

## EXTRATOS VEGETAIS

**Avaliação do Efeito dos Extratos e Frações das Folhas de *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

ANDRÉIA P. MATOS<sup>1</sup>, ALESSANDRA R. P. AMBROZIN<sup>2</sup>, ANTONIO R. BERNARDO<sup>1</sup>, ANA C. VOLANTE<sup>1</sup>, PAULO C. VIEIRA<sup>1</sup>, JOÃO B. FERNANDES<sup>1</sup>, MARIA F. DAS G. FERNANDES DA SILVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos; <sup>2</sup>Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas, Email: alessandra.ambrozin@unifal-mg.edu.br

*BioAssay* 9:3 (2014)

Evaluation of the Effect of Extracts and Fractions of Leafs from *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae) on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

**ABSTRACT** - The armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), is an important pest of the maize crop, which causes huge damages to the productivity and quality of final product. Such pest is usually controlled by the use of insecticides as pyrethroids and organophosphates that can damage the environment and contaminate food. Thus, the search for new pesticides, more selective, less toxic and less damaging to environment is of high relevance. In this way, there is a growing interest in the use of natural products for the control of agricultural pests. Vegetable extracts or fractions and some compounds obtained from plants of the Rutaceae family show anti-food or insecticidal activity and the wide chemical diversity of this family, its high biological potential and the lack of assessment of insecticidal activity of *Balfourodendron riedelianum* motivated the present work, which has the main goal to evaluate the effect of extracts and fractions from leafs of *B. riedelianum* against *S. frugiperda*. Biological assays were performed incorporating 100 mg.Kg<sup>-1</sup> of each extract or fraction to the artificial diet of *S. frugiperda* and the evaluated parameters were duration of larval and pupal stages, pupal weight and mortality percent at the end of each phase. Hexane and methanol extracts of the leaves from *B. riedelianum* caused the enlarged of pupal and larval stages, decreasing of pupal weight and about 80% of larval phase mortality. Some plant extract fractions (ethyl acetate fraction from hexane extract and dichloromethane fraction from methanol extract) caused 100% of mortality of larval stage. Such results showed the fago-inhibitor activity of extracts and fractions from *B. riedelianum* against *S. frugiperda*, which suggests its high potential as natural insecticide.

**KEY WORDS** - Insecticidal activity, plant extracts, Pau-marfim, Alternative control.

**RESUMO** - A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma importante praga da cultura do milho, que causa grandes prejuízos em relação à produtividade e à qualidade do produto final. Tal praga é usualmente controlada com o uso de inseticidas piretroides e organofosforados, que podem ocasionar danos ao meio ambiente e deixar resíduos nos alimentos. Assim, a busca por novos pesticidas, mais seletivos, menos tóxicos e menos danosos ao ambiente é de grande importância. Nesse sentido, há um interesse crescente no uso de produtos naturais para o controle de pragas agrícolas. Extratos ou frações vegetais e algumas substâncias isoladas de plantas da família Rutaceae apresentam atividade anti-alimentar ou inseticida e a ampla diversidade química dessa família, seu grande potencial biológico e a ausência de avaliações de atividade inseticida de *Balfourodendron riedelianum* motivaram o presente trabalho, que teve como principal objetivo avaliar o efeito dos extratos e frações das folhas de *B. riedelianum* sobre *S. frugiperda*. Os ensaios biológicos foram realizados incorporando-se 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de cada extrato ou fração à dieta artificial de *S. frugiperda* e os parâmetros avaliados foram duração das fases larval e pupal, massa das pupas e porcentagem

de mortalidade ao final de cada fase. Observou-se que os extratos hexânico e metanólico das folhas de *B. riedelianum* ocasionaram o alongamento nas fases larval e pupal, diminuição da massa pupal e aproximadamente 80 % de mortalidade na fase larval. Já algumas frações vegetais (fração acetato de etila do extrato hexânico e fração diclorometânica do extrato metanólico) ocasionaram 100% de mortalidade na fase larval. Tais resultados indicaram a atividade inseticida dos extratos e frações de *B. riedelianum* sobre *S. frugiperda*, o que sugere seu grande potencial como inseticida natural.

**PALAVRAS-CHAVE** - Atividade inseticida, Extratos vegetais, Pau-marfim, controle alternativo.

Muitas culturas têm o seu rendimento prejudicado pela ocorrência de pragas agrícolas. A lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma importante praga da cultura do milho, que causa grandes prejuízos em relação à produtividade e à qualidade do produto final, sendo bastante difícil de ser controlada (Cruz *et al.* 2008). Ela é a principal praga da cultura do milho e ocorre em todas as regiões produtoras, tanto nos cultivos de verão, quanto nos de segunda safra (safrinha). A espécie ataca a planta desde sua emergência até a formação de espigas (Cruz 2008; Cruz 2010; Cruz *et al.* 2008). Dependendo do estágio da cultura em que ocorre o ataque por *S. frugiperda*, pode-se ter até 34% de perda no rendimento de grãos (Valicente & Cruz 1991, Cruz 1995).

Os prejuízos ocasionados por *S. frugiperda* à cultura do milho não estão relacionados à ausência de tratamento fitossanitário, pois, o número de aplicações tem aumentado ao longo dos anos e, em algumas regiões, é comum a utilização de mais de cinco aplicações de inseticidas durante a safra (Cruz 2002). A lagarta é usualmente controlada no milho empregando-se agrotóxicos de diferentes grupos químicos, tais como piretroides, organofosforados e outros (Jesus *et al.* 2009), que são empregados quando o início de ataque é notado nas plantações. Na verdade, a preocupação atual é com a ocorrência de populações resistentes aos produtos químicos, verificada em algumas regiões, e a diminuição da diversidade de agentes de controle biológico, em consequência do uso inadequado dos agrotóxicos (Cruz 2002).

O uso de agrotóxicos sintéticos, além de aumentar os custos de produção, pode ocasionar danos ao meio ambiente e deixar resíduos nos alimentos. Assim, a busca por novos produtos, mais seletivos, menos tóxicos e menos danosos ao ambiente é de grande importância. Nesse sentido, há um interesse crescente no uso de produtos naturais para o controle de pragas agrícolas (Weinzierl & Henn 1991, Senthil Nathan *et al.* 2005). Além de serem facilmente obtidos, os inseticidas botânicos apresentam uma baixa ou nenhuma ação tóxica para humanos e são mais facilmente degradáveis, não contaminando o meio ambiente (Roel 2001).

As plantas da família Rutaceae apresentam uma grande diversidade de metabólitos secundários (alcalóides derivados do ácido antranílico, cumarinas, flavonóides, limonóides, etc) e muitas atividades biológicas de extratos, frações e substâncias isoladas de plantas dessa família foram determinadas, em especial, alguns trabalhos descrevem a atividade anti-alimentar ou inseticida de extratos ou frações vegetais de plantas dessa família (Stevenson *et al.* 2003, Pavela 2005, Sackett *et al.* 2007, Tagliari *et al.* 2010, Barakat 2011, Baskar *et al.* 2012, Krishnappa & Elumalai 2012,

Laarif *et al.* 2013).

A espécie *Balfourodendron riedelianum* é classificada na ordem Rutales, família Rutaceae, subfamília Toddalioidae. É uma espécie arbórea, conhecida vulgarmente como pau-marfim, que pode alcançar 20 a 30 m de altura (Lorenzi 1992). Existem alguns estudos fitoquímicos desta espécie (Rapoport & Holden 1959, 1960, 1961, Corral *et al.* 1968, 1973, 1983, Corral & Orazi 1965, Jurd & Wong 1983, Basomba *et al.* 1991, Marques 2006) que descrevem a ocorrência principalmente de alcalóides derivados do ácido antranílico.

A ampla diversidade química da família Rutaceae, seu grande potencial biológico e a ausência de avaliações de atividade inseticida de *B. riedelianum* motivaram a escolha dessa planta para avaliação do efeito de seus extratos e frações sobre *S. frugiperda*. Assim, com o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito de extratos e frações oriundos das folhas de *B. riedelianum* sobre *S. frugiperda*.

