

## EXTRATOS VEGETAIS

**Atividade Biológica de Extratos Orgânicos de *Trichilia* spp. (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Dieta Artificial**

ANDREIA P. MATOS<sup>1</sup>, LILIANE NEBO<sup>1</sup>, ELTON RODRIGO CALEGARI<sup>2</sup>, LUCIANE G. BATISTA-PEREIRA<sup>1</sup>, PAULO C. VIEIRA<sup>1</sup>, JOÃO B. FERNANDES<sup>1</sup>, MARIA FÁTIMA DAS G. F. DA SILVA<sup>1</sup>, PEDRO FERREIRA FILHO<sup>2</sup> e RICARDO RIBEIRO RODRIGUES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos - CP 676, 13565-905, São Carlos, SP - [paulo@dq.ufscar.br](mailto:paulo@dq.ufscar.br)

<sup>2</sup> Departamento de Estatística, Universidade Federal de São Carlos - CP 676, 13565-905, São Carlos, SP

<sup>3</sup> Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP - CP 9, 13418-900, Piracicaba, SP

*BioAssay* 1:7 (2006)

**Biological Activity of Organic Extracts from *Trichilia* spp. (Meliaceae) against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in Artificial Diet**

**ABSTRACT** - The biological activity of organic extracts of leaves and twigs from three *Trichilia* species (*Trichilia catigua* A. Juss., *Trichilia clausenii* C. DC. and *Trichilia elegans* A. Juss.) was evaluated on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) development under laboratory conditions. Leaves and twigs of each plant species were dried and ground separately. Organic extracts were obtained with hexane, methanol and methanol/water at proportion of 1:1. The organic extracts (at 1000 mg kg<sup>-1</sup>) were incorporated into an artificial diet and offered to *S. frugiperda* during their larval period. The parameters evaluated were duration and mortality of larval and pupal periods and pupal weight. The hexane and methanol extracts of leaves and the hexane extract of twigs of *T. clausenii* caused the highest larval mortality (above 60%). The extracts of *T. elegans*, *T. clausenii* and *T. catigua* retarded the larval development in 2.0; 1.3 and 3.2 days, respectively. All extracts did not affect the pupal period. Except for the hexane extract of *T. clausenii*, all extracts caused significant reduction in the pupal weight in comparison to the control. Among the three species of *Trichilia* tested, the hexane and methanol extracts of leaves and hexane extract of twigs of *T. clausenii* are the most promising for controlling *S. frugiperda*.

**KEYWORDS** - Insecta, Meliaceae, fall armyworm, botanical insecticide

**RESUMO** - A atividade biológica de extratos orgânicos de folhas e ramos de três espécies de *Trichilia* (*Trichilia catigua* A. Juss., *Trichilia clausenii* C. DC. e *Trichilia elegans* A. Juss.) foi avaliada sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em condições de laboratório. As folhas e ramos foram secos e moídos separadamente. Os solventes utilizados para a obtenção dos extratos foram hexano, metanol e metanol/água na proporção de 1:1. Os extratos orgânicos foram incorporados à dieta artificial na proporção de 100 mg de extrato para 100 g de dieta e oferecidos a *S. frugiperda* durante seu período larval. Os parâmetros avaliados foram duração e mortalidade das fases larval e pupal e peso das pupas. Os extratos hexânico e metanólico de folhas e o hexânico de ramos de *T. clausenii* foram os mais eficientes apresentando alta taxa de mortalidade larval (superior a 60%). Já os extratos de *T. elegans*, *T. clausenii* e *T. catigua*, também afetaram o desenvolvimento do inseto, retardando o desenvolvimento larval em 2,0; 1,3 e 3,2 dias, respectivamente. Os extratos não afetaram o período pupal. Exceto para o extrato hexânico de *T. clausenii*, os extratos causaram redução significativa no peso de pupas em relação à testemunha. Dentre as três espécies de *Trichilia* testadas, os extratos hexânico e metanólico de folhas e o hexânico de ramos de *T. clausenii* se mostraram os mais promissores para uso no controle de *S. frugiperda*.

**PALAVRAS-CHAVE** - Insecta, Meliaceae, lagarta do cartucho-do-milho, inseticida botânico

A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma das principais pragas da cultura do milho, podendo seu dano levar à redução de até 34% no rendimento de grãos, dependendo principalmente, do estágio da cultura em que ocorre o ataque (Valicente & Cruz 1991, Cruz 1995). No milho, a lagarta é usualmente controlada pelo uso de agrotóxicos, quando o ataque é notado nas plantações. No entanto, problemas associados com o uso desses produtos, especialmente devido à possibilidade do surgimento de insetos resistentes e a redução de inimigos naturais (Cruz 1995). Desta forma, a busca de novos inseticidas de origem vegetal tem sido intensificada já que de uma forma geral, os inseticidas naturais não são persistentes, ou seja, degradam com maior velocidade que os não naturais, não deixando resíduos no alimento ou no meio ambiente.

A planta considerada atualmente com maior atividade inseticida é *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), conhecida no Brasil por nim. Seu efeito foi comprovado sobre aproximadamente 400 espécies de insetos (Martinez 2002). Outras espécies de Meliaceae com atividade inseticida incluem *Melia azedarach* L. e diversas espécies de *Trichilia* (Pennington & Styles 1975).

Vários trabalhos comprovando a atividade inseticida de *Trichilia* spp. sobre *S. frugiperda* têm sido realizados. Mikolajczak & Reed (1987) testaram extratos etanólicos de *Trichilia conmaroides*, *T. priureana*, *T. roka* e *T. triphyllaria* sobre *S. frugiperda*, os quais ocasionaram mortalidade igual ou superior a 80% das lagartas, sendo que apenas a última espécie não afetou a sobrevivência do inseto. Experimentos realizados mediante a adição de extratos aquosos de *T. casaretti*, *T. catigua*, *T. clausenii*, *T. elegans* e *T. pallida* à dieta artificial afetaram o desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda* (Rodríguez & Vendramim 1996, 1997). O extrato aquoso de ramos de *T. pallida* provocou mortalidade total das lagartas a 1% (Rodríguez & Vendramim 1996, 1997). Embora tenha sido verificada a ação destas espécies de *Trichilia* sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda*, deve-se considerar, que somente os extratos obtidos com solventes orgânicos de *T. pallida* foram avaliados (Rodríguez & Vendramim 1996, 1997; Roel & Vendramim 1999, Roel et al. 2000a,b; Bogorni & Vendramim 2003, 2005).

Em vista do exposto, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar, em condições de laboratório, a bioatividade de extratos orgânicos de *T. clausenii*, *T. catigua* e *T. elegans*, incorporados à dieta artificial, sobre *S. frugiperda*.

### Material e Métodos

Os ensaios biológicos foram realizados no Laboratório de Bioensaios do Departamento de Química da UFSCar, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 5\%$  e

fotofase de 12 h. Para realização dos testes, foi mantida em laboratório criação de *S. frugiperda*, em dieta artificial (Kasten et al. 1978, Parra 1986). Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%.

As espécies *T. clausenii*, *T. catigua* e *T. elegans* foram coletadas no Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP, em maio de 2002. As estruturas vegetais (ramos e folhas) foram secas em estufa de circulação de ar a  $40^\circ\text{C}$ , por 48 h e posteriormente trituradas em moinho do tipo Willey, até a obtenção de pó. O preparo dos extratos foi realizado pela maceração destas partes vegetais em solventes de ordem crescente de polaridade (hexano, metanol, metanol/água 1:1) por sete dias, sendo os extratos concentrados em evaporador rotativo, obtendo-se assim os extratos hexânico, metanólico e hidrometanólico.

Para a realização dos bioensaios, cada extrato foi incorporado à dieta artificial para *S. frugiperda* na proporção de 100 mg de extrato para 100 g de dieta ( $1000 \text{ mg kg}^{-1}$ ). A incorporação do extrato foi feita ao final do preparo da dieta quando esta apresentava temperatura de cerca de  $50^\circ\text{C}$ , evitando a degradação dos possíveis compostos presentes. Além das dietas correspondentes a cada tratamento, foi também preparada uma dieta testemunha (controle), sem extrato, utilizando o solvente (hexano/metanol/água) em que foram solubilizados os extratos. Depois do preparo, as dietas foram vertidas em tubos de vidro (8,5 cm de altura  $\times$  2,5 cm de diâmetro), previamente esterilizados, e em seguida tampados com algodão hidrófobo. Após 24 h foi feita a inoculação das lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, utilizando-se uma lagarta por tubo. As pupas obtidas foram pesadas 24 h 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; peso das pupas e porcentagem de insetos mortos (mortalidade) ao final de cada fase. Para cada tratamento foram utilizadas 30 lagartas, distribuídas em seis repetições de cinco lagartas cada, em delineamento completamente casualizado. Os dados foram submetidos a uma análise fatorial  $3 \times 2 \times 3$  (espécie vegetal  $\times$  parte vegetal  $\times$  extrato). Para as durações das fases larval e pupal foi utilizado um modelo linear generalizado considerando dados de um modelo de Poisson (McCullagh & Nelder 1989), para o peso das pupas utilizou-se uma análise de variância padrão (Montgomery 2005) e para as mortalidades das fases larval e pupal um modelo linear generalizado considerando dados de um modelo Binomial (McCullagh & Nelder 1989).

### Resultados e Discussão

A duração da fase larval foi apenas afetada pela espécie vegetal e pela interação parte vegetal  $\times$  extrato (Tabela 1). Desta forma, foi possível analisar o efeito

espécie independentemente dos demais fatores enquanto que os fatores parte vegetal e extratos foram analisados conjuntamente. As lagartas alimentadas com a dieta artificial tratada com os extratos orgânicos de ramos e folhas de *T. catigua*, *T. clausenii* e *T. elegans* alongaram a fase larval em relação ao controle (15,7 dias) (Tabela 2). As espécies *T. catigua*, *T. clausenii* e *T. elegans* apresentaram significativo alongamento da fase larval de 3,2; 1,3 e 2,0 dias, respectivamente, em relação ao valor constatado no

controle (15,7 dias) (Tabela 2). Portanto, verificou-se uma inibição do crescimento. O alongamento da fase larval foi verificado para o extrato aquoso de ramos de *T. clausenii* (Rodríguez & Vendramim 1997), o que se assemelha aos resultados obtidos por Xie *et al.* (1994). Bogorni & Vendramim (2005) averiguaram que não houve alongamento da fase larval para os extratos aquosos de *T. clausenii*, *T. catigua* e *T. elegans* quando aplicados sobre a folha de milho utilizada como alimento para as lagartas.

**Tabela 1.** Resultados do teste razão verossimilhança para efeitos fatoriais para a duração da fase larval de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratada com extratos orgânicos, a 1.000 mg.kg<sup>-1</sup>, de ramos e folhas de *Trichilia* spp. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase: 12 h.

Efeitos	g.l.	Chi-Square	P > ChiSq
Espécie	2	12,39	0,0020
Parte vegetal	1	0,69	0,4050
Espécie × Parte vegetal	2	2,21	0,3307
Extrato	2	2,63	0,2680
Espécie × Extrato	4	8,39	0,0783
Parte vegetal × Extrato	2	6,58	0,0373
Espécie × Parte vegetal × Extrato	4	8,89	0,0639

**Tabela 2.** Médias da duração das fases larval de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratada com extratos orgânicos, a 1.000 mg.kg<sup>-1</sup>, de *Trichilia* spp. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase: 12 h.

Espécies	Duração (dias) (± EP)
<i>T. catigua</i>	18,9 ± 3,79
<i>T. clausenii</i>	17,0 ± 2,87
<i>T. elegans</i>	17,7 ± 2,35
Controle	15,7 ± 1,05

A maior duração da fase larval em campo pode deixar o inseto por mais tempo ao ataque de parasitóides, 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 à consangüinidade pelo acasalamento de indivíduos da mesma geração (Rodríguez & Vendramim 1996). Também o número de gerações do inseto no ciclo agrícola poderia ser reduzido, como foi assinalado por Tanzubil & McCaffery (1990). A inibição do crescimento de *S. frugiperda* devido à utilização do extrato clorofórmico de folhas de *M. azedarach* em dieta artificial provocou alongamento da fase larval (McMillian *et al.* 1969). Além disso, a utilização do extrato hexânico de sementes de *Carapa procera*, também causou inibição na alimentação de lagartas, quando os extratos foram aplicados sobre discos de feijoeiro, em testes com chance de escolha (Mikolajczak *et al.* 1988).

O alongamento da fase larval foi verificado para o extrato aquoso de ramos de *T. clausenii* (Rodríguez & Vendramim 1997), o que se assemelha aos resultados obtidos por Xie *et al.* (1994). Bogorni & Vendramim (2005) averiguaram que não houve alongamento da fase larval para os extratos aquosos de *T. clausenii*, *T. catigua* e *T. elegans* quando aplicados sobre a folha de milho utilizada como alimento para as lagartas.

A duração da fase pupal não foi influenciada por nenhum dos fatores em estudo, ou seja, a duração da fase pupal independe da espécie, parte vegetal e extrato (Tabela 3). Estes resultados concordam com os obtidos para os extratos aquosos de *T. clausenii* e *T. catigua* incorporados à dieta artificial observados por Rodríguez & Vendramim (1996, 1997), pois não foi constatado nenhum efeito dos extratos sobre a duração da fase pupal de *S. frugiperda*. Bogorni & Vendramim (2005) não verificaram efeito na duração da fase pupal dessa espécie quando as lagartas se alimentaram de folhas de milho tratadas com extratos aquosos dessas espécies de *Trichilia*.

O peso de pupas de *S. frugiperda* com os extratos metanólicos (246,9 mg) e hidrometanólicos (264,0 mg) de *T. clausenii* foram inferiores quando comparado ao controle (283,7 mg) (Tabela 4). Rodríguez & Vendramim (1997) e Bogorni & Vendramim (2005) verificaram que extratos aquosos de folhas e ramos de *T. clausenii* não provocaram alteração no peso pupal de *S. frugiperda*.

Os extratos hexânicos, metanólico e hidrometanólico de *T. elegans* e de *T. catigua* também causaram diminuição do peso pupal (241,2; 241,1; 252,1; 258,3; 257,4 e 260,5 mg, respectivamente) em relação ao controle (283,7 mg) (Tabela 4). Rodríguez & Vendramim (1996), verificaram que o extrato aquoso de ramos de *T. catigua* reduziu o peso de pupas. No entanto, Bogorni & Vendramim (2005) verificaram que os extratos de folhas e ramos dessa espécie não alteraram o peso de pupas quando aplicados em folha de milho. A redução do peso pupal provocada pelