

EXTRATOS VEGETAIS

Atividade Inseticida de Extratos de Plantas Medicinais sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

NEIVA KNAAK¹, MARINES S. TAGLIARI¹, VILMAR MACHADO¹ E LIDIA M. FIUZA^{1,2}

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos; Av. Unisinos, 950. 93001-970, São Leopoldo, RS, Brasil. FAX (+5551) 35911100 E-mail: fiuza@unisinos.br; neivaknaak@gmail.com

² IRGA – Instituto Riograndense de Arroz Irrigado; Cachoeirinha, RS.

BioAssay: 7:1 (2012)

Insecticidal action of Medicinal Plant Extracts on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

ABSTRACT - In this present study the effect of vegetable extracts obtained from 19 plant species on the development of *Spodoptera frugiperda* was evaluated. The aqueous extracts were prepared by maceration (4°C) and infusion (90°C) at 10%. The experiments were realized under controlled conditions (12h of photophase at 25°C and 70% U.R.) using 100µL of the vegetable extract in the artificial diet fed to 2° instar caterpillars individually identified. In the control samples the vegetable extract was substituted by distilled water. Amongst the medicinal plant species tested, only *Lantana camara* had no effect on any of the variables analysed. The larval phase was prolonged by the extracts of *M. silvestris*, *C. ensiformes*, *C. verbenacea*, *C. zedoaria* and *C. citratus*, while the duration of the pupal phase was extended by the *S. officinalis* and *C. verbenacea* mixtures. Reductions in the sizes of the pupa were observed with the use of four of the vegetable species, and the weight was reduced by five species. At this phase in the tests therefore, 16 species were shown to cause anomalies and six produced negative effects on oviposition and fertility. The results indicate that, of the plant species evaluated in this study, 18 interfered in the development of *S. frugiperda* in various ways and should now be analysed to determine the chemical composition that makes these plant extracts potential insecticides for control of the target species.

KEY WORDS - Biological cycle; Plant insecticide; Botanical insecticide; Armyworms, Bioassay.

RESUMO - No presente trabalho foi avaliado o efeito dos extratos vegetais, de 19 espécies de plantas medicinais, no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*. Os extratos aquosos foram preparados na forma de macerado (4°C) e infusão (90°C) a 10%. Os experimentos foram realizados em condições controladas (12h de fotofase, 25°C e 70% de U.R.), aplicando-se 100 µL do extrato vegetal sobre a dieta artificial, onde lagartas de 2° instar foram individualizadas, sendo na testemunha o tratamento substituído por água destilada. Entre as espécies de plantas medicinais testadas, apenas *Lantana camara* não apresentou efeito sobre ao menos uma das variáveis analisadas. O prolongamento da fase larval ocorreu quando aplicados os extratos de *M. silvestris*, *C. ensiformes*, *C. verbenacea*, *C. zedoaria* e *C. citratus*. Quanto à duração da fase pupal observou-se o prolongamento quando utilizados os macerados de *S. officinalis* e *C. verbenacea*. Redução no tamanho das pupas ocorreu para quatro espécies vegetais, sendo o peso reduzido para cinco espécies. Nessa mesma fase, 16 espécies provocaram anomalias. Efeitos negativos sobre oviposição e fertilidade foram observados para seis espécies de plantas. Os resultados indicam que 18 espécies, entre as plantas avaliadas nesse estudo, interferem no desenvolvimento de *S. frugiperda*, as quais poderão ser analisadas quanto à composição química, como potencial inseticida aplicado no controle da espécie-alvo.

PALAVRAS-CHAVE - Ciclo biológico; planta inseticida; inseticida botânico; lagarta-do-cartucho, bioensaio.