## Material e Métodos

**Coleta do Material Vegetal.** A espécie *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim) foi coletada no município de Viçosa-MG, no Departamento de Dendrologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) no dia 09/02/2011.

**Preparo dos Extratos Vegetais.** As folhas da espécie *B. riedelianum* foram secas em estufa de circulação de ar, a 60°C, durante 16 h e moídas em um liquidificador. A extração de 945 g do material moído foi realizada por maceração nos solventes hexano e metanol, à temperatura ambiente, por um período de 7 dias. Posteriormente, o material moído e filtrado foi novamente submetido a mais uma maceração com solvente por 7 dias, sendo que as duas frações foram reunidas e pesadas. Desta forma, foram obtidos os extratos hexânico (denominado BRH, 12,5 g) e metanólico (denominado BRM, 59,2 g) das folhas de *B. riedelianum*.

**Obtenção das Frações Vegetais.** Uma alíquota (11,0 g) do extrato hexânico e outra alíquota do extrato metanólico (12,0 g) foi fracionada em cromatografia líquida a vácuo (CLV), utilizando-se como fase estacionária alumina (coluna com 13,5 cm de largura por 5,8 cm de comprimento) e como fase móvel, solventes orgânicos de polaridade crescente: hexano, diclorometano, acetato de etila e metanol. A eluição foi realizada de forma gradiente, passando-se aproximadamente 3 L de cada solvente pela coluna. Desta forma, após a evaporação do solvente em rotaevaporador, foram obtidas 8 frações, conforme descrito na Tabela 1. Entretanto, devido à pequena quantidade de material obtido de algumas frações e também por se utilizar parte do material

**Tabela 1.** Frações obtidas a partir da cromatografia líquida a vácuo (CLV) dos extratos hexânico e metanólico de *B. riedelianum*.

Extrato de Origem	Fração Obtida	Massa da fração (g)
Hexânico	Hexânica (BRHH)	1,004
	Diclorometânica (BRHD)	4,7093
	Acetato de Etila (BRHA)	2,549
	Metanólica (BRHM)	0,6528
Metanólico	Hexânica (BRMH)	1,1718
	Diclorometânica (BRMD)	2,8676
	Acetato de Etila (BRMA)	0,9469
	Metanólica (BRMM)	0,6331

das frações para estudo fitoquímico, só as frações BRHA, BRMH, BRMD e BRMA foram avaliadas nos ensaios biológicos.

**Ensaio de Toxicidade.** Os ensaios biológicos com os extratos brutos e frações foram realizados no Laboratório de Bioensaios do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Os experimentos foram mantidos a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 5\%$  e fotofase de 12 h.

As lagartas utilizadas para a realização deste trabalho foram criadas em dieta artificial contendo água destilada (600 mL), ágar (10,3 g), extrato de levedura (25,3 g), gérmen de trigo (39,6 g), ácido sórbico (0,8 g), ácido ascórbico (2,6 g), formaldeído 40 % (6,3 mL), tetraciclina (50 mg), nipagin (1,1 g) e feijão carioquina (82,5 g) (Kasten et al. 1978).

Para a realização dos bioensaios, os extratos e frações foram solubilizados em uma pequena quantidade de solvente e misturados ao ácido ascórbico contido na dieta artificial (Kasten et al. 1978). Logo após, o solvente foi evaporado e a

mistura (ácido ascórbico e extrato ou fração) foi incorporada à dieta quando esta atingiu uma temperatura de  $50^\circ\text{C}$ , conforme metodologia já utilizada (Leite et al. 2008, Matos et al. 2006, 2009). Cada extrato/fração foi incorporado à dieta artificial de *S. frugiperda* na proporção de 30 mg de extrato/fração para 300 g de dieta ( $100 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ). Além das dietas correspondentes a cada extrato/fração, também foi preparada uma dieta testemunha, sem extrato/fração, utilizando os solventes em que foram solubilizados os extratos/frações. Depois do preparo, as dietas foram vertidas em tubos de vidro ( $8,5 \times 2,5 \text{ cm}$ ), previamente esterilizados, em estufa a  $170^\circ\text{C}$  por 1 h e, em seguida, tampados com algodão hidrófugo. Após a colocação da dieta, os tubos foram mantidos por 24 h em grades de arame para eliminação do excesso de umidade (gotículas de água) de suas paredes. A seguir, foi feita a inoculação das lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, utilizando-se uma lagarta por tubo de vidro. Foram utilizadas trinta lagartas para cada tratamento.

As pupas obtidas foram pesadas um dia após a pupação e transferidas para copos plásticos de 50 mL de capacidade, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

Os parâmetros avaliados foram duração das fases larval e pupal, massa das pupas e porcentagem de insetos mortos (mortalidade) ao final de cada fase. Para cada tratamento foram utilizadas 30 lagartas, distribuídas em três repetições de dez lagartas cada, em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A comparação entre médias dos tratamentos foi feita utilizando-se o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados

**Ensaio com os Extratos Vegetais.** Dos parâmetros avaliados no tratamento com o extrato hexânico de *B. riedelianum* (BRH), observou-se um alongamento na fase

**Tabela 2.** Médias da duração de fase larval, fase pupal e massa pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratada com o extrato hexânico, metanólico e com a fração hexânica do extrato metanólico das folhas de *B. riedelianum*, a  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Temp.:  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 5\%$  e fotofase: 12 h

Tratamento	Duração da fase larval (dias) ( $\pm\text{EP}$ ) <sup>1</sup>	Duração da fase pupal (dias) ( $\pm\text{EP}$ ) <sup>1</sup>	Massa pupal (mg) ( $\pm\text{EP}$ ) <sup>1</sup>
Branco	16,80 $\pm$ 2,06 b	15,59 $\pm$ 4,68 ab	288,54 $\pm$ 27,02 a
Hexano	16,28 $\pm$ 2,32 b	14,84 $\pm$ 5,60 b	286,36 $\pm$ 26,56 a
Extrato BRH	25,67 $\pm$ 6,28 a	21,40 $\pm$ 3,65 a	233,50 $\pm$ 49,23 b
Branco	16,80 $\pm$ 2,06 b	15,59 $\pm$ 4,68 b	288,54 $\pm$ 27,02 a
Metanol	17,45 $\pm$ 2,41 b	16,88 $\pm$ 4,83 ab	271,63 $\pm$ 23,35 a
Extrato BRM	24,40 $\pm$ 5,18 a	24,00 $\pm$ 6,08 a	236,00 $\pm$ 52,68 b
Branco	17,74 $\pm$ 2,21 a	11,20 $\pm$ 1,08 a	243,00 $\pm$ 42,65 a
MeOH + CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	18,41 $\pm$ 1,81 a	10,69 $\pm$ 0,95 a	251,76 $\pm$ 19,96 a
Fração BRMH	16,75 $\pm$ 1,17 a	10,75 $\pm$ 0,50 a	256,88 $\pm$ 32,94 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

larval de 9,39 dias em relação ao controle hexano (16,28 dias) e na fase pupal de 6,56 dias em relação ao controle hexano (14,84 dias), além da diminuição na média de massa pupal de 52,86 mg quando comparado com o controle hexano (286,36 mg) (Tabela 2).

Quanto à mortalidade na fase larval, o extrato hexânico (BRH) causou mortalidade de 80% em relação ao controle hexano (16,67 %) (Tabela 3). A mortalidade pupal não foi significativa.

No tratamento com o extrato metanólico de *B. riedelianum* (BRM), houve um alongamento na fase larval de 6,95 dias em relação ao controle metanol (17,45 dias). A duração da fase pupal apresentou uma variação de 7,12 dias em relação ao controle metanol (16,88 dias). Na massa pupal o extrato metanólico apresentou uma diminuição na média de massa pupal de 35,63 mg quando comparado com o controle metanol (271,63 mg) (Tabela 2).

