

EFEITO DE EXTRATOS DE PLANTAS NA MORTALIDADE DE LAGARTAS DE
SPODOPTERA FRUGIPERDA (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

M.S. Tagliari¹, N. Knaak¹, L.M. Fiuza^{1,2}

¹Universidade do Vale do Rio dos Sinos, CP 275, CEP 93001-970, São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: neivaknaak@gmail.com

RESUMO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada a principal praga das gramíneas, especialmente da cultura do milho, responsável pelo intenso uso de inseticidas nas áreas agrícolas, ocasionando aumento nos custos e preocupações ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de vinte extratos de plantas, sobre a mortalidade larval de *S. frugiperda*. Os extratos foram obtidos por meio da mistura das folhas ou raízes das plantas numa proporção de 1:10. A infusão foi obtida pela adição de água aquecida a 90° C e o macerado preparado com água a 4° C. Nos bioensaios foram utilizadas 60 lagartas de segundo ínstar, por tratamento, onde foram aplicados 100 µL dos extratos vegetais e, na testemunha, água destilada. Os extratos vegetais foram avaliados por espectrofotometria e SDS-PAGE. Dentre as vinte espécies testadas, 7 apresentaram mortalidade para lagartas de *S. frugiperda*: *Petiveria alliacea*, *Malva sylvestris*, *Bacharis genistelloides*, *Zingiber officinale*, *Artemisia verlotorum*, *Cymbopogon citratus* e *Ruta graveolens*. As taxas de mortalidade provocadas por esses extratos devem estar relacionadas às substâncias que ainda não foram avaliadas e que deverão ser alvo de futuros estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Lagarta-do-cartucho, inseticida botânico, extratos de plantas.

ABSTRACT

EFFECT OF PLANT EXTRACTS ON THE MORTALITY OF *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) CATERPILLARS. The armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), is considered the main pest of the maize crop, being responsible for the intense use of synthetic insecticide in agricultural areas and the consequent rise in costs and environmental concerns. The aim of this study was to evaluate the effect of 20 plant extracts on the larval mortality of *S. frugiperda*. Extracts were obtained through a mix of plant leaves or roots, in a 1:10 proportion. The infusion was obtained by the addition of hot water at 90°C and the grinding was prepared with water at 4° C. Sixty second-instar caterpillars were used per treatment in the bioassays when 100 µL of plant extracts were applied, while distilled water was applied in the control treatments. The plant extracts were assessed by spectrophotometry and SDS-PAGE. Of the 20 species tested, 7 showed mortality for caterpillars *S. frugiperda*: *Petiveria alliacea*, *Malva sylvestris*, *Bacharis genistelloides*, *Zingiber officinale*, *Artemisia verlotorum*, *Cymbopogon citratus* and *Ruta graveolens*. Mortality rates caused by these extracts must be related to substances that have not been evaluated and should be the target of future studies.

KEY WORDS: Armyworm, botanical insecticide, plant extract.

INTRODUÇÃO

Estima-se que as perdas provocadas por pragas e doenças na agricultura correspondem a 37% da produção, das quais cerca de 13% devido a insetos (SILVA-FILHO; FALCO, 2003). *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada inseto-praga em diversas plantas cultivadas, especialmente

gramíneas, onde em alguns casos é citada como a principal praga (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000). Os métodos de controle dos insetos-praga concentram-se basicamente na utilização de inseticidas sintéticos, geralmente de custo elevado, com altos riscos de toxicidade e de contaminação ambiental (VIANA; PRATES, 2003).

Dessa forma, têm sido desenvolvidas pesquisas voltadas para utilização de medidas de controle que

²Instituto Riograndense do Arroz, Cachoeirinha, RS, Brasil.

proporcionem um menor impacto ambiental, nesse sentido as plantas aparecem como importante mecanismo que pode ser utilizado no manejo desta praga. Estas são fontes naturais de substâncias inseticidas, já que elas podem ser produzidas pelo vegetal em resposta a ataque de insetos (REGNAULT-ROGER, 1997; CARLINI et al., 1997).

O interesse em aplicar metabólitos secundários de plantas no manejo integrado de pragas é crescente, já que estes podem reduzir o custo de produção da lavoura, os riscos ambientais e a dependência dos inseticidas sintéticos (SINGH et al., 1997). Também pode ser considerada, outra razão para o interesse crescente em fitotoxinas, a ampla gama de novos sítios de ação nos organismos alvo. Nesse caso, mesmo que elas não sejam disponíveis para comercialização, podem indicar caminhos para a síntese de novos produtos (DUKE et al., 2000).

Atualmente, são várias as pesquisas envolvendo plantas inseticidas no controle de *S. frugiperda*, as quais apresentaram resultados promissores no controle dessa praga (RODRIGUEZ; VENDRAMIM, 1996; VENDRAMIM; SCAMPINI, 1997; VIANA; PRATES 2003; SANTIAGO et al., 2008).

Ao testar diversos extratos aquosos de meliáceas sobre *S. frugiperda*, GÓES et al. (2003), revelaram a existência de algumas com atividade tóxica, destacando-se, entre elas, *Trichilia pallida* como uma das mais promissoras, além do extrato de nim, o qual impede a ecdise do inseto. Outros autores testando diferentes extratos vegetais no controle de *S. frugiperda* constataram que houve diferença entre as médias de mortalidade, e o extrato de nim (*Azadirachta indica*) mais eficiente no controle desse inseto-praga (RODRÍGUEZ; VENDRAMIM, 1996; TORRECILLAS; VENDRAMIM, 2001).

Sendo assim, objetivou-se, nesse trabalho, avaliar o efeito de vinte extratos de plantas, sobre a mortalidade larval de *S. frugiperda*. Das quais foram estudadas as famílias Zingiberaceae, Rutaceae, Compositae, Boraginaceae, Chenopodiaceae, Leguminosae, Phytolaccaceae, Labiateae, Verbenaceae, Malvaceae e Brassicaceae das quais cinco (Zingiberaceae, Rutaceae, Verbenaceae, Chenopodiaceae e Compositae) também foram avaliadas e consideradas inseticidas nos estudos desenvolvidos por VENDRAMIM; BOGORNI (2002).

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições de 20 lagartas para cada tratamento. Nos ensaios de toxicidade foram utilizados 20 extratos de plantas obtidos das folhas de: hortelã [*Mentha* spp. (Lamiales: Lamiaceae)], arruda [*Rutagraveolens* (Sapindales: Rutaceae)], artemísia [*Artemisia verlotorum* (Asterales: Asteraceae)], capim-cidreira [*Cymbopogon citratus* (Poales: Poaceae)], catin-

ga-de-mulata [*Tanacetum vulgare* (Asterales: Asteraceae)], confrei [*Symphitum officinalis* (Lamiales: Boraginaceae)], lantana [*Lantana camara* (Lamiales: Verbenaceae)], losna [*Artemisia absinthium* (Asterales: Asteraceae)], malva-silvestre [*Malva silvestris* (Malvales: Malvaceae)], mentrasto [*Ageratum conyzoides* (Asterales: Asteraceae)], carqueja [*Bacharis genistelloides* (Asterales: Asteraceae)], feijão-de-porco [*Canavalia ensiformes* (Fabales: Phaseaceae)], erva-santa-maria [*Chenopodium ambrosioides* (Caryophyllales: Chenopodiaceae)], erva-baleeira [*Cordia verbenacea* (Lamiales: Boraginaceae)], mentruz [*Lepidium sativum* (Capparales: Brassicaceae)] e melissa [*Melissa officinalis* (Lamiales: Lamiaceae)]; assim como das raízes de guiné [*Petiveria alliacea* (Caryophyllales: Phytolaccaceae)], gengibre [*Zingiber officinale* (Zingiberales: Zingiberaceae)] e açafraão-da-terra [*Curcuma zedoaria* (Zingiberales: Zingiberaceae)]; além das sementes de feijão-de-porco. As plantas utilizadas foram cultivadas no Campus da UNISINOS (São Leopoldo, RS), em viveiros anuais e sistema de adubação orgânica, sendo as coletas efetuadas entre 8 e 9h do dia. Estas foram selecionadas tendo como base a disponibilidade e cultivo, além do uso empírico no controle de doenças humanas e de pragas, antes do advento dos produtos sintéticos.