O crescimento contínuo da população mundial aumenta significativamente a demanda por alimentos; em consequência disso, uma série de atividades são desenvolvidas para reduzir as perdas nas diferentes etapas da produção de alimentos. Entre essas, destacam-se aquelas voltadas para a redução na perda decorrente da ação dos insetos, seja na fase da produção e/ou armazenamento. Ao longo da história têm sido utilizados, no controle de insetos, compostos de origem vegetal, como a nicotina; compostos químicos, como DDT e outros e, mais recentemente, destaca-se o uso de plantas transgênicas. Muitas vezes os procedimentos de controle davam ênfase a apenas um método; atualmente, na concepção do manejo integrado de pragas, são utilizados um conjunto de métodos e estratégias de controle para reduzir as perdas decorrentes da ação dos insetos. Neste contexto, estudos têm sido realizados procurando avaliar o efeito de substâncias presentes em plantas sobre diferentes espécies de insetos-praga. Em linhas gerais, estes trabalhos procuram identificar plantas com potencial para estudos mais detalhados na busca de substâncias que possam ser utilizadas como agentes de controle em programas de manejo integrado de pragas. Estes estudos são motivados, também, pela necessidade de encontrar agentes de controle com efeitos secundários reduzidos e economicamente viáveis que possam ser utilizados no manejo integrado de pragas (Talukder & Howse 2000). Estudos recentes têm demonstrado a eficiência de produtos vegetais como bioinseticidas, os quais podem retardar o desenvolvimento das larvas, reduzindo sua capacidade de alimentação, retardar o desenvolvimento e a emergência dos adultos, afetando também a capacidade de oviposição de muitas espécies (Hammer, et al. 1999; Aslan et al. 2004; Tewary et al. 2005; Kordali et al. 2006; Han et al. 2006; Nathan et al. 2006; Matos et al. 2006; Rahman &

Talukder 2006).

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 ataca diversas culturas importantes em vários países, causando perdas na ordem de 15 a 30% da produção agrícola (Cruz et al. 1996). A espécie apresenta ampla distribuição geográfica ocorrendo desde a América do Sul até América do Norte, hospedando-se em uma diversidade de plantas. *S. frugiperda* foi registrada em 80 espécies de plantas pertencentes a 23 famílias diferentes (Pashley 1988; Giolo et al. 2002; Fernandes et al. 2002; Murúa et al. 2006). No Brasil, é considerada uma das principais pragas das culturas do milho e do arroz e recentemente passou a ser uma praga importante da cultura do algodão (Martinelli et al. 2006). Vários estudos têm sido realizados com objetivo de encontrar alternativas de controle dessa praga, especialmente, os chamados inseticidas naturais. Entre as plantas pesquisadas contra esse inseto no Brasil destacam-se algumas espécies do gênero *Trichilia*. Alguns extratos destas espécies têm causado, em bioensaios de laboratório, mortalidade superior a 80% para lagarta de *S. frugiperda* (Rodrigues & Vendramim 1996, 1997; Bogorni & Vendramin 2003; Matos et al. 2006).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a atividade inseticida de extratos de 19 espécies de plantas medicinais obtidos por infusão ou macerado sobre os diferentes estágios de *S. frugiperda*.

Material e Métodos

Criação de *S. frugiperda* em laboratório. Os insetos foram mantidos na Sala de Criação de Insetos, junto ao Centro de Ciências da Saúde (UNISINOS), em condições controladas: 25°C, 70% de U.R. e 14h de fotofase. Os

Tabela 1. Extratos vegetais testados sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*.

Nome comum	Nome Científico	Ordem	Família	Estrutura da planta utilizada
Hortelã	<i>Mentha</i> sp.	Lamiales	Lamiaceae	Folha
Arruda	<i>Ruta graveolens</i>	Sapindales	Rutaceae	Folha
Capim-cidreira	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poales	Poaceae	Folha
Catinga de mulata	<i>Tanacetum vulgare</i>	Asterales	Asteraceae	Folha
Confrei	<i>Symphytum officinalis</i>	Lamiales	Boraginaceae	Folha
Lantana	<i>Lantana camara</i>	Lamiales	Verbenaceae	Folha
Losna	<i>Artemisia absinthium</i>	Asterales	Asteraceae	Folha
Malva silvestre	<i>Malva silvestris</i>	Malvales	Malvaceae	Folha
Mentruço	<i>Ageratum conyzoides</i>	Asterales	Asteraceae	Folha
Carqueja	<i>Baccharis genistelloides</i>	Asterales	Asteraceae	Folha
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformes</i>	Fabales	Phaseaceae	Folha e semente
Erva Santa Maria	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Caryophyllales	Chenopodiaceae	Folha
Erva baleeira	<i>Cordia verbenaceae</i>	Lamiales	Boraginaceae	Folha
Mentruz	<i>Lepidium sativum</i>	Capparales	Brassicaceae	Folha
Melissa	<i>Melissa officinalis</i>	Lamiales	Lamiaceae	Folha
Guiné	<i>Petiveria alliacea</i>	Caryophyllales	Phytolaccaceae	Raiz
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberales	Zingiberaceae	Raiz
Açafrão da terra	<i>Curcuma zedoaria</i>	Zingiberales	Zingiberaceae	Raiz
Artemísia	<i>Artemisia verlotorum</i>	Asterales	Asteraceae	Folha