O extrato BRM apresentou mortalidade larval de 83,33%, enquanto que, no controle metanol, a mortalidade encontrada foi de 10% (Tabela 3). A mortalidade pupal não foi significativa.

**Ensaio com as Frações Vegetais.** O tratamento com a fração hexânica do extrato metanólico (BRMH) não apresentou resultados significativos para a fase larval, pupal e massa pupal, quando comparados ao controle (Tabela 2).

Para a mortalidade na fase larval as frações BRHA, BRMD e BRMA apresentaram 100% de mortalidade quando comparadas ao controle (43,33%). Já a mortalidade pupal não foi significativa quando comparada ao controle (Tabela 3).

## Discussão

**Ensaio com os Extratos Vegetais.** O alongamento da fase larval foi observado para as lagartas alimentadas com a

dieta tratada com os extratos hexânico e metanólico das folhas de *B. riedelianum* (BRH e BRM). O aumento da duração da fase larval mantém a lagarta mais suscetível a ataques de predadores, parasitas, parasitoides, entomopatógenos, intempéries climáticas e ainda com maior competição por alimento (Rodrigues & Vendramin 1996).

Os extratos BRH e BRM ocasionaram a diminuição da massa pupal em relação à massa do controle, mostrando, portanto, uma importante atividade de tais extratos. Esses dados corroboram os obtidos por Rodrigues & Vendramin (1996) que provaram que, quando a massa pupal é menor que a do controle, o extrato vegetal diminui o consumo pela lagarta, dando origem a adultos pequenos e possivelmente com problemas no acasalamento desses indivíduos com indivíduos normais, originando fêmeas não fecundas. Tanzubil & McCaffery (1990), em experimentos realizados com óleo de semente de *Azadirachta indica* (Meliaceae) sobre *S. exempta*, observaram que a redução do crescimento aliada à mortalidade fazem com que a lagarta apresente um alto gasto energético para quebrar substâncias tóxicas presentes em seu organismo ao invés de ter esse custo energético direcionado para o crescimento e pupação. Seu potencial tem efeitos principalmente sobre a duração e mortalidade da fase larval. Segundo Tanzubil & McCaffery (1990), a massa da pupa e a duração da fase larval estão relacionadas com o potencial fago-inibidor do bioinseticida ou no seu envolvimento com o metabolismo hormonal da lagarta, que dificulta que o inseto passe de um instar para o outro. Como os extratos BRH e BRM apresentaram diminuição da massa pupal significativa (Tabela 2), aliada a uma taxa de mortalidade larval também significativa (Tabela 3), acredita-se que tais extratos tenham potencial como inseticida e possam atuar como fago-inibidores ou no metabolismo hormonal de *S. frugiperda*. No trabalho de Matos et. al. (2009), as frações dos frutos de *Trichilia catigua*

**Tabela 3.** Médias da mortalidade de fase larval e pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratada com o extrato hexânico, metanólico e com as frações BRHA, BRMH, BRMD e BRMA das folhas de *B. riedelianum*, a 100 mg.kg<sup>-1</sup>. Temp.: 25 ± 1 °C; UR: 70 ± 5 % e fotofase: 12 h.

Tratamento	Mortalidade larval (%) (±EP) <sup>1</sup>	Mortalidade pupal (%) (±EP) <sup>1</sup>
Branco	16,67 ± 5,77 b	12,03 ± 12,53 a
Hexano	16,67 ± 5,77 b	0,00 ± 0,00 a
Extrato BRH	80,00 ± 0,00 c	0,00 ± 0,00 a
Branco	16,67 ± 5,77 b	12,03 ± 12,53 a
Metanol	10,00 ± 10,00 b	12,50 ± 21,65 a
Extrato BRM	83,33 ± 5,77 a	0,00 ± 0,00 a
Branco	36,67 ± 11,55 c	20,97 ± 7,20 a
MeOH + CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	43,33 ± 11,55 bc	24,77 ± 13,50 a
Fração BRHA	100,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a
Fração BRMH	67,17 ± 20,97 b	46,67 ± 50,33 a
Fração BRMD	100,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P ≤ 0,05).



(Meliaceae) ocasionaram 100% de mortalidade larval para *S. frugiperda*. Tal resultado indica a grande eficiência dessas frações como bioinseticidas, pois elas ocasionam efeitos na lagarta logo nas primeiras fases de desenvolvimento, o que poderia reduzir os prejuízos na produção agrícola.

**Ensaio com as Frações Vegetais.** A fração acetato de etila do extrato hexânico (BRHA) e as frações diclorometano e acetato de etila do extrato metanólico (BRMD e BRMA) ocasionaram 100% de mortalidade na fase larval de *S. frugiperda* (Tabela 3). Resultados similares foram obtidos por [Matos et al. \(2009\)](#) em estudos com as frações dos frutos de *Trichilia catigua* (Meliaceae). A alta mortalidade na fase larval é um resultado bastante interessante, pois, os efeitos deletérios logo nas primeiras fases do desenvolvimento de *S. frugiperda* reduzem os prejuízos na produção agrícola.

Os resultados obtidos no presente trabalho confirmam o grande potencial de extratos e frações oriundos de plantas da família Rutaceae como inibidores naturais de *Spodoptera* sp. [Tagliari et al. \(2010\)](#), por exemplo, obtiveram alta mortalidade de larvas de *S. frugiperda* de 4º instar ocasionada por extrato aquoso de folhas e cascas de *Ruta graveolens*. [Barakat \(2011\)](#) demonstrou a atividade inseticida e anti-alimentar do extrato em acetona das folhas de *Casimiroa edulis* (Rutaceae) e também de suas frações sobre larvas de 4º instar de *S. littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). Principalmente sesquiterpenos e ésteres de ácidos graxos foram identificados em tais extratos/frações, indicando que esses compostos possam ser os responsáveis pelas atividades observadas. Os óleos essenciais obtidos a partir das cascas dos frutos de *Citrus aurantium* também foram ativos sobre *S. littoralis* ([Laarif et al. 2013](#)). [Pavela \(2005\)](#) também avaliou a atividade dos óleos essenciais de três espécies de Rutaceae (*Amyris balsamifera*, *Citrus limonum* e *C. aurantifolia*) sobre larvas de 3º instar de *S. littoralis*, realizando os ensaios por fumigação ou aplicação tópica. Os resultados, entretanto, mostraram que, dentre os óleos essenciais testados, os oriundos da família Rutaceae não apresentaram atividade tão significativa. Já [Stevenson et al. \(2003\)](#) mostraram que algumas furanocumarinas isoladas dos frutos de *Tetradium daniellii* (Rutaceae) apresentaram potente atividade deterrente sobre *S. littoralis* em estágio final de desenvolvimento larval. Alcalóides acridônicos isolados de *Fagara macrophylla* (Rutaceae) também ocasionaram atividade anti-alimentar em larvas de *S. littoralis* e *S. frugiperda* ([Tringali et al. 2001](#)). [Baskar et al. \(2012\)](#) avaliaram a atividade ovicida dos extratos hexânico, clorofórmico e acetato de etila das folhas de *Atalantia monophylla* (Rutaceae) e também de frações oriundas do extrato hexânico. Os extratos e frações foram testados sobre *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). Os resultados indicaram que o extrato hexânico e algumas de suas frações apresentaram potencial ovicida significativo. [Krishnappa & Elumalai \(2012\)](#) também obtiveram resultados significativos ao avaliar a atividade larvicida e ovicida do óleo essencial das folhas de *Chloroxylon swietenia* (Rutaceae) e de seus componentes majoritários. O óleo essencial de *C. swietenia* ocasionou 100% de mortalidade dos ovos de *S. litura* e o composto geijereno, um dos constituintes do óleo essencial, também apresentou atividade ovicida significativa.