Os extratos das plantas foram obtidos por maceração e infusão em água destilada, na proporção de 1:10. A infusão foi obtida pela adição de água aquecida a 90°C sobre cada extrato de planta, o qual foi mantido durante 24 horas. O macerado foi preparado com água a 4°C, no momento de aplicação dos tratamentos. As suspensões foram filtradas e os extratos utilizados por meio de ensaios biológicos em condições controladas (25 ± 1°C, 70% de U.R. e 12h de fotofase), utilizando lagartas de 2º ínstar de *S. frugiperda*, obtidas da criação mantida em dieta artificial POITOUT; BUES (1970) no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Rio dos Sinos.

Nos bioensaios foram aplicados 100 µL dos diferentes extratos das plantas na superfície da dieta artificial (30 mm de diâmetro) de POITOUT; BUES (1970), preliminarmente acondicionados em miniplacas de acrílico, onde lagartas de *S. frugiperda* foram individualizadas. Para a testemunha foi aplicado o volume de água destilada equivalente aos tratamentos. A mortalidade foi avaliada até o 7º dia após a aplicação dos tratamentos (DAAT) e até o completo desenvolvimento da fase larval. A mortalidade foi corrigida pela fórmula de ABBOTT (1925). As variáveis avaliadas foram: mortalidade até o 7º DAAT, mortalidade total da fase larval e duração larval. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A concentração proteica presente nos extratos vegetais foi estimada por espectrofotometria, de acordo com o método descrito por BRADFORD (1976). O perfil

proteico dos extratos foi avaliado em SDS-PAGE a 10%, de acordo com o método de LAEMMLI (1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de mortalidade corrigida (Tabela 1) de *S. frugiperda*, quando avaliada até o 7º dia após o tratamento (DAAT), evidenciam que os extratos de *Z. officinale*, *B. genistelloides*, *L. camara*, *T. vulgare*, *P. alliacea*, *C. zedoaria*, *C. ensiformes* (semente) obtidos pela maceração das plantas apresentaram maior toxicidade, com valores variando de 12 a 38%. Entre os extratos obtidos por infusão, destacam-se *Z. officinale*, *B. genistelloides*, *C. ensiformes* (semente), *C. zedoaria* e *L. sativum*, com mortalidades entre 12 e 35%. Os demais extratos causaram mortalidade inferior a 10%.

Considerando a mortalidade larval acumulada (Tabela 1), todos os extratos obtidos por maceração e infusão apresentaram toxicidade às lagartas quando comparados à testemunha. Porém, a maceração de *P. alliacea* (98%), *M. silvestris* (90%), *B. genistelloides* (80%), *Z. officinale* (70%), *C. citratus* (60%) e *R. graveolens* (58%), assim como a infusão de *A. verlotorum* (90%), *Z. officinale* (87%), *P. alliacea* (87%), *M. silvestris* (83%), *B.*

genistelloides (63%) e *C. citratus* (56%), provocaram altos percentuais de mortalidade larval.

Em linha de pesquisa semelhante, RODRIGUEZ; VENDRAMIM (1997) testaram diferentes extratos de meliáceas e observaram que apenas os extratos de *Trichilia pallida*, *Melia azedarach* e *Cabrlea canjerana*, incorporados em dieta artificial, causaram 100% de mortalidade de *S. frugiperda*. MARTINEZ (2001) relatou que *Cymbopogon winterianus* causa repelência e mortalidade de *S. frugiperda*. A maior mortalidade larval foi observada com o extrato de *P. alliacea*, cujo valor foi de 98%.

Os limonoides são metabólicos secundários representativos da ordem *Rutales*, incluindo as famílias *Rutaceae* e *Meliaceae*. Esses metabólitos mostram uma ampla variação de atividade biológica, incluindo fagoinibição em insetos, bem como ação antibacteriana, portanto apresentando potencial de desenvolvimento como pesticida natural. Conforme RUBERTO *et al.* (2002), a atividade do limonoide *limonina* presente em *Citrus* foi avaliada como importante agente no controle de *S. frugiperda*. CESPEDES *et al.* (2000) relataram a *Azadiractina* como um dos melhores exemplos de limonoides isolados da *Azadirachta indica* e *M. azedarach*. Esses componentes são eficientes contra a alimentação dos insetos, sendo também inibidores de ecdise.