adultos foram acondicionados em gaiolas de polietileno (23 x 21 x 33 cm) sendo a alimentação à base de solução glicosada (10%), a qual foi trocada diariamente para evitar fermentação. Como suporte para oviposição foram utilizadas fitas de papel filtro esterilizado e umedecido com solução glicosada. As posturas, coletadas diariamente em papéis filtro, foram acondicionadas em recipiente tipo *gerbox* com dieta de [Poitout & Bues \(1970\)](#), até a eclosão das lagartas, sendo posteriormente mantidas em placas individualizadas até a aplicação dos tratamentos.

Plantas medicinais. As plantas (Tabela 1) foram cultivadas no Campus da UNISINOS (São Leopoldo – RS), em canteiros em sistema de adubação orgânica, sendo as coletas feitas entre 8 e 9 h da manhã. Os extratos vegetais, mantidas íntegros, 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 substrato de planta, o qual foi mantido em repouso durante 24 horas. O macerado foi preparado com água a 4°C, durante 5 minutos, no momento de aplicação dos tratamentos. As suspensões foram filtradas para obtenção de extrato livre de resíduos utilizados nos tratamentos.

Bioensaios. Para realização dos experimentos, os extratos vegetais foram aplicados (100 µl), utilizando-se micropipeta

graduada, na superfície (2,5 cm²) da dieta artificial de [Poitout & Bues \(1970\)](#), preliminarmente acondicionadas em mini-placas de acrílico, 2,5 cm², onde lagartas de *S. frugiperda* foram individualizadas. Para a testemunha aplicou-se um volume de água destilada equivalente ao dos tratamentos. Foram utilizadas 20 lagartas em cada bioensaio e três repetições para cada tratamento, totalizando 60 indivíduos por tratamento. As variáveis biológicas avaliadas foram: duração e mortalidade dos períodos larval e pupal, tamanho, peso e presença de alterações morfológicas das pupas e fertilidade dos adultos. As pupas foram separadas por sexo, medidas e pesadas, 24 horas após sua formação.

Análise estatística. A mortalidade foi corrigida pela fórmula de [Abbott \(1925\)](#). Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e as médias comparadas por Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Apenas *Lantana camara* não apresentou efeito sobre as variáveis analisadas nos diferentes estágios de vida de *S. frugiperda* (Tabela 2).

Utilizando-se extratos obtidos por macerado e infusão

Tabela 2. Parâmetros analisados no desenvolvimento de lagartas e pupas de *Spodoptera frugiperda*, submetidas aos tratamentos com extratos vegetais.

Plantas	Período larval		Período pupal		Tamanho pupas		Peso pupas		Anomalias pupas	
	dias		dias		mm		Mg		%	
	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I
<i>Ruta graveolens</i> - F	33,4a	31,3a	9,6a	9,7a	13,0b	13,6b	0,1b	0,1b	1,7b	1,7b
<i>Curcuma zedoaria</i> - R	38,6b	44,5c	9,8a	8,2a	16,0a	15,7a	0,2a	0,2a	3,3b	1,7b
<i>Artemisia verlotorum</i> - F	19,3c	8,2d	8,8a	7,5a	15,7a	13,9b	0,2a	0,1b	1,7b	1,7b
<i>Cymbopogon citratus</i> - F	37,3b	35,5a	7,1a	9,2a	16,0a	16,9a	0,2a	0,2a	0,0a	1,7b
<i>Baccharis genistelloides</i> - F	35,5b	30,6a	10,8b	7,4a	14,2b	14,4b	0,1b	0,1b	3,3b	1,7b
<i>Tanacetum vulgare</i> - F	24,2c	24,2b	7,4a	8,4a	16,7a	16,9a	0,2a	0,2a	0,0a	0,0a
<i>Symphitum officinalis</i> - F	26,9a	27,8a	11,1b	8,8a	15,9a	16,4a	0,2a	0,2a	0,0a	0,0a
<i>Cordia verbenacea</i> - F	43,2d	48,3c	12,4b	10,3a	15,6a	15,8a	0,0a	0,2a	0,0a	1,7b
<i>Chenopodium ambrosioides</i> - F	32,6a	30,2a	8,0a	6,2b	16,3a	16,4a	0,2a	0,2a	0,0a	0,0a
<i>Canavalia ensiformes</i> - S	44,4d	43,8b	12,6b	11,5a	15,8a	15,6a	0,2a	0,2a	0,0a	0,0a
<i>Canavalia ensiformes</i> - F	23,6c	26,4a	10,0a	9,9a	16,8a	17,4a	0,2a	0,2a	0,0a	1,7b
<i>Zingiber officinale</i> - R	28,6a	32,1a	10,9a	13,7a	14,5b	13,8b	0,1b	0,1b	1,7b	0,0a
<i>Petivesia alliacea</i> - R	33a	32,5a	6,0c	6,6b	15,5a	14,4a	0,1b	0,1b	1,7b	3,3b
<i>Mentha</i> sp. - F	23,5c	25,4b	9,9a	10,2a	16,7a	17,2a	0,2a	0,2a	1,7b	3,3b
<i>Lantana camara</i> - F	32,2a	28,7a	8,1a	7,1a	17,1a	16,0a	0,2a	0,2a	0,0a	0,0a
<i>Artemisia absinthium</i> - F	22,2c	24,5b	8,6a	9,3a	16,6a	17,1a	0,2a	0,2a	1,7b	0,0a
<i>Malva silvestris</i> - F	49,3d	49,0c	6,3c	5,3b	16,6a	15,9a	0,2a	0,2a	1,7b	1,7b
<i>Melissa officinalis</i> - F	26,6a	26,9a	9,6a	10,2a	17,9a	17,8a	0,26a	0,3a	0,0a	1,7b
<i>Ageratum conyzoides</i> - F	23,5c	25,4b	9,9a	10,2a	16,7a	17,1a	0,20a	0,2a	0,0a	1,7b
<i>Lepidium sativum</i> - F	30,8a	27,7a	10,5a	10,4a	16,5a	17,1a	0,19a	0,2a	1,7b	1,7b
Testemunha	30,1a	30,1a	8,6a	8,6a	16,3a	16,3a	0,2a	0,2a	0,2a	0,2a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05). (F) folha, (R) raiz, (M) macerado, (I) infusão.

com as espécies *Malva silvestris*, *Canavalia ensiformes* (semente), *Cordia verbenacea*, *Curcuma zedoaria* e *Cymbopogon citratus* houve prolongamento do estágio larval de *S. frugiperda*.

Nos experimentos para avaliação do efeito dos extratos sobre a duração do período pupal, observou-se o prolongamento desse período com a utilização dos extratos de macerados de *Symphitum officinalis* e *C. verbenacea*.

Redução no tamanho das pupas ocorreu com a aplicação dos extratos obtidos por maceração e infusão de *Ruta graveolens*, *Baccharis genistelloides* e *Zingiber officinale* e pelo extrato obtido por infusão de *A. verlotorum*. Também foi observado redução no peso com a utilização dos extratos obtidos por macerado e infusão de *R. graveolens*, *B. genistelloides*, *Z. officinale* e *P. alliacea* e por infusão de *A. verlotorum*.

Com exceção de quatro espécies (*Tanacetum vulgare*, *S. officinalis*, *C. ensiformes* e *Chenopodium ambrosioides*), todas as demais provocaram alterações morfológicas nas pupas com a utilização de macerados e/ou infusão das espécies testadas.