Também em ensaios com *S. litura* se observou a atividade anti-alimentar e de inibição do crescimento ocasionada pelo alcalóide furoquinolínico esquimianina, que tem ampla ocorrência em plantas da família Rutaceae ([Sackett et al. 2007](#)).

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas.

## Referências

- Barakat, D.A. 2011.** Insecticidal and antifeedant activities and chemical composition of *Casimiroa edulis* La Llave & Lex (Rutaceae) leaf extract and its fractions against *Spodoptera littoralis* larvae. J. Apl. Sci. Res. 7: 693-703.
- Baskar, K., C. Muthu, G.A. Raj, S. Kingsley & S. Ignacimuthu. 2012.** Ovicidal activity of *Atalantia monophylla* (L) Correa against *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). Asian Pac. J. Trop. Biomed. 2: 987-991.
- Basomba, A., A. Buches, A. Almodóvar & H.F. Rojas. 1991.** Occupational rhinitis and asthma caused by inhalation of *Balfourodendron riedelianum* (Pau Marfim) Wood dust. Allergy 46: 316-318.
- Corral, R.A. & O.O. Orazi. 1965.** Studies of plants-IX. Isolation and structure of ribalinium salts. Tetrahedron Lett. 21: 909-915.
- Corral, R.A., O.O. Orazi & I.A. Benages. 1968.** Ribalinidine, a phenolic tertiary base from *Balfourodendron*. Tetrahedron Lett. 5: 545-547.
- Corral, R.A., O.O. Orazi & I.A. Benages. 1973.** New *Balfourodendron* 4-quinolone alkaloids. Tetrahedron Lett. 29: 205-211.
- Corral, R.A., O.O. Orazi & I.A. Benages. 1983.** Total synthesis of phenolic *Balfourodendron* alkaloids. Tetrahedron Lett. 24: 2359-2360.
- Cruz, I. 1995.** A Lagarta-do-cartucho na Cultura do Milho. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21), 45p.
- Cruz, I. 2002.** Controle Biológico em Manejo Integrado de Pragas, p.543-570. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho; B.S. Correa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo, Manole. 609p.
- Cruz, I.; F.H. Valicente; J.P. Santos; J.M. Walquil & P.A. Viana. 2008.** Pragas do Milho, p.18-120. In I. Cruz (ed.). Manual de identificação de pragas do milho e de seus