Tabela 1 - Mortalidade Corrigida (MC) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, submetidas aos tratamentos com extratos vegetais.

Tratamentos	MC 7 DAAT (%)		MC Total (%)	
	M	I	M	I
<i>Ruta graveolens</i> (F)	5,0b	3bc	51cd	43c
<i>Curcuma zedoaria</i> (R)	12c	12e	35bc	46c
<i>Artemisia verlotorum</i> (F)	0a	0a	43c	88,3e
<i>Cymbopogon citratus</i> (F)	7b	3bc	58d	56d
<i>Bacharis genistelloides</i> (F)	19d	19e	70d	58d
<i>Tanacetum vulgare</i> (F)	15d	3bc	31b	40c
<i>Symphitum officinalis</i> (F)	3b	2b	48cd	38c
<i>Cordia verbenacea</i> (F)	7b	3bc	38bc	40c
<i>Chenopodium ambrosioides</i> (F)	7b	5bc	31bc	38c
<i>Canavalia ensiformes</i> (S)	12c	13e	41c	38c
<i>Canavalia ensiformes</i> (F)	3b	7cd	20b	15b
<i>Zingiber officinale</i> (R)	38e	35f	66d	87e
<i>Petiveria alliacea</i> (R)	12c	10e	98e	90e
<i>Mentha</i> sp. (F)	8b	10e	36bc	27b
<i>Lantana camara</i> (F)	14cd	0a	35bc	25b
<i>Artemisia absinthium</i> (F)	8b	2b	21b	15b
<i>Malva silvestris</i> (F)	5b	2b	98e	80e
<i>Melissa officinalis</i> (F)	7b	3bc	22b	15b
<i>Ageratum conyzoides</i> (F)	2b	2b	22b	23b
<i>Lepidium sativum</i> (F)	9bc	12e	33bc	28b
Testemunha	0a	0a	0a	0a

DAAT= dias após a aplicação dos tratamentos; F = folhas, R = raízes; S = sementes; M = macerado; I = infusão. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Sendo assim, os dados desse estudo estão de acordo com as afirmações de RODRIGUEZ; VENDRAMIM (1996), destacando que o efeito das plantas inseticidas na sobrevivência dos insetos é mais eficiente na fase larval, pois é nessa fase que o inseto ingere as substâncias químicas presentes no alimento tratado com o extrato.

O macerado e infusão de *M. silvestris* provocaram elevados percentuais na mortalidade, mas não apresentaram ação tóxica rápida, pelo contrário, nesse tratamento ocorreu um alongamento da duração da fase larval (Fig. 1). Também a infusão de *C. verbenacea* e as sementes de *C. ensiformes* prolongaram a fase larval, enquanto que a infusão e o macerado de *A. verlotorum* reduziram a fase larval de *S. frugiperda*. A maior duração da fase larval em campo pode deixar o inseto por mais tempo ao ataque de parasitoides, predadores e entomopatógenos. Os adultos emergidos poderiam estar em assincronia com a população normal e, conseqüentemente, a cópula poderia ser dificultada ou, quando existir, poderia levar a consanguinidade pelo acasalamento de indivíduos da mesma geração. O atraso no desenvolvimento pode também ser decorrente da menor eficiência de conversão alimentar, causada pelo desvio de parte dos nutrientes a degradação de substâncias tóxicas presentes no alimento (RODRIGUEZ; VENDRAMIM, 1996).

De acordo com MARTINEZ; EMDEN (2001), a inibição de crescimento é função da reduzida ingestão de alimentos, pouca habilidade da conversão de nutrientes em crescimento, enquanto o alongamento da duração da fase larval verifica-se em geral pela reduzida ingestão de alimentos em razão da existência de um inibidor ou vários inibidores no alimento, ou uma inadequação nutricional do substrato alimentar.

A partir da análise do perfil proteico em SDS-PAGE-10% (Fig. 2), observam-se vários peptídeos do extrato da semente de *C. ensiformes* que apresentaram baixo efeito inseticida (12 a 13% de mortalidade) às

lagartas de *S. frugiperda*, quando tratadas com dose aguda.

Os extratos obtidos das folhas de *C. ensiformes*, *R. graveolens*, *L. sativum* e *C. verbenacea* apresentaram bandas entre 29 e 43 kDa, mas nas concentrações avaliadas (Tabela 2) foram pouco tóxicas à espécie-alvo, sendo assim pode-se sugerir que o ingrediente ativo de origem proteica não é específico a *S. frugiperda* ou que sejam necessárias aplicações de concentrações superiores às utilizadas nesses bioensaios.

Tabela 2 - Concentração proteica presente nos extratos vegetais estimada por espectrofotometria.

Tratamentos	Proteína ug/mL	
	M	I
<i>Ruta graveolens</i> -F-	162,45	0,00
<i>Curcuma zedoaria</i> -R-	68,12	44,96
<i>Artemisia verlotorum</i> -F-	789,06	283,35
<i>Cymbopogon citratus</i> -F-	47,03	23,05
<i>Bacharis genistelloides</i> -F-	1.011,50	1.187,50
<i>Tanacetum vulgare</i> -F-	203,66	83,83
<i>Symphitum officinalis</i> -F-	973,78	1.225,22
<i>Cordia verbenacea</i> -F-	94,42	330,24
<i>Chenopodium ambrosioides</i> -F-	168,89	17,29
<i>Canavalia ensiformes</i> -S-	9,08	6,28
<i>Canavalia ensiformes</i> -F-	203,27	0,00
<i>Zingiber officinalis</i> -R-	265,16	245,04
<i>Petiveria alliacea</i> -R-	172,12	91,66
<i>Mentha</i> sp. -F-	174,18	235,44
<i>Lantana camara</i> -F-	128,12	82,87
<i>Artemisia absinthium</i> -F-	329,62	65,84
<i>Malva silvestris</i> -F-	282,86	24,48
<i>Melissa officinalis</i> -F-	144,65	350,92
<i>Ageratum conyzoides</i> -F-	126,59	12,00
<i>Lepidium sativum</i> -F-	94,86	0,00

F=folha, S=semente, R=raiz, M=macerado, I=infusão.

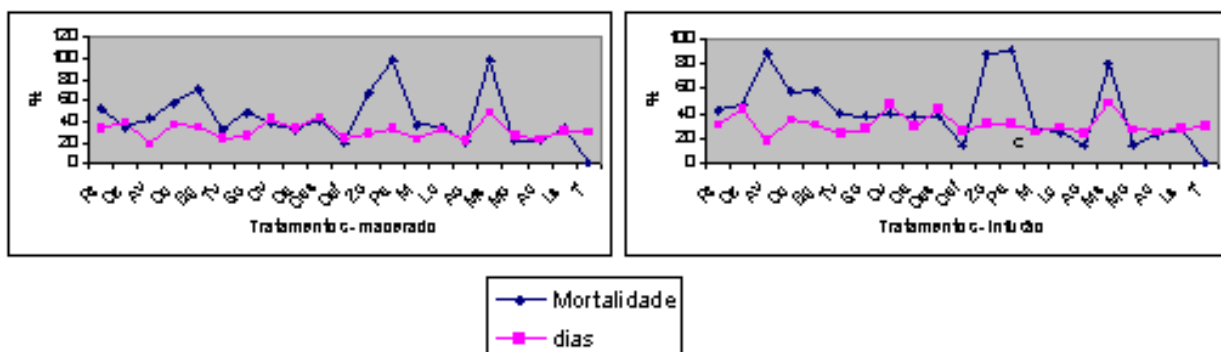


Fig. 1- Mortalidade larval acumulada de *Spodoptera frugiperda* tratadas com extratos de macerados (A) e infusão (I) de: *Artemisia absinthium* (Ao), folhas de *Canavalia ensiformes* (Cef), *Cordia verbenacea* (Cv), *Ageratum conyzoides* (Ag), *Ruta graveolens* (Rt), *Artemisia verlotorum* (Av), *Lantana camara* (Lc), *Lepidium sativum* (Ls), *Tanacetum vulgare* (Tv), *Chenopodium ambrosioides* (Ca), semente de *Canavalia ensiformes* (Ces), *Curcuma zedoaria* (Cz), *Cymbopogon citratus* (Cc), *Baccharis genistelloides* (Bg), *Symphitum officinalis* (So), *Zingiber officinale* (Zo), *Petiveria alliacea* (Pa), *Mentha* sp. (M), *Malva silvestri* (Ms), *Melissa officinalis* (Mo), *Lepidium sativum* (Ls).