Desvios significativos ($P < 0,05$) na proporção sexual foram observados em todos os tratamentos, com exceção do macerado de *Petivesia alliacea* e infusão de *Z. officinale*. Efeitos negativos sobre oviposição e fertilidade foram observados com a aplicação de macerados de *Z. officinale*,

P. alliacea e *M. silvestris*, e de infusões obtidas de *R. graveolens*, *Artemisia verlotorum* e *Z. officinale*. Não foi observado efeito dos tratamentos sobre o período de eclosão das lagartas. Anomalias de formação foram observadas nos tratamentos com os macerados de *R. graveolens*, *A. absinthium*, *Ageratum conyzoides* e *Melissa officinalis*, assim como a infusão de *C. citratus*, *C. ensiformes* e *A. absinthium* (Tabela 3).

Analisando a literatura, verificou-se que as substâncias que regulam a relação entre organismos são os aleloquímicos, definidos como substâncias não nutritivas produzidas por uma espécie e que afetam o crescimento, sanidade, comportamento e biologia da população de outra espécie (Yendramim & Castiglioni 2000). A concentração dos aleloquímicos classificados como tóxicos ou deterrentes declinam com a idade da folha. Uma vez ingerido os aleloquímicos podem reduzir o consumo da alimentação e inibir a oviposição como foi observado em alguns tratamentos com extratos no presente estudo.

Em decorrência de sua voracidade *S. frugiperda* causa perdas econômicas em todas as culturas que ataca, portanto, quanto mais acentuado for o efeito de um inseticida nessa etapa, maior será sua eficiência. Essa eficiência pode estar associada aos efeitos diretos causados pela mortalidade das larvas e indiretos, aumentando o tempo de exposição ao ataque de parasitóides, predadores e entomopatógenos.

Tabela 3. Parâmetros analisados na fase adulta de *Spodoptera frugiperda*, submetidas aos tratamentos com extratos vegetais.

Plantas	Razão sexual		Fertilidade das posturas		Anomalias %	
	Macerado	Infusão	Macerado	Infusão	Macerado	Infusão
<i>Ruta graveolens</i> - F	0,58	0,50	+	-	5,0	1,7
<i>Curcuma zedoaria</i> - R	0,48	0,43	+	+	Ø	Ø
<i>Artemisia verlotorum</i> - F	0,60	0,16	+	S/P	Ø	Ø
<i>Cymbopogon citratus</i> - F	0,52	0,33	+	+	Ø	6,6
<i>Baccharis genistelloides</i> - F	0,33	0,47	+	+	1,7	1,7
<i>Tanacetum vulgare</i> - F	0,43	0,61	+	+	Ø	Ø
<i>Symphitum officinalis</i> - F	0,38	0,45	+	+	Ø	Ø
<i>Cordia verbenacea</i> - F	0,35	0,47	+	+	1,7	Ø
<i>Chenopodium ambrosioides</i> - F	0,43	0,42	+	+	Ø	Ø
<i>Canavalia ensiformes</i> - S	0,50	0,40	+	+	Ø	0,3
<i>Canavalia ensiformes</i> - F	0,39	0,51	+	+	1,7	Ø
<i>Zingiber officinale</i> - R	0,37	0,71	-	S/P	Ø	Ø
<i>Petivesia alliacea</i> - R	1,00	0,42	S/P	+	Ø	1,7
<i>Mentha</i> sp. - F	0,42	0,30	+	+	Ø	Ø
<i>Lantana camara</i> - F	0,45	0,42	+	+	Ø	Ø
<i>Artemisia absinthium</i> - F	0,55	0,51	+	+	6,7	5,0
<i>Malva silvestris</i> - F	0,33	0,40	S/P	+	Ø	1,7
<i>Melissa officinalis</i> - F	0,47	0,40	+	+	3,3	1,7
<i>Ageratum conyzoides</i> - F	0,42	0,47	+	+	5,0	1,7
<i>Lepidium sativum</i> - F	0,43	0,44	+	+	1,7	1,7
Testemunha	0,91	0,91	+	+	Ø	Ø

(F) folhas, (S) sementes, (R) raízes, (+) postura fértil, (-) postura infértil, (S/P) ausência de postura, (Ø) ausência de anomalias

Além disso, a assincronia do desenvolvimento na população poderia causar problemas de reprodução (Rodrigues & Vendramim 1996; Matos et al. 2006). Nesta análise, os extratos obtidos por maceração e infusão *M. silvestris*, *C. ensiformes* (semente), *C. verbenacea* e *C. zedoaria* se destacaram por prolongarem a duração do ciclo, enquanto o extrato obtido por infusão de *A. verlotorum* se destacou pela redução do mesmo, o que pode significar um aumento populacional, uma vez que se pode ter um número maior de gerações num mesmo período de tempo.

