos químicos gerais

Extrações e procedimentos cromatográficos foram realizados utilizando-se solventes de grau analítico e previamente destilados. As separações cromatográficas a vácuo e em coluna aberta foram realizadas utilizando sílica-gel 60 (70-230 ou 230-400 mesh) como fase estacionária. As análises por cromatografia em camada delgada analítica foram feitas utilizando-se placas de sílica-gel 60 G F₂₅₄ com 0,25 mm de espessura e revelação com luz ultravioleta (254 e 366 nm) seguida por imersão em solução ácida de vanilina. As análises por cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas foram realizadas em cromatógrafo Shimadzu modelo CG-EM QP 5000A, equipado com coluna capilar DB-5 Supelco (30m x 0,25mm x 0,25µm), nas seguintes condições operacionais: método por impacto de elétrons (70 eV); modo scan, m/z 30,00 a 700,00; fluxo do gás de arraste (He) 1,6 mL min⁻¹; razão de split 1:2. Programação de

temperatura, $T_1 = 40\text{ }^\circ\text{C}$ por 2 min., gradiente de $20\text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ até $T_2 = 300\text{ }^\circ\text{C}$; temperatura do injetor $290\text{ }^\circ\text{C}$; temperatura do detector $290\text{ }^\circ\text{C}$.

2.3 Obtenção e fracionamento dos extratos de partes aéreas

Ramos e folhas (partes aéreas) das plantas de *S. habrochaites* foram secas em estufa ventilada a $40\text{ }^\circ\text{C}$ e a extração foi realizada por maceração a frio utilizando-se etanol 98% (3 L) por sete dias. O procedimento foi realizado em triplicada e os extratos etanólicos foram reunidos, secados com sulfato de sódio (Na_2SO_4) anidro e o solvente removido em evaporador rotatório, obtendo-se 58,936 g de extrato bruto. Dessa massa, 10,0 g foram separados para os testes biológicos e o restante submetido a fracionamento inicial por cromatografia à vácuo com sílica-gel 60 (70-230 mesh) como fase estacionária e 2,5 L de cada um dos solventes em ordem crescente de polaridade: hexano (Hex), diclorometano (DCM), acetato de etila (AcOEt) e metanol (MeOH) (Figura 1) (Coll et al. 1986). Soluções-estoque a 20% (m/v) foram preparadas dissolvendo-se 10 g de cada extrato em 50 mL de etanol. As soluções a 15%, 10%, 2% e 1% (m/v) foram preparadas diluindo-se 7,5 mL, 5 mL, 1 mL e 0,5 mL da solução-estoque, respectivamente, em volume de etanol suficiente para um volume final de 10 mL. Os extratos em DCM, AcOEt e MeOH foram secos sob Na_2SO_4 anidro, concentrados em evaporador rotatório e testados contra ovos e lagartas de *A. gemmatalis*.

O extrato que apresentar atividade biológica a *A. gemmatalis* será submetido a um fracionamento subsequente por cromatografia em coluna tendo sílica-gel 60 (70-230 mesh) como fase estacionária e eluição por gradiente utilizando hexano-diclorometano 1:0 a 0:1 (v/v), para identificação dos constituintes químicos presentes nas frações. As frações (10 mL) foram coletadas em tubos de ensaio e agrupadas de acordo com o perfil

em CCD analítica, obtendo-se cinco frações (Figura 1). Essas frações foram analisadas por CG-EM.

Os constituintes químicos das frações foram identificados por comparação dos seus espectros de massas com os dados da biblioteca do equipamento. Identificação dos compostos com índices de similaridade iguais ou superiores a 90% foi confirmada através do cálculo dos respectivos índices de retenção e comparação com valores da literatura. Os índices de retenção foram calculados utilizando-se padrões de hidrocarbonetos por meio da equação (Viegas et al. 2007): $LRI = 100 \times (T_c - T_n / T_{n+1} - T_n) + n$, onde Onde LRI= índice de retenção linear; T_c = tempo de retenção do composto de interesse; T_{n+1} = tempo de retenção do hidrocarboneto posterior; T_n = tempo de retenção do hidrocarboneto anterior; n = número de carbonos do hidrocarboneto anterior.

2.4 Criação da espécie-praga, *A. gemmatalis*

Indivíduos de *A. gemmatalis* foram provenientes da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LCBI) onde, na fase adulta, esses insetos foram criados em gaiolas de madeira (30 x 30 x 30 cm) com as laterais teladas, recobertas com papel, e tampa de vidro, em sala climatizada (temperatura de 25 ± 1 °C, 70 ± 10 % de UR e 12 horas de fotofase) e alimentadas com solução nutritiva embebida em algodão no fundo das gaiolas. A cada dois dias, os papéis com posturas de *A. gemmatalis* foram retirados das gaiolas, cortados em tiras (2,5 x 10 cm) e transferidos para potes plásticos de 1000 mL com dieta artificial (Greene et al. 1976) em cubos de 15 x 15 x 15 mm para as lagartas recém-eclodidas. Um dia após a passagem para o terceiro estágio, grupos de vinte imaturos de *A. gemmatalis* foram acondicionados por pote plástico até a pupação e a quantidade de dieta artificial oferecida por pote às lagartas aumentou,

proporcionalmente, com o desenvolvimento das mesmas. A reposição desse alimento e a assepsia dos potes foram realizadas a cada 48 horas.

2.5 Criação do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)

Adultos de *P. elaeisis* foram mantidos em tubos de vidro (14,5 x 2,0 cm) tampados com algodão e com gotículas de mel no interior. Pupas do hospedeiro alternativo *T. molitor*, com até 24 horas de idade, foram expostas ao parasitismo por 48 horas à temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas em sala climatizada (Zanuncio et al. 2008).

2.6 Bioensaios de Toxicidade

2.6.1 Ovos

Vinte ovos de *A. gemmatalis* com até 48 horas de idade foram colados por pedaço de papel (15 x 5 cm) em forma de cartela e colocados por placa de Petri (12 x 1,5 cm). Um total de 50 µL dos concentrados dos extratos de *S. habrochaites* em etanol [1, 2, 10, 15 e 20% (m/v)] e o controle (etanol) foi aplicado sobre ovos de *A. gemmatalis* com micropipeta de precisão. A seguir, as cartelas foram deixadas secar em papel toalha ao ar livre por 10 minutos para evaporação dos solventes (diclorometano, acetato de etila e metanol) e mantidos em câmaras tipo B.O.D. (temperatura de 25 ± 1 °C, 70 ± 10 % de UR e 12 horas de fotofase). A eclosão das lagartas ou a inviabilidade dos ovos foi avaliada, diariamente, por cinco dias (Tavares et al. 2010). A inviabilidade dos ovos foi corrigida pela formula de Abbott (Abbott 1925).

2.6.2 Lagartas

Folhas de soja (*Glycine max* L.) foram coletadas no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), das quais discos com 10,25 cm² foram retirados. Esses discos foram imersos por 10 segundos nos extratos de *S. habrochaites* [1, 2, 10, 15 e 20% (m/v)] e no controle (etanol), deixados secar em papel toalha ao ar livre por 30 minutos e oferecidos às lagartas de terceiro estágio de *A. gemmatalis* (criados até essa fase em dieta artificial) e depois levados para B.O.D. (temperatura de 25 ± 1 °C, 70 ± 10 % de UR e 12 horas de fotofase). Após 24 horas do início dos experimentos, discos contaminados foram trocados por novos não contaminados para os indivíduos sobreviventes. Os experimentos foram repetidos por cinco vezes, tendo cada repetição um grupo de cinco imaturos da lagarta-da-soja alimentadas ou não com substratos tratados. A mortalidade das lagartas foi registrada a cada 72 horas do início dos experimentos (Castro et al. 2008, Uçkan & Sak 2010). A mortalidade dos imaturos foi corrigida pela fórmula de Abbott (Abbott 1925).