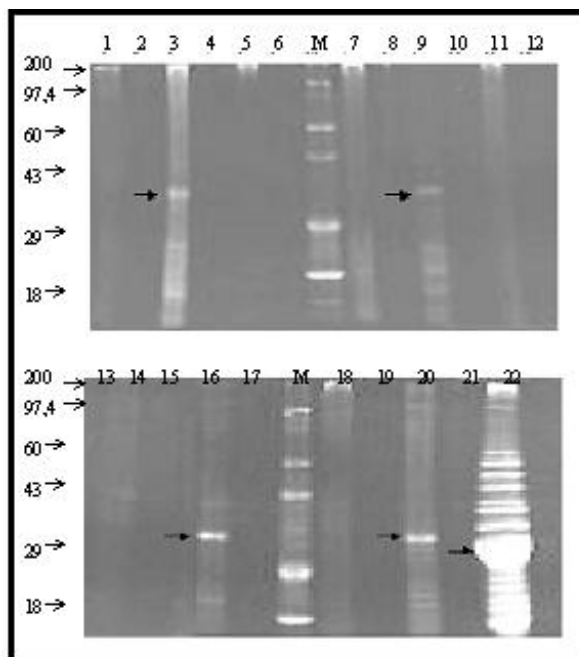


Fig. 2 - Perfil proteico em SDS-PAGE (10%) dos extratos vegetais de (1) macerado de *Artemisia obsinthium*, (2) infusão de *Artemisia obsinthium*, (3) macerado de folhas de *Canavalia ensiformes*, (4) infusão de folhas de *Canavalia ensiformes*, (5) macerado de *Cordia verbenacea*, (6) infusão de *Cordia verbenacea*, (7) macerado de *Ageratum conyzoides*, (8) infusão de *Ageratum conyzoides*, (9) macerado de *Ruta graveolens*, (10) infusão de *Ruta graveolens*, (11) macerado de *Artemisia verlotorum*, (12) infusão de *Artemisia verlotorum*, (13) macerado de *Lantana camara*, (14) infusão de *Lantana camara*, (15) macerado de *Lepidium sativum*, (16) infusão de *Lepidium sativum*, (17) macerado de *Tanacetum vulgare*, (18) infusão de *Tanacetum vulgare*, (19) macerado de *Chenopodium ambrosioides*, (20) infusão de *Chenopodium ambrosioides*, (21) macerado de semente de *Canavalia ensiformes*; (22) infusão de semente de *Canavalia ensiformes*, (M) marcador.

Para os extratos de *C. zedoaria*, *A. verlotorum*, *C. citratus*, *B. genistelloides*, *T. vulgare*, *S. officinalis*, *C. ambrosioides*, *Z. officinale*, *P. alliacea*, *Mentha sp.*, *L. camara*, *A. obsinthium*, *M. silvestris*, *M. officinalis* e *A. conyzoides*, tóxicos à *S. frugiperda*, mas que não revelaram bandas proteicas no gel de poliacrilamida (Fig. 2), cujas toxinas podem corresponder a outros compostos químicos, como: tanino, terpenoides, flavonóides, entre outros.

Dentre os extratos vegetais avaliados, os macerados de *P. alliacea*, *M. silvestris*, *B. genistelloides*, *Z. officinale*, *C. citratus* e *R. graveolens*, assim como a infusão de *A. verlotorum*, *Z. officinale*, *P. alliacea*, *M. silvestris*, *B. genistelloides* e *C. citratus*, apresentaram maior efeito sobre as larvas de *S. frugiperda*. As taxas de mortalidade provocadas por estes extratos devem estar relacionadas às substâncias que ainda não foram avaliadas e que deverão ser alvo de futuros estudos.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness insecticides. *Journal of Economic Entomology*, v.18, p.265-267, 1925.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilising the principal of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v.72, p.248-254, 1976.
- CARLINI, C.R.; OLIVEIRA, A.E.; AZAMBUJA, P.; XAVIER-FILHO, J., WELLS, M.A. Biological effects of canatoxin, a plant protein, in different insect models. Evidence for proteolytic activation by insect cathepsin. *Journal of Economic Entomology*, v.45, p.340-348, 1997.
- CESPEDES, C.L.; CALDERON, J.S.; LINA, L., ARANDA, E. Growth Inhibitory Effects on Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* of Some Limonoids Isolated from *Cedrela* spp. (Meliaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.48, p.1903-1908, 2000.
- DUKE, S.O; DAYAN, F.E; RIMANDO, A.M. Natural products and herbicide discovery. In: COBB, A.H.; KIRKWOOD, R.C. (Ed.). *Herbicides and their mechanisms of action*. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2000. p.105-133.
- GÓES, G.B.; NERI, D.K.P.; CHAVES, J.W.N.; MARACAJÁ, P.B. Efeito de extratos vegetais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Caatinga*, v.16, n.1/2, p.47-49, 2003.
- LAEMMLI, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, v.227, p.680-685, 1970.
- MARTINEZ, S.S. *The use of plants with insecticidal and repellent properties in pest control*. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2001. 4p.
- MARTINEZ, S.S.; EMDEN, H.F. Redução do crescimento, deformidades e mortalidade de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) causadas por *Azadiractina*. *Neotropical Entomology*, v.30, p.113-125, 2001.
- POITOUT, S.; BUES, R. Élevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et surmilieu simplifié. *Annales de Zoologie. Ecologie Animale*, v.2, p.79-91, 1970.
- REGNAULT-ROGER, C. The potential of botanical essential oils for insects pest control. *Integrated Pest Management Reviews*, v.2, p.25-34, 1997.
- RODRIGUEZ, C.H.; VENDRAMIM, J.D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Manejo Integrado de Plagas*, v.42, p.14-22, 1996.

- RODRIGUEZ, C.H.; VENDRAMIM, J.D. Avaliação da bioatividade de extrato aquoso de Meliácea sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.72, p.305-318, 1997.
- RUBERTO, G.; RENDA, A.; TRINGALI, C.; NAPOLI, E.M., SIMMONDS, M.S.J. Citrus Limonoids and Their Semisynthetic Derivatives as Antifeedant Agents Against *Spodoptera frugiperda* Larvae. A Structure-Activity Relationship Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.50, p.6766-6774, 2002.
- SANTIAGO, G.P.; PÁDUA, L.E.M.; SILVA, P.R.R.; CARVALHO, E.M.S.; MAIA, C.B. Efeito de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.3, p.792-796, 2008.
- SILVA-FILHO, M.C.; FALCO, M.C. Adaptação dos insetos aos inibidores de proteinases produzidos pelas plantas. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, 2003.
- SINGH, M.; KHOKHAR, S.; MALIK, S. SINGH, R. Evaluation of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Extracts against American Bollowrm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.45, p.3262-3268, 1997.
- TORRECILLAS, S.M., VENDRAMIM, J.D. Extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida* e o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho. *Scientia Agricola*, v.58, n.1, p.27-31, 2001.
- VENDRAMIM, J.D., BOGORNÍ, P.C. *Atividade Inseticida em Plantas da Família Meliaceae*. Piracicaba: Depto. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola-ESALQ/USP, 2002. 4p.
- VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D., CASTIGLIONI, E. (Ed.). *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. p.113-128.
- VENDRAMIN, J.D.; SCAMPINI, P.J. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) em dois genótipos de milho. *Revista de Agricultura*, v.72, n.2, p.158-170, 1997.
- VIANA, P.A.; PRATES, H.T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. *Bragantia*, v.62, n.1, p.69-74, 2003.

Recebido em 10/2/09

Aceito em 22/4/10