O prolongamento na fase larval pode estar associado à redução na eficiência de conversão do alimento ingerido (Tanzubil & McCaffery 1990). A redução desse período é explicada pelo efeito inibidor da alimentação das larvas provocadas pelas substâncias presentes nas plantas, induzindo a mudança de estágio. Resultados similares foram obtidos em experimentos com *Spodoptera litura* (Fabricius) utilizando extratos de plantas das meliáceas: *Trichilia americana* (Wheeler & Isman 2001) e *Trichilia connaroides* (Xie et al. 1994). A redução do período larval também foi constatada com a aplicação de extratos de meliáceas sobre *S. frugiperda* (Mikolajczak & Read 1987; Mikolajczak et al. 1989, Matos et al. 2006).

Estudos realizados por Broadway & Duffey (1986) demonstraram que inibidores de proteases podem reduzir significativamente o desenvolvimento das larvas dos lepidópteros, *Heliothis zea* (Boddie, 1850) e *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808). Segundo Ferreira-da-Silva et al. (2000) lecitinas presentes em *C. ensiformes* interem no desenvolvimento larval de *Lacanobia olereacea*.

As alterações observadas no período de pupa e de adulto estão, provavelmente, associadas aos efeitos das substâncias presentes nos extratos vegetais durante o estágio larval. O efeito tóxico das plantas inseticidas é mais eficiente sobre as larvas do que sobre as pupas, pois são as larvas que ingerem as substâncias químicas presentes nos alimentos (Rodríguez & Vendramim 1996; Céspedes et al. 2000; Martinez 2001). Esse efeito se reflete nas alterações morfológicas, redução de peso e tamanho observados nas pupas no presente trabalho.

A inibição da alimentação provocada por extratos vegetais pode interferir no peso pupal. Se o peso é menor que o do controle, sugere-se que a planta provoca diminuição no consumo e utilização do alimento. Como consequência, pupas de menor peso darão origem a adultos pequenos, e possivelmente haverá problemas na cópula destes indivíduos com indivíduos normais e as fêmeas serão menos fecundas (Rodríguez & Vendramim 1996).

Os resultados indicam que dezoito espécies de plantas foram eficientes contra *S. frugiperda*, merecendo ser alvo de estudos mais detalhados para uma avaliação definitiva do potencial destas espécies como fonte de produtos com atividade inseticida. Especificamente, é necessário identificar qual a natureza química dos compostos com atividade inseticida contra *S. frugiperda* presentes nestas plantas.

Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness insecticides. J. Econom. Entomol. 18: 265-267.
- Aslan, I. et al. 2004. Toxicity of essential oils vapors to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. Industrial Crops and Products, 19: 167-173.
- Bogorni, P.C. & J.D. Vendramim. 2003. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Neotrop. Entomol. 32: 665-669
- Broadway, R.M. & S.S. Duffey. 1986. Plant proteinase inhibitor: mechanism of action and effect on the growth and digestive physiology of larval *Heliothis zea* and *Spodoptera exigua*. J. Insect Physiol. 32: 827-833.
- Céspedes, C.L., J.S. Calderon, L. Lina & E. Aranda. 2000. Growth Inhibitory Effects on Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* of Some Limonoids Isolated from *Cedrela* spp. (Meliaceae). J. Agric. Food Chem. 48: 1903-1908.
- Cruz, I., L.J. Oliveira & C. Vasconcelos. 2006. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em milho. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 25: 293-297.
- Fernandes, M.G., A.C. Busoli & J.C. Barbosa. 2002. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. Revista Brasileira de Agrociências 8: 203-211.
- Ferreira-da-Silva, C.T., M.E. Gombarovits, H. Masuda, C.M. Oliveira & C.R. Carlini. 2000. Proteolytic activation of canatoxin, a plant toxic protein, by insect cathepsin-like enzymes. Arch. Insect Biochem. Physiol. 44: 162-171.
- Giolo, F.P., A.D. Grützmacher, M.S. Garcia & G.R. Busato. 2002. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. Revista Brasileira de Agrociências. 8: 219-224.
- Hammer, K.H., C.F. Carson & T.V. Riley. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. Journal of Applied Microbiology, 86: 985-990.
- Han, M., S. Kin & Y. Ahn. 2006. Insecticidal and antifeedant activities of medicinal plant extracts against *Attagenus unicolor japonicus* (Coleoptera: Dermistidae). Journal of Stored Products Research. 42:15-22.
- Kordali, S., I. Aslan, O. Çalmasur & A. Cakir. 2006. Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L) (Coleoptera:Curculionidae). Industrial Crops and Products, 23: 162-170.
- Martinelli, S., R.M. Barata, M.I. Zuchi, M.C. Silva-Filho & C. Omoto. 2006. Molecular variability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations associated to maize and cotton crops in Brazil. Journal of Economic Entomology. 99: 519-526.
- Martinez, S.S. 2001. The use of plants with insecticidal and repellent properties in pest control. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná, 4p.

- Matos, A.P., L. Nebo, E.R. Calegari, L.G. Batista-Pereira, P.C. Vieira, J.B. Fernandes, M.F.G.F. Silva, P.F. Filho & R.R. Rodrigues. 2006. Atividades biológicas de extratos orgânicos de *Trichilia* spp. (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em dieta artificial. *BioAssay*. 1:1-7.
- Mikolajczak, K.L. & D.K. Reed. 1987. Extractiveness of seeds of the Meliaceae: effects on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Acalyma vittatum* (F.), and *Artemia salina* Leach. *Journal of Chemical Ecology*. 13: 99-111.
- Mikolajczak, K.L., B.W. Zilkowski & R.J. Bartelt. 1989. Effect of meliaceous seed extracts on growth and survival of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Journal of Chemical Ecology*. 15: 121-128.
- Murúa, M.G., J. Molina-Ochoa & C. Coviella. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. *Florida Entomologist*. 89: 175-182.
- Nathan, S.S., K. Kalaivani & K. Sehoon. 2006. Effects of *Dysoxylum malabaricum* Bedd. (Meliaceae) extract on the malarial vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Bioresource Technology*. 97: 2077-2083.
- Pashley, D.P. 1988. Current status of fall armyworm host strains. *The Florida Entomologist*. 71: 227-233.
- Poitout, S. & R. Bues. 1970. Élevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et surmilieu simplifié. *Annales de Zoologie Ecologie Animale*. 2: 79-91.
- Rahman, A. & F.A. Talukder. 2006. Bioefficacy of some plant derivatives that protect grain against the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Science*. 6:1-10.
- Rodriguez, H.C. & J.D. Vendramim. 1996. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Manejo Integrado de Plagas*, 42:14-22p.
- Rodríguez H.C. & J.D. Vendramim. 1997. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Rev. Agric.* 72: 305-318.
- Talukder, F.A. & P.E. Howse. 2000. Isolation of secondary plant compounds from *Aphanamixis polystachya* as feeding deterrents against adults *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*. 107: 498-504.
- Tanzubil, P.B. & A.R. McCafferry. 1990. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the african armyworm, *Spodoptera exempta*. *Crop Protection*. 9: 383-386.
- Tewary, K.D.; A. Bhardwaj & A. Shanker 2005. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. *Industrial Crops and Products*. 22: 241-247.
- Vendramim, J.D. & E. Castiglioni. 2000. Aleloquímicos, Resistência de Plantas e Plantas Inseticidas, p.113-128. In: Guedes J.C., I.D. da Costa & E. Castiglioni (eds.) *Bases e Técnicas do Manejo de Insetos*. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, 234p.
- Wheeler, D.A. & M.B. Isman. 2001. Antifeedant and toxic activity of *Trichilia americana* extract against the larvae of *Spodoptera litura*. *Entomol. Exp. Appl.* 98: 9-16.
- Xie, Y.S., M.B. Isman, P. Gunning, S. Mackinnon, J.T. Arnason, D.R. Taylor, P. Sanchez, C. Hasbun & G.H.N. Towers. 1994. Biological activity of extracts of *Trichilia* species and the limonoids hirtin against lepidoptera larva. *Biochem. Syst. Ecol.* 22: 129-136.