2.6.3 Susceptibilidade do parasitoide

Cem microlitros dos concentrados (1, 2, 5, 10, e 20%) dos extratos botânicos de *S. habrochaites* e etanol (testemunha) foram aplicados topicamente na superfície de papéis filtro (9 cm de diâmetro) mantidos por 30 minutos fora da luz solar direta para a evaporação do solvente. Esses papéis filtro foram introduzidos em placas de Petri de vidro (9 cm de diâmetro) onde permaneceram com dez adultos do parasitoide *P. elaeisis* de até 48 horas de idade (Zanuncio et al. 2008, Pereira et al. 2009). O experimento teve cinco repetições. A mortalidade dos adultos dos parasitoides foi avaliada após 72 horas

do início do experimento (Bayram et al. 2010) e corrigida pela fórmula de Abbott (Abbott 1925).

2.7 Análise estatística

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com quatro tratamentos (extrato bruto, diclorometano, acetato de etila e metanol) e testemunha (etanol) com cinco repetições para cada tratamento. A inviabilidade de ovos e a mortalidade de lagartas de *A. gemmatalis* e dos adultos de *P. elaeisis* foram avaliadas após 72 horas do início dos experimentos, e os valores de CL_{50} , CL_{90} e os limites de confiança analisadas pelo Probit, calculando os valores de CL_{50} , CL_{90} e os limites de confiança na função dose resposta (Finney, 1971), usando o procedimento Proc Probit do programa SAS USER versão 9.0 (SAS Institute, 1998).

3. RESULTADOS

3.1 Constituintes Químicos

Três frações do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano (2,403 g) foram obtidas e analisadas por CG-EM. A análise cromatográfica da fração F1 mostrou hidrocarbonetos de cadeia longa (Figura 2A, Figura 3), identificados como ácido hexadecanóico, docosano, tricosano, pentacosano, heptacosano, octacosano e esqualeno (Tabela 1).

A análise da fração F2 por CG-EM (Figura 2B, Figura 3) permitiu a identificação de três compostos químicos do grupo dos ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, hexadecanoato de etila, octadecanoato de etila e docosanoato de etila (Tabela 1).

A fração F5 por CG-EM (Figura 2C, Figura 3) permitiu a identificação das metilcetonas, tridecan-2-ona, pentadecan-2-ona e 6,10,14-trimetilpentadecan-2-ona as e o aldeído de cadeia longa 9,12,15-octadecatrilal (Tabela 1). Tridecan-2-ona com 38.02% do teor total foi a molécula majoritária (Tabela 1).

As frações F3 e F4 não apresentaram compostos com índice de similaridade acima dos 90% e rendimento suficiente para análises posteriores. Por isto, suas moléculas químicas não foram identificadas.

3.2 Ovos

A toxicidade do extrato bruto de *S. habrochaites* (EBSH) para ovos de *A. gemmatilis* foi de CL₅₀ de 1,67 (1,38-2,02) e CL₉₀ de 7,27 (5,28-11,80) (concentrações que provocam mortalidade), e em diclorometano (EDSH), CL₅₀ de 2,83 (2,41-3,25) e CL₉₀ 6,95 (5,91-8,56). Esses extratos foram, no mínimo, duas vezes mais tóxicos que o em metanol de *S. habrochaites* (EMSH), CL₅₀ de 7,00 (6,00-8,05) e CL₉₀ 19,45 (16,00-25,49). O extrato em acetato-de-etila (EASH) desse tomate não foi tóxico para posturas de *A. gemmatilis* (Tabela 2).

3.3 Lagartas

O extrato em diclorometano de *S. habrochaites* (EDSH) apresentou maior toxicidade a lagartas de *A. gemmatilis* após 72 horas da ingestão de alimento contaminado, com valores de CL₅₀ de 5,70% (4,14-8,08%) e CL₉₀ 28,52% (17,18-70,92%) (Tabela 2). No entanto, os extratos com os demais solventes não foram tóxicos para lagartas de terceiro instar de *A. gemmatilis*. Extratos de *S. habrochaites* extraídos

dos todos os solventes e aplicados topicamente em lagartas de *A. gemmatalis* não foram tóxicos para essa praga (Tabela 2).

3.4 Susceptibilidade do parasitoide

Palmistichus elaeisis foi susceptível apenas ao extrato em acetato de etila com CL₅₀ de 15,07% (12,80-19,07%) e CL₉₀ de 37,05% (26,71-68,97%), os demais extratos não foram tóxicos para o parasitoide (Tabela 3).

4. DISCUSSÃO

4.1 Constituintes químicos

A identificação de tridecan-2-ona, 6,10,14-trimetilpentadecan-2-ona, heptacosano, hexadecanoato de etila, pentacosano, pentadecan-2-ona, esqualeno, octadecanoato de etila, tricosano, ácido hexadecanóico, octacosano, 9,12,15-octadecatrienal, docosano e docosanoato de etila, em extratos de *S. habrochaites*, confirma a ocorrência de diferentes componentes químicos em plantas silvestres (Figueiredo et al. 2008) como relatado para *Pittosporum undulatum* Vent. (Apiales: Pittosporaceae) (Ferreira et al. 2007) e *Dendranthema nankingense* Hand.-Mazz (Compositae) (Wu et al. 2015). O composto majoritário, tridecan-2-ona, em *S. habrochaites* foi, também, o de maior concentração no óleo essencial de *Cladanthus mixtus* L., 16% de concentração (Elouaddari et al. 2013). Esse composto está entre as principais metil-cetonas presentes em óleos essenciais de plantas (Park et al. 2013). O óleo de sementes de *Aerva javanica* Burm.f. (Caryophyllales: Amaranthaceae) apresentou os heptacosane (25,4%), pentacosano (12,1%), tricosano (3,6%), octacosano (2,1%) e esqueleno (0,9%) em maiores concentrações (Samejo et al. 2013). O oleo

essencial das folhas, flores e frutos de *Moringa oleifera* Lam. (Brassicales: Moringaceae) apresentou os pentacosano (17,41%), hexacosano (11,20%) e o ácido hexadecanóico (1,08%); tetracosano (27,4%), acetato de hexadecila (21,0%) e ácido hexadecanóico (18,4%) e hidrocarbonetos docosano (32,7%), tetracosano (24,0%) e octacosano (19,1%), respectivamente, como seus principais constituintes (Chuang et al. 2007). As análises por CG-EM mostraram que o extrato de *S. habrochaites* em diclorometano apresenta maior proporção de metilcetonas em relação aos demais constituintes, sendo a tridecan-2-ona o composto majoritário.

4.2 Ovos

A toxicidade dos extratos EBSH, EDSH e EMSH, de *S. habrochaites* a ovos de *A. gemmatalis* foi semelhante ao relatado para aqueles de *C. guianensis* e *Clerodendrum phlomidis* (Lamiaceae) em solvente hexânico para posturas de *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae) e *Earias vittella* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae) (Muthu et al. 2013, Baskar et al. 2015). Extrato aquoso de *Sambucus ebulus* tiveram atividade deletéria a oviposição e viabilidade de ovos de *Tribolium confusum* Du Val (Tenebrionidae) (Tunc et al. 2000), os de *Myrtus communis* L., *Melaleuca alternifolia* Cheel, *Pimenta dioica* L., *Syzygium aromaticum* L., *Eucalyptus citriodora* Hook e *E. globulus* Labill (Myrtaceae) foram tóxicos a posturas de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) (Choi et al. 2003). Fitoquímicos de plantas interferem no desenvolvimento embrionário por supressão hormonal e processos bioquímicos, reduzindo a viabilidade de ovos de insetos (Fagoonee & Lange 1981). A presença de metil cetonas em extrato de *S. habrochaites*, com atividade ovicida a *A. gemmatalis* torna promissor seu uso no manejo dessa praga.

4.3 Lagartas

A identificação de metil cetonas, ésteres de ácidos graxos, hidrocarbonetos de cadeia longa e aldeídos de baixa polaridade nas frações de *S. habrochaites* em diclorometano com eficiência a lagartas de *A. gemmatalis* é semelhante ao relatado para compostos de baixa polaridade em extrato hexânico de *Couroupita guianensis* Aubl. (Lecythidaceae) para *S. litura* com mortalidade das lagartas de 68,7% em uma concentração de 5,0% (Baskar et al. 2015) e extratos de *Nigella sativa* (L.) (Ranunculales: Ranunculaceae) contra *S. littoralis* (Boisduval) (Osman & Osman, 2014). Compostos de baixa polaridade, reduzem a produção de hemolinfa e de enzimas digestivas no intestino médio, afetando no processo digestivo (Baskar et al. 2015) ou danificando a membrana peritrófica aumentando a taxa de mortalidade de insetos (Pechan et al. 2002), o que pode ter acontecido em imaturos de *A. gemmatalis*, mediante ingestão do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano.

O tridecan-2-ona, composto majotitário do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano, foi possivelmente responsável pela mortalidade de lagartas de *A. gemmatalis*, como relatado para *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta com tridecan-2-ona (0,1 mg/g), com sobrevivência inferior a 51% (Zhang et al. 2015). Atividade biológica de *S. habrochaites* é condicionada por grandes quantidades de tridecan-2-ona em seus tricomas glandulares tipo VI (Braga et al. 2007), onde essa molécula está envolvida diretamente na indução da atividade enzimática do citocromo P450 no intestino médio de *H. armigera* (Liu et al. 2013, Li et al. 2014), *Spodoptera frugiperda* (Giraudo et al. 2015) e *Manduca sexta* L. (Lepidoptera: Sphingidae) (Stevens et al. 2000), confirmando seu efeito deletério em insetos-praga. A mortalidade de *M. sexta* (CL₅₀ 0,015), *Heliothis virescens* F. (Lepidoptera: Noctuidae) (CL₅₀ 0,015) e de *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) (CL₅₀ 0,067) foi

maior com o tridecan-2-ona em relação a decan-2-ona e pentadecan-2-ona (Antonious et al. 2003), reforçando o efeito inseticida desta molécula. Toxicidade de extratos a insetos, deve-se a vacuolização do citoplasma, rompimento das microvilosidades, destruição da membrana peritrófica, alterações nas células do intestino médio dos insetos (Brunherotto et al. 2010) e indução do P450 (Liu et al. 2013, Li et al. 2014, Giraud et al. 2015), o que pode ter ocorrido em lagartas de *A. gemmatalis* após ingestão do extrato de *S. habrochaites*.

A atividade insaeticida de extratos de folhas de *S. habrochaites* em diclorometano a imaturos de *A. gemmatalis* foi semelhante à extratos de *A. indica* (Meliaceae) e *Bauhinia scandens* L. (Fabaceae) nesse solvente contra cupins (Inácio & Carvalho 2012) e ao aumento da mortalidade e duração larval de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) (Poonsri et al. 2015). Extratos de folhas de *J. gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) e *Melia azedarach* L. (Meliaceae) foram letais a imaturos de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) (Bullangpoti et al. 2012), enquanto o de cerne de *Dalbergia oliveri* Gamble (Fabaceae) foi deletério a *Aedes aegypti* (Pluempanupat et al. 2013). Extrato de *S. habrochaites* em diclorometano constitui um bioinseticida para o manejo de imaturos de *A. gemmatalis*.

A falta de mortalidade de lagartas de *A. gemmatalis* após exposição tópica dos extratos de *S. habrochaites* deve ser avaliada em diferentes parâmetros, como desenvolvimento de insetos, aumento da fase larval, pupas e adultos mal formados (Nascimento et al. 2003, Khalil et al. 2006).

4.4 Susceptibilidade do parasitoide

A seletividade do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano a *P. elaeisis* e sua toxicidade a *A. gemmatalis* reforça seu uso no manejo integrado de pragas. Extratos de folhas de *Melia azedarach* (L.) e formulações comerciais de nem (Neemix 4,5) não reduziram a sobrevivência e a longevidade de *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Braconidae) e *Diadromus collaris* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Charleston et al. 2005), mas aqueles de frutos de *M. azedarach* não foram tóxicos a *Cotesia ayerza* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae), quando seus anfitriões foram contaminados com o extrato (Defagó et al. 2011). Parasitismo, longevidade e reprodução do parasitoide *T. basalis* (Wollaston), não foram afetados em contato com óleos essenciais de *Origanum vulgare* (L.) e *Thymus vulgaris* (L.) (Lamiacea) (González et al. 2013). A toxicidade seletiva de inseticidas naturais ou sintéticos são importantes para programas de Manejo Integrado de Pragas devido a efeitos diretos ao nível trófico superior (Moscardini et al. 2008). Eficiência do extrato de *S. habrochaites* em diclorometano para ovos e imaturos de *A. gemmatalis*, e seletividade a *P. elaeisis* mostram seu potencial para programas de controle de pragas.

5. CONCLUSÕES

O extrato de *S. habrochaites* em diclorometano foi eficiente a *A. gemmatalis*, aumentando a inviabilidade de ovos e taxa de mortalidade de imaturos dessa praga e seletivo ao parasitoide *P. elaeisis*.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

7. REFERÊNCIAS

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Andrade, G. S.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C.; Zanuncio, T. V.; Leite, G. L. D.; Polanczyk, R. A. 2010. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. *PLoS ONE* 05:1-7.
- Ansorena, D.; Astiasarán, I.; Bello, J. 2000. Influence of the simultaneous addition of the protease flavourzyme and the lipase novozyme 677BG on dry fermented sausage compounds extracted by SDE and analyzed by GC-MS. *J. Agri. Food Chem.* 48: 2395-2400.
- Antonious, G. F.; Dahlman, D. L.; Hawkins, L. M. 2003. Insecticidal and acaricidal performance of methyl ketones in wild tomato leaves. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 71: 400-407.
- Baskar, K.; Ignacimuthu, S.; Jayakumar, M. 2015. Toxic effects of *Couroupita guianensis* against *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotrop. Entomol.* 44:84-91.
- Baskar, K.; Sasikumar, S.; Muthu, C.; Kingsley, S.; Ignacimuthu, S. 2011. Bioefficacy of *Aristolochia tagala* Cham. against *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). *Saudi J. Biol. Sci.* 18: 23-27.
- Bayram, A.; Salerno, G.; Onofri, A.; Conti E. 2010. Sub-lethal effects of two pyrethroids on biological parameters and behavioral responses to host cues in the egg parasitoid *Telenomus busseolae*. *Biol. Control* 53: 153-160.
- Ben-Israel, I.; Yu, G.; Austin, M. B.; Bhuiyan, N.; Auldridge, M.; Nguyen, T.; Schauvinhold, I.; Noel, J. P.; Pichersky, E.; Fridman, E. 2009. Multiple biochemical and morphological factors underlie the production of methylketones in tomato trichomes. *Plant Physiol.* 151: 1952-1964.
- Besser, K.; Harper, A.; Welsby, N.; Schauvinhold, I.; Slocombe, S.; Li, Y.; Dixon, R. A.; Broun, P. 2009. Divergent regulation of terpenoid metabolism in the trichomes of wild and cultivated tomato species. *Plant Physiol.* 149: 499-514.

- Bittencourt, M. A. L.; Berti Filho, E. 2004. Exigências térmicas para o desenvolvimento de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de cinco espécies de lepidópteros. *Iheringia Ser. Zoo.* 94: 321-323.
- Braga, Y. F. B.; Grangeiro, T. B.; Freire, E. A.; Lopes, H. L.; Bezerra, J. N. S.; Andrade-neto, M.; Lima, M. A. S. 2007. Insecticidal activity of 2-tridecanone against the cowpe weevil *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *An. Acad. Bras. Cienc.* 79: 35-39.
- Brunherotto, R.; Vendramim, J. D.; Oriani, M. A. 2010. Efeito de Genótipos de Tomateiro e de Extratos Aquosos de Folhas de *Melia azedarach* e sementes de *Azadirachta indica* sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop. Entomol.* 39: 784-79.
- Bueno, R. C. O. D.; Parra, J. R. P.; Bueno, A. D. 2009. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis*. *Biol. Control* 51: 355-361.
- Bullangpoti, V.; Wajnberg, E.; Audantb, P.; Feyereisen, R. 2012. Antifeedant activity of *Jatropha gossypifolia* and *Melia azedarach* senescent leaf extracts on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and their potential use as synergists. *Pest Manag. Sci.* 68: 1255-1264.
- Candelária, M. C.; Wilcken, C. F. 2014. *Palmistichus elaeisis* (Delvare & LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae), posible agente para el control biológico de *Urbanus proteus* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Hesperiiidae). *SHILAP-Rev. lepidopt.* 42: 379-383
- Castro, M. J. P.; Silva, P. H. S.; Pádua, L. E. M. 2008. *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) extract activity on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Rev. Ciênc. Agron.* 39: 437-447.
- Chakradhar, D.; Narendra, A.; Nagaraju, K. 2010. Laboratory evaluation of grain protectant efficacy of different foliar extracts against maize weevil: *Sitophilus zeamais* (Motschulsky). *Arch. Phytopathol. Plant Protect.* 43: 1809-1818.

- Charleston, D. S.; Kfir, R.; Dicke, M.; Vet, L. E.M. 2005. Impact of botanical pesticides derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on the biology of two parasitoid species of the diamondback moth. *Biol. Control* 33: 131-142.
- Chatzivasileiadis, E. A. Sabelis. M. W. 1997. Toxicity of methyl ketones from tomato trichomes to *Tetranychus urticae* Koch. *Exp. Appl. Acarol.* 21: 473-484.
- Chatzivasileiadis, E. A.; Boon, J. J.; Sabelis, M. W. 1999. Accumulation and turnover of 2-tridecanone in *Tetranychus urticae* and its consequences for resistance of wild and cultivated tomatoes. *Exp. Appl. Acarol.* 23: 1011-1021.
- Chichera, R. A.; Pereira, F. F.; Kassab, S. O.; Barbosa, R. H.; Pastori, P. L.; Rossoni, C. 2012. Capacidade de busca e reprodução de *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Interciencia* 37: 852-856.
- Choi, W. I.; Lee, E. H.; Choi, B. R.; Park, H. M.; Ahn, Y. J. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 96: 1479-1484.
- Chuang, P. H.; Lee, C. W.; Chou, J. Y.; Murugan, M.; Shien, B. J.; Chen, H. M. 2007. Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam. *Bioresource Technol.* 98: 232-236.
- Coll, J. C.; Bowden, B. F. 1986. The application of vacuum liquid-chromatography to the separation of terpene mixtures. *J. Nat. Prod.* 49: 934-936.
- De Nardo, E. A. B.; Maia, A. H. N.; Watanabe, M. A. 2001. Effect of a formulation of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae), using the fertility life table parameters. *Environ. Entomol.* 30: 1164-1173.
- Defagó, M. T.; Dumón, A.; Avalos, D. S.; Palacios, S. M.; Valladares, G. 2011. Effects of *Melia azedarach* extract on *Cotesia ayerza*, parasitoid of the alfalfa defoliator *Colias lesbia*. *Biol. Control* 57: 75-78.
- Elouaddari, A.; Amrani, A. E.; Eddine, J. J.; Correia, A. I. D.; Barroso, J. G.; Pedro, L. G.; Figueiredo, A. C. 2013. Yield and chemical composition of the essential oil of Moroccan chamomile [*Cladanthus mixtus* (L.) Chevall.] growing wild at different sites in Morocco. *Flavour Frag. J.* 28: 360-366.

- Fagoonee, I.; Lange, G. 1981. Noxious effects of neem extract on *Crocidolomia binotalis*. *Phytoparasitica* 92; 111-118.
- Ferreira, N. J.; Meireles de Sousa, I. G.; Luís, T. C.; Currais, A. J. M.; Figueiredo, A. C.; Costa, M. M.; Lima, A. S. B.; Santos, P. A. G.; Barroso, J. G.; Pedro, L. G.; Scheffer, J. J. C. 2007. *Pittosporum undulatum* Vent. grown in Portugal: secretory structures, seasonal variation and enantiomeric composition of its essential oil. *Flavour Frag. J.* 22: 1-9.
- Figueiredo, A. C.; Barroso, J. G.; Pedro, L. G.; Scheffer, J. J. C. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour Frag. J.* 23: 213-226.
- Finney, D. J. 1971. *Probit Analysis*. Cambridge University Press, London.
- Foerster, M. R.; Foerster, L. A. 2009. Effects of temperature on the immature development and emergence of five species of *Trichogramma*. *Biocontrol* 54: 445-450.
- Frelichowski, J.; Juvik, J. A. 2001. Sesquiterpene carboxylic acids from a wild tomato species affect larval feeding behavior and survival of *Helicoverpa zea* and *Spodoptera exigua*. *J. Econ. Entomol.* 94: 1249-1259.
- Gilardon, E.; Pocovi, M.; Hernández, C.; Olsen, A. 2001. Papel dos tricomas glandulares da folha do tomateiro na oviposição de *Tuta absoluta*. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 36: 585-588.
- Giraud, M.; Hilliou, F.; Fricaux, T.; Audant, P.; Feyereisen, R.; Goff, G. L. 2015. Cytochrome P450s from the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): responses to plant allelochemicals and pesticides. *Insect Mol. Biol.* 24: 15-128.
- Goffreda, J. C.; Szymkowiak, E. J.; Sussex, I. M.; Mutschler, M. A. 1990. Chimeric tomato plants show that aphid resistance and triacylglycerol production are epidermal autonomous characters. *Plant Cell* 2: 643-649.
- Greene G. L.; Leppla, N. C.; Dickerson, W. A. 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *J. Econ. Entomol.* 69: 487-488.
- Hegazi, E.; Herz, A.; Hassan, S. A.; Khafagi, W. E.; Agamy, E.; Zaitun, A.; El-Aziz, G. A.; Showeil, S.; El-Said, S.; Khamis, N. 2007. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays*

- oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and the jasmine moth (*Palpita unionalis*, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. Biol. Control 43: 171-187.
- Hosseinihashemi, S. K.; Safdari, V.; Kanani, S. 2013. Comparative chemical composition of n-Hexane and ethanol extractives from the heartwood of black locust. Asian J. Chem. 25: 929-933.
- Inácio, M. F; Carvalho, M. G. 2012. Insecticidal activity of dichloromethane and methanolic extracts of *Azadirachta indica* (A. Juss), *Melia azedarach* (L.) and *Carapa guianensis* (Aubl.) (Meliaceae) on the subterranean termite *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera, Rhinotermitidae). Biosci. J. 28: 676-683.
- Juvik, J. A.; Shapiro, J. A.; Young, T. E.; Mutschler, M. A. 1994. Acylglucosides of the wild tomato *Lycopersicon pennellii* (Corr.) D'Arcy alter behavior and reduce growth and survival of *Helicoverpa zea* (Boddie) and *Spodoptera exigua* (Hubner). J. Econ. Entomol. 87: 482-492.
- Khalil, M. S.; Taha, M. A.; Seliem, E. E.; Abd-Elwhab, A. A. 2006. The latent effects of leaves plant extracts on the adults of *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Galleriidae). Toxicol. Lett. 164: 69-70.
- Kimbaris, A. C.; Papachristos, D. P.; Michaelakis, A.; Martinou, A. F.; Polissiou, M. G. 2010. Toxicity of plant essential oil vapours to aphid pests and their coccinellid predators. Biocontrol Sci. Tech. 20: 411-422.
- Leite, G. L. D.; Picanço, M. C.; Guedes, R. N. C.; Zanuncio, J. C. 2001. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Sci Hortic-Amsterdam 89: 103-113.
- Levy, S. M.; Falleiros, A. M. F.; Moscardi, F.; Gregório, E. A.; Toledo, L. A. 2008. Ultramorphology of digestive tract of *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) at final larval development. Semin-Cienc. Agrar. 9: 313-321.
- Li, F.; Liu, X. N.; Zhu, Y.; Ma, J.; Liu, N.; Yang, J. H. 2014. Identification of the 2-tridecanone responsive region in the promoter of cytochrome P450 *CYP6B6* of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Bull. Entomol. Res. 104: 801-808.

- Lin, S. Y. H.; Trumble, J. T.; Kumamoto, J. 1987. Activity of volatile compounds in glandular trichomes of *Lycopersicon* species against two insect herbivores. *J. Chem. Ecol.* 13: 837-850.
- Liu, X.; Zhang, L.; Zhang, X.; Xiwu, G. 2013. Molecular cloning and recombinant expression of cytochrome P450 CYP6B6 from *Helicoverpa armigera* in *Escherichia coli*. *Mol. Biol. Rep.* 40: 1211-1217.
- Lourenção, A. L.; Reco, P. C.; Braga, N. R.; Valle, G. E.; Pinheiro, J. B. 2010. Yield of soybean genotypes under infestation of the velvetbean caterpillar and stink bugs. *Neotrop. Entomol.* 39: 275-281.
- Maes, L.; Van Nieuwerburgh, F. C.; Zhang, Y.; Reed, D. W.; Pollier, J.; Vande Castele, S. R.; Inze, D.; Covello, P. S.; Deforce, D. L.; Goossens, A. 2011. Dissection of the phytohormonal regulation of trichome formation and biosynthesis of the antimalarial compound artemisinin in *Artemisia annua* plants. *New Phytol.* 189: 176-189.
- McPherson, R. M.; Johnson, W. C.; Fonsah, E. G.; Roberts, P. M. 2008. Insect pests and yield potential of vegetable soybean (edamame) produced in Georgia. *J. Entomol. Sci.* 43: 225-240.
- Menezes, C. W. G.; Soares, M. A.; Santos, J. B.; Assis Júnior, S. L.; Fonseca, A. J.; Zanuncio, J. C. 2012. Reproductive and toxicological impacts of herbicides used in Eucalyptus culture in Brazil on the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Weed Res.* 52: 479-576.
- Moscardini, V. F.; Moura, A. P.; Carvalho, G. A.; Lasmar, O. 2008. Residual effect of synthetic insecticides on *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) in different generations. *Acta Sci.-Agron* 30:177-182.
- Murungi, L. K.; Knapp, M.; Masinde, P. W.; Onyambu, G.; Gitonga, L.; Agong, S. G. 2009. Host-plant acceptance, fecundity and longevity of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) on selected tomato accessions. *Afr. J. Hort. Sci.* 2: 79-91.
- Muthu, C.; Baskar, K.; Ignacimuthu, S.; Al-Khaliel, A. S. 2013. Ovicidal and oviposition deterrent activities of the flavonoid pectolinarigenin from *Clerodendrum phlomidis* against *Earias vittella*. *Phytoparasitica* 41: 365-372.

- Naquvi, K. J.; Ansari, S. H.; Ali, M.; Najmi, A. K. 2014. Volatile oil composition of *Rosa damascena* Mill. (Rosaceae). J. Pharmacogn. Phytochem. 2: 130-134.
- Nascimento, I. R.; Murata, A. T.; Bortoli, S. A.; Lopes, L. M. X. 2003. Insecticidal activity of chemical constituents from *Aristolochia pubescens* against *Anticarsia gemmatalis* larvae. Pest Manag. Sci. 60: 413-416.
- Navickiene, H. M. D.; Miranda, J. E.; Bortoli, S. A.; Kato, M. J.; Bolzani, V. S.; Furlan, M. 2007. Toxicity of extracts and isobutyl amides from *Piper tuberculatum*: potent compounds with potential for the control of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*. Pest Manag. Sci. 63:399-403.
- Osman, H. H.; Osman, H. H. 2014. Effectiveness of *Nigella sativa*, profenophos and their mixture on some biochemical and histological parameters of *Spodoptera littoralis* (Boisd) and albino rat. J. Biol. Chem. Res. 31: 446-463.
- Owens, J. D., Allagheny, N., Kipping, G., & Ames, J. M. (1997). Formation of volatile compounds during *Bacillus subtilis* fermentation of soya beans. J. Sci. Food Agric. 74: 132-140.
- Panizzi, A. R. 2013. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. Neotrop. Entomol. 42: 119-127.
- Panizzi, A. R.; Oliveira, L. J.; Silva, J. J. 2004. Survivorship, larval development and pupal weight of *Anticarsia gemmatalis* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on potential leguminous host plants. Neotrop. Entomol. 33: 563-567.
- Park, J.; Rodríguez-Moyá, M.; Li, M.; Pichersky, E.; San, K.; Gonzalez, R. 2013. Synthesis of methyl ketones by metabolically engineered *Escherichia coli*. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 39:1703-1712.
- Pechan, T.; Cohen, A.; Willians, W. P.; Luthe, D. S. 2002. Insect feeding mobilizes a unique plant defense protease that disrupts the peritrophic matrix of caterpillars. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 99: 13319-13323.
- Peng, F.; Fuxa, J. R.; Johnson, S. J.; Richter, A. R. 1997. Susceptibility of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), reared on four host plants, to a nuclear polyhedrosis virus. Environ. Entomol. 26: 973-977.
- Pereira, F. F.; Zanoncio, J. C.; Serrão, J. E.; Oliveira, H. N.; Fávero, K.; Grance, E. L. V. 2009. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera:

- Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. Neotrop. Entomol. 38: 660-664.
- Pereira, F. F.; Zanuncio, J. C.; Serrão, J.; Zanuncio, T. V.; Pratissoli, D.; Pastori, P. L. 2010. The density of females of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) affects their reproductive performance on pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). An. Acad. Bras. Cienc. 82: 323-331
- Pereira, F. F.; Zanuncio, T. V.; Zanuncio, J. C.; Pratissoli, D.; Tavares, M. T. 2008. Species of Lepidoptera defoliators of *Eucalyptus* as new host for the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). Braz. Arch. Biol. Technol. 51: 259-262.
- Phillips, T. W.; Throne J. E. 2010. Biorational approaches to managing stored-product insects. Annu. Rev. Entomol. 55: 375-397.
- Pitta, R. M.; Boiça Júnior, A. L.; Jesus, F. G.; Tagliari, S. R. 2010. Seleção de genótipos resistentes de amendoineiro a *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) com base em análises multivariadas. Neotrop. Entomol. 39: 260-265.
- Pluempanupat, S.; Kumrungsee, N.; Pluempanupat, W.; Ngamkitpinyo, K.; Chavasiri, W.; Bullangpoti, V.; Koul, O. 2013. Laboratory evaluation of *Dalbergia oliveri* (Fabaceae: Fabales) extracts and isolated isoflavonoids on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. Ind. Crop. Prod. 44: 653-658.
- Poonsri, W.; Pluempanupat, W.; Chitchirachan, P.; Bullangpoti, W.; Koul, O. 2015. Insecticidal alkanes from *Bauhinia scandens* var. *horsfieldii* against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Ind. Crop. Prod. 65: 170-174
- Rattan, R. S. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. Crop Prot. 29: 913-920.
- Riffel, C. T.; Garcia, M. S.; Santi, A. L.; Basso, C. J.; Della-Flora, L. P.; Cherubin, M.R.; Eitelwein, M. T. 2012. Densidade amostral aplicada ao monitoramento georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. Cienc. Rural 42: 2112-2119.
- Saeidi, Z.; Mallik, B.; Nemati, A.; Srinivasa, N.; Kumar, N. K. K. 2012. Resistance of 14 accessions/cultivars of *Lycopersicon* spp. to two-spotted spider mite, *Tetranychus*

- urticae* (Acari: Tetranychidae), in laboratory and greenhouse. J. Entomol. Soc. Iran 32: 93-108.
- Samejo, M. Q.; Memon, S.; Bhangar, M. I.; Khan, K. M. 2013. Comparison of chemical composition of *Aerva javanica* seed essential oils obtained by different extraction methods. Pak. J. Pharm. Sci. 26: 757-760.
- SAS Institute. 1998. User`s guide: statistics. SAS Institute Cary, NC, USA.
- Se Souza, P. P.; Cardeal, Z. DeL.; Augusti, R.; Morrison, P.; Marriott, P. J. 2009. Determination of volatile compounds in Brazilian distilled cachaca by using comprehensive two-dimensional gas chromatography and effects of production pathways. J. Chromatogr. A. 1216: 2881-2890.
- Selli, S.; Rannou, C.; Prost, C.; Robin, J.; Serot, T. 2006. Characterization of aromatic compounds in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eliciting an off-odor. J. Agric. Food Chem. 54: 9496-9502.
- Shi-dong, L.; Yuan-shuang, W.; Jiang-sheng, Z.; Ming, L.; Qing-xiong, M. 2014. Analysis of aroma components of dark teas from five different production regions by fully automatic headspace solid-phase microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry. J. Chem. Pharm. Res. 6:246-253.
- Silva, E. B. P.; Soares, M. G.; Mariane, B.; Vallim, M. A.; Pascon, R. C.; Sartorelli, P.; Lago, J. H. G. 2013. The seasonal variation of the chemical composition of essential oils from *Porcelia macrocarpa* R.E. Fries (Annonaceae) and their antimicrobial activity. Molecules 18: 13574-13587.
- Simmons, A. T.; Gurr, G. M. 2005. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. Agric. Forest Entomol. 7: 265-276.
- Stevens, J. L.; Snyder, M. J.; Koener, J. F.; Feyereisen, R. 2000. Inducible P450s of the CYP9 family from larval *Manduca sexta* midgut. Insect Biochem. Mol. Biol. 30: 559-568.
- Tavares, W. D.; Mielke, O. H. H.; Wilcken, C. F.; Simon, L.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C. 2012. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupae of *Citioica anthonilis* (Lepidoptera: Saturniidae) collected on *Piptadenia gonoacantha* (Fabaceae). J. Lepid. Soc. 66: 216-220.

- Tavares, W. D.; Zanuncio, T. V.; Hansson, C.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C. 2011. Emergence of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) from pupae of *Thagona tibialis* (Lepidoptera: Lymantriidae) collected in the medicinal plant *Terminalia catappa* (Combretaceae). Entomol. News 122: 250-256.
- Tavares, W. S.; Cruz, I.; Fonseca, F. G.; Gouveia, N. L.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C. 2010. Deleterious activity of natural products on postures of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Z. Naturforsch. (C) 65: 412-418.
- Tavares, W. S.; Cruz, I.; Petacci, F.; Assis Júnior, S. L.; Freitas, S. S.; Zanuncio, J. C. Serrão, J. E. 2009. Potential use of Asteraceae extracts to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and selectivity to their parasitoids *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). Ind. Crop. Prod. 30: 384-388.
- Tavares, W. S.; Hansson, C.; Mielke, O. H. H.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C. 2013. Parasitism of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 on pupae of *Methona themisto* (Hübner, [1818]) reared on two hosts (Lepidoptera: Nymphalidae; Hymenoptera: Eulophidae). SHILAP-Rev. Lepidopt. 41: 43-48.
- Tunc, I.; Berger, B. M.; Erler, F.; Dagli, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. J. Stored Prod. Res. 36: 161-168.
- Uçkan, F.; Sak, O. 2010. Cytotoxic effect of cypermethrin on *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) larval hemocytes. Ekoloji 19: 20-26.
- Viegas, M. C.; Bassoli, D. G. 2007. Utilização do índice de retenção linear para caracterização de compostos voláteis em café solúvel utilizando GC-MS e coluna HP-INNOWAX. Quim. Nova 30: 2031-2034.
- Walker, D. R.; All, J. N.; McPherson, R. M.; Boerma, H. R.; Parrott, W. A. 2000. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic *CryIac* transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econ. Entomol. 93: 613-622.
- Williams, W. G.; Kennedy, G. G.; Yamamoto, R. T.; Thacker, J. D.; Bordner, J. 1980. 2-tridecanone: A naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. Science 207: 888-889.

- Wu, S.; Xu, T.; Huang, D. 2015. Chemical compositions of the volatile extracts from seeds of *Dendranthema nankingense* and *Borago officinalis*. *J. Food Drug Anal.* 23: 253-259.
- Yang, Z.; Zhu, S.; Yu, Z. 2012. Comparison of terpene components from flowers of *Artemisia annua*. *Bangladesh J. Pharmacol.* 7: 114-119.
- Youssef, A. I.; Nasr, F. N.; Stefanos, S. S.; Elkhair, S. S. A.; Shehata, W. A.; Agamy, E.; Herz, A.; Hassan, S. A. 2004. The side effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. *J. Appl. Entomol.* 128: 593-599.
- Zaché, B.; Zaché, R. R. D.; Candelária, M. C.; Wilcken, C. F. 2013. *Musca domestica* as a host for mass rearing of parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Agrociencia-Uruguay* 17: 104-106.
- Zaché, B.; Zaché, R. R. D.; De Souza, N. M.; Dal Pogetto, M. H. F. D.; Wilcken, C. F. 2012. Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus defoliator *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Arctiidae). *Biocontrol Sci. Techn.* 22: 363-366.
- Zanuncio, J. C.; Pereira, F. F. Jacques, G. C.; Tavares, M. T.; Serrão, J. E. 2008. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae). *Coleopts. Bull.* 62: 64-66.
- Zhang, L.; Shang, Q.; Lu, Y.; Zhao, Q.; Gao, X. 2015. A transferrin gene associated with development and 2-tridecanone tolerance in *Helicoverpa armigera*. *Insect Mol. Biol.* 24: 155-166.

Tabela 1. Composição química das frações F1, F2 e F5 extrato de *Solanum habrochaites* em hexano por CG-EM. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Dezembro 2014

N	Composto	Área	IR	IR*	Referência
Fração F1					
1	Ácido hexadecanóico	2,23	1975	1973	(Hosseinihashemi et al. 2013)
2	Docosano	0,99	2205	2200	(Samejo et al. 2013)
3	Tricosano	2,70	2305	2302	(Hosseinihashemi et al. 2013)
4	Pentacosano	5,31	2506	2500	(Samejo et al. 2013)
5	Heptacosano	11,54	2712	2700	(Silva et al. 2013)
6	Octacosano	1,58	2806	2800	(Naquvi et al. 2013)
7	Esqualeno	2,97	2855	2847	(Samejo et al. 2013)
Fração F2					
8	Hexadecanoato de etila	8,91	2010	2013	(Selli et al. 2006)
9	Octadecanoato de etila	2,71	2204	2207	(Ansorena et al. 2000)
10	Docosanoato de etila	0,56	2601	2596	(Heirich et al. 2002)
Fração F5					
11	Tridecan-2-ona	38,02	1512	1512	(Owens et al. 1997)
12	Pentadecan-2-ona	4,46	1705	1705	(Se Souza et al. 2009)
13	6,10,14-trimetilpentadecan-2-ona	20,05	1856	1846	(Shi-dong et al. 2014)
14	9,12,15-octadecatrienal	1,18	1973	1979	(Yang et al. 2012)

*Índice de retenção relatado na literatura. N, Número do pico.

Tabela 2. Atividade ovicida e toxicidade (ingestão e tópica) CL₅₀ e CL₉₀ de extratos *Solanum habrochaites* em posturas e lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Janeiro de 2015

Atividade ovicida						
Extratos	n°	CL ₅₀ ^b (%)	(I.C. 95%)	CL ₉₀ ^b (%)	(I.C. 95%)	X ²
EASH	500	*	*	*	*	*
EDSH	600	2.83	2.41-3.25	6.95	5.91-8.56	101.6
EMSH	600	7.00	6.00-8.05	19.45	16-25.49	90.6
EBSH	500	1.67	1.38-2.02	7.27	5.28-11.80	70.57
Atividade lagartícida (Ingestão)						
Extratos	n°	CL ₅₀ ^b (%)	(I.C. 95%) ^c	CL ₉₀ ^b (%)	(I.C. 95%) ^c	X ²
EASH	150	*	*	*	*	*
EDSH	150	5.70	4.14 - 8.08	28.52	17.18-70.92	36.94
EMSH	150	*	*	*	*	*
EBSH	150	*	*	*	*	*
Atividade lagartícida (Tópico)						
Extratos	n°	CL ₅₀ ^b (%)	(I.C. 95%) ^c	CL ₉₀ ^b (%)	(I.C. 95%) ^c	X ²
EASH	150	*	*	*	*	*
EDSH	150	*	*	*	*	*
EMSH	150	*	*	*	*	*
EBSH	150	*	*	*	*	*

EASH= extrato de *Solanum habrochaites* em acetato de etila; EDSH= extrato de *S. habrochaites* em diclorometabo; EMSH= extrato de *S. habrochaites* em metanol; EBSH= extrato bruto de *S. habrochaites*. n°= número de indivíduos amostrados. CL₅₀^b= Concentração letal capaz de matar 50% dos indivíduos. CL₉₀^b= Concentração letal capaz de matar 90% dos indivíduos. ^c(95% de probabilidade). I.C.= Intervalo de confiança^c. * Valores não significativos. Valor de P < 0,0001.

Tabela 3. Toxicidade CL50 e CL90 de extratos de *Solanum habrochaites* em *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Janeiro de 2015

Extratos	n ^o	CL ₅₀ ^b (%)	(I.C. 95%)	CL ₉₀ ^b (%)	(I.C. 95%)	X ²
EASH	250	15.07	12.80 - 19.07	37.05	26.71-68.97	36.99
EDSH	250	*	*	*	*	*
EMSH	250	*	*	*	*	*
EBSH	250	*	*	*	*	*

EASH= extrato de *Solanum habrochaites* em acetato de etila; EDSH= extrato de *S. habrochaites* em diclorometano; EMSH= extrato de *S. habrochaites* em metanol; EBSH= extrato bruto de *S. habrochaites*. n^o = número de indivíduos amostrados. CL₅₀^b = Concentração letal capaz de matar 50% dos indivíduos. CL₉₀^b = Concentração letal capaz de matar 90% dos indivíduos. ^c(95% de probabilidade). I.C.= Intervalo de confiança^c. * Valores não significativos. Valor de P < 0,0001.

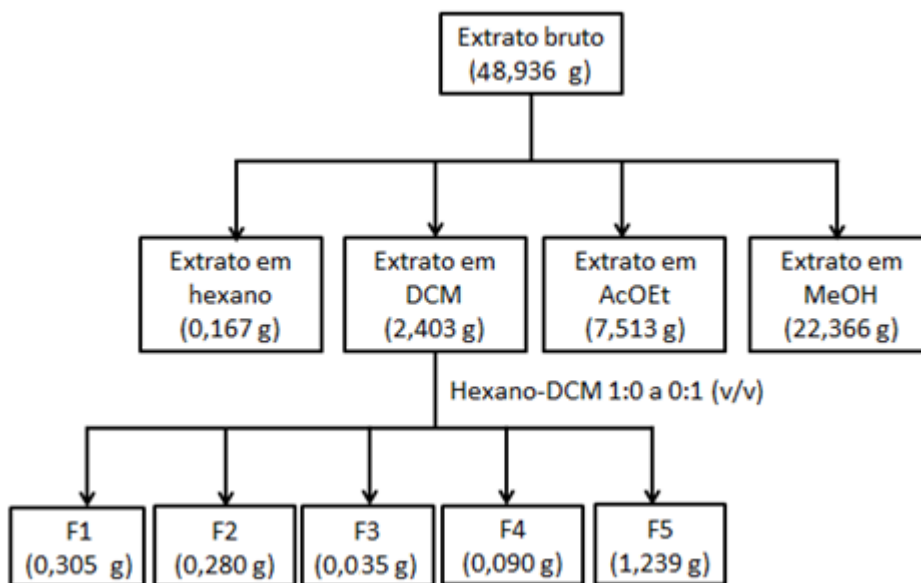


Figura 1. Fracionamento do extrato bruto de *Solanum habrochaites* por cromatografia a vácuo. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Dezembro 2014.

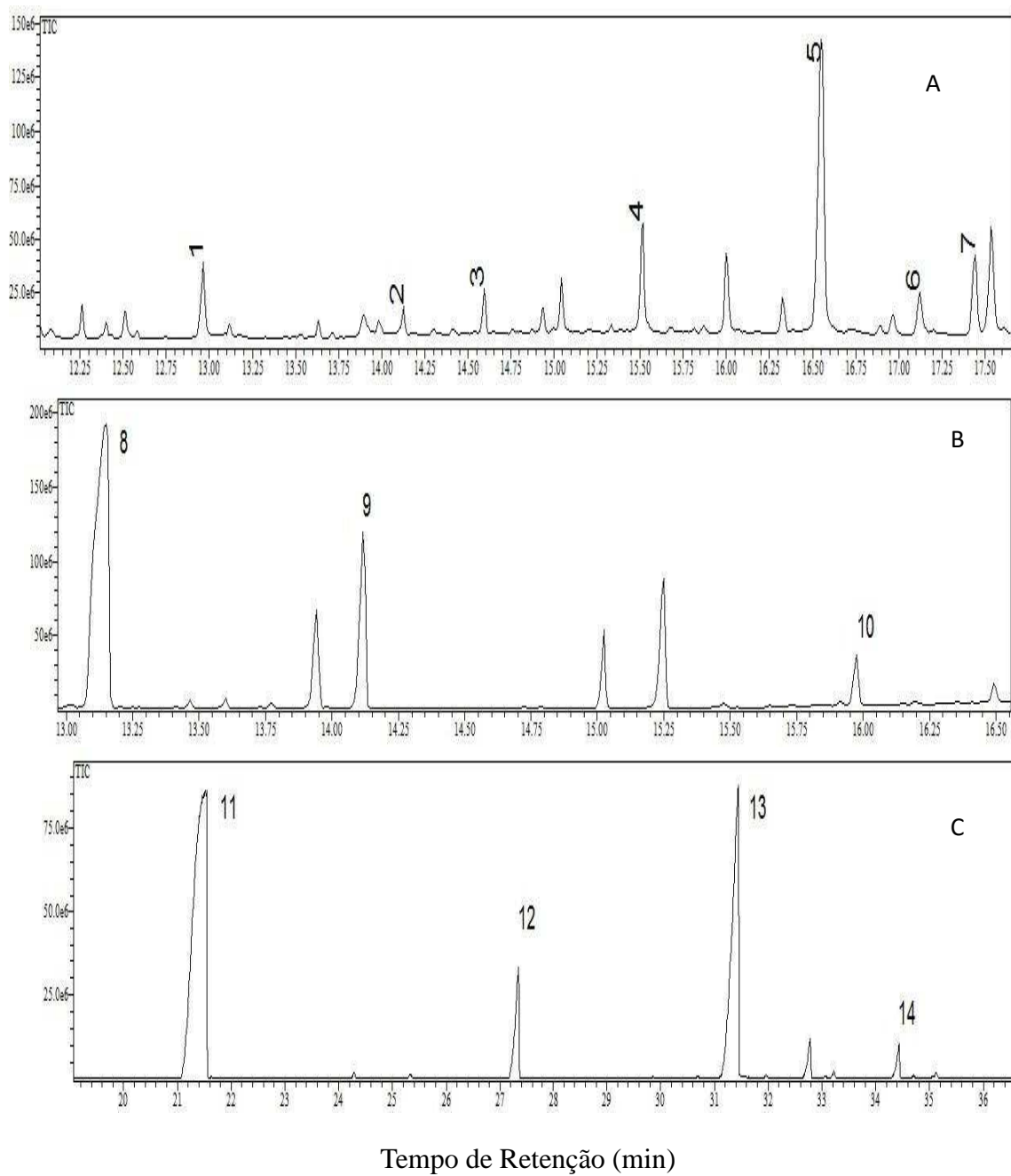


Figura 2. Cromatograma gasosa de *Solanum habrochaites* de íons totais das frações F1 (A), F2 (B) e F5 (C). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Dezembro de 2015.

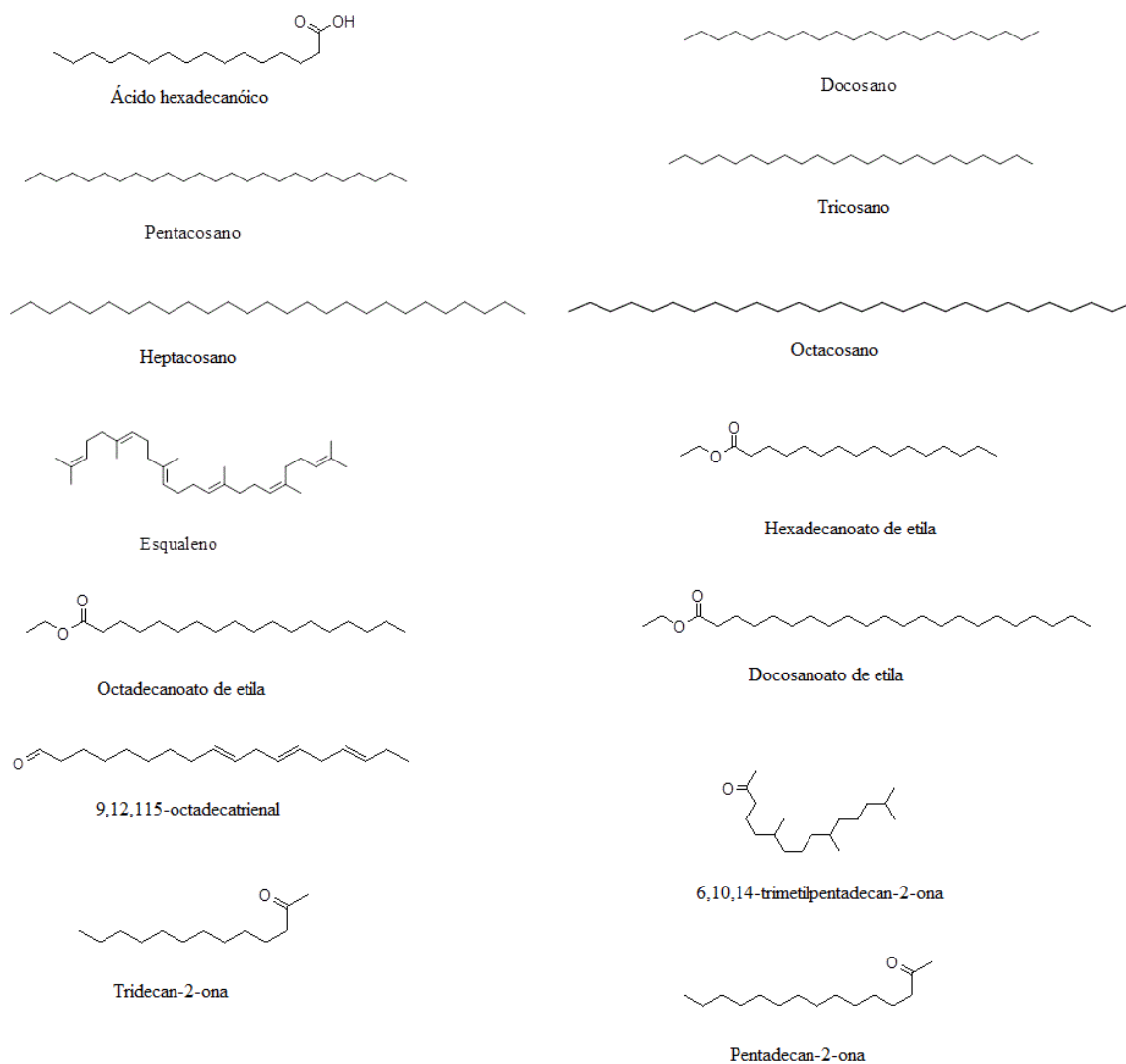


Figura 3. Fórmula estrutural das moléculas identificadas nas frações F1, F2 e F5 do extrato de *Solanum habrochaites* em diclometano. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Dezembro de 2015.