- principais agentes de controle biológico. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.
- Cruz, I. 2008.** Manejo de Pragas da Cultura do Milho, p. 303-362. In: J.C. Cruz; D. Karam; M.A.R. Monteiro & P.C. Magalhães (eds.). A cultura do Milho. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.
- Cruz, I. 2010.** Lepidoptera como praga de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 23p.
- Jesus, F.L. & A. L. Boiça Junior. 2009.** Uso de variedades resistentes no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) na cultura do algodoeiro. In A.G. Silva; C.A. Rodrigues; C.K. Becaro; D.B. Bottega; G.K. Haddad; G.C.S. Alvez & J.C. Janini (eds). Tópicos em Entomologia Agrícola II. Jaboticabal, Funep. 164p.
- Jurd, L. & Y. Wong. 1983.** Quinoline alkaloids from the heartwood of *Balfourodendron riedelianum*. Aust. J. Chem. 36: 1615-1622.
- Kasten, P.JR., A.A.C.M. Precetti & J.R.P. Parra. 1978.** Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. Rev. Agric. 53: 68-78.
- Krishnappa, K. & K. Elumalai. 2012.** Larvicidal and ovicidal activities of *Chloroxylon swietenia* (Rutaceae) essential oils against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) and their chemical compositions. Int. J. Curr. Res. Life Sci. 1: 3-7.
- Laarif, A., K. Zarrad, W. Tayeb, A. Ayed, S. Souguir & I. Chaieb. 2013.** Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from *Citrus aurantium* (Rutaceae) fruit peels against two greenhouse insects; *Spodoptera littoralis* (Noctuidae) and *Tuta absoluta* (Gelechiidae). Adv. Agric. Sci. Eng. Res. 3: 825-830.
- Leite, A.C., A.P. Matos, L.G. Batista-Pereira, J.B. Fernandes, P.C. Vieira & M.F.G.F. da Silva. 2008.** Activity of triterpenoids from *Cedrela fissilis* (Meliaceae) against *Spodoptera frugiperda*. Biopest. Int. 4: 28-34.
- Lorenzi, H. 1992.** Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 351p.
- Marques, A.S.F. 2006.** Estudo Fitoquímico de Três Espécies de Rutaceae e Avaliação Biológica de Produtos Naturais em Modelos Celulares e Bioquímicos de Tripanosomatídeos. Tese de doutorado, São Carlos, UFSCar, 266p.
- Matos, A.P., L. Nebo, E.R. Calegari, L.G. Batista-Pereira, P.C. Vieira, J.B. Fernandes, M.F.G.F. da Silva, P. Ferreira-Filho & R.R. Rodriguez. 2006.** Atividade biológica de extratos orgânicos de *Trichilia* spp. (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em dieta artificial. Bioassay 1: 1-6.
- Matos, A.P., L. Nebo, P.C. Vieira, J.B. Fernandes & M.F.G.F. da Silva. 2009.** Constituintes químicos e atividade inseticida dos extratos de frutos de *Trichilia elegans* e *T. catigua* Meliaceae. Quim. Nova 32: 1553-1556.
- Pavela, R. 2005.** Insecticidal activity of some essential oils against larvae of *Spodoptera littoralis*. Fitoterapia 76: 691-696.
- Rapoport, H. & K.G. Holden. 1959.** Isolation of alkaloids from *Balfourodendron riedelianum*. The Structure of Balfourodine. J. Am. Chem. Soc. 81: 3738-3743.
- Rapoport, H. & K.G. Holden. 1960.** Alkaloids from *Balfourodendron riedelianum*. Balfourodine and isobalfourodine. J. Am. Chem. Soc. 82: 4395-4404.
- Rapoport, H. & K.G. Holden. 1961.** Alkaloids of *Balfourodendron riedelianum*. The 0<sup>4</sup>-ethyl analog of balfourolone. 26: 3585-3587.
- Rodriguez, H.C. & J.D. Vendramin. 1996.** Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Man. Integ. Plagas 42: 14-22.
- Roel, A.R. 2001.** Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. Rev. Inter. Desenvolv. Local 1: 43-50.
- Sackett, T.E., G.H.N. Towers & M.B. Isman. 2007.** Effects of furoquinoline alkaloids on the growth and feeding of two polyphagous lepidopterans. Chemoecol. 17: 97-101.
- Senthil Nathan, S., K. Kalaivani, K. Murugan & P.G. Chung. 2005.** The toxicity and physiological effect of neem limonoids on *Cnaphalocrocis medinalis* (Guene' e) the rice leafhopper. Pesticide Biochem. Physiol. 81: 113-122.
- Stevenson, P.C., M.S.J. Simmonds, M.A. Yule, N.C. Veitch, G.C. Kite, D. Irwin, M. Legg. 2003.** Insect antifeedant furanocoumarins from *Tetradium daniellii*. Phytochem. 63: 41-46.
- Tagliari, M.S., N. Knaak, L.M. Fiuza. 2010.** Efeito de extratos de plantas na mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Arq. Inst. Biol. 77: 259-264.
- Tanzubil, P.B. & A.R. McCaffery. 1990.** Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempla*. Crop Prot. 9: 383-386.
- Tringali, C., C. Spatafora, V. Cali, M.S.J. Simmonds. 2001.** Antifeedant constituents from *Fagara macrophylla*. Fitoterapia 72: 538-543.
- Valicente, F.H. & I.Cruz. 1991.** Controle Biológico da Lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* com Baculovirus. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS (Embrapa/CNPMS. Circular Técnica, 115), 23p.
- Weinzierl, R. & T. Henn. 1991.** Alternatives in insect management: biological and biorational approaches. North Central Regional Extension Publication 401. Cooperative Extension Service, University of Illinois at Urbana-Champaign. 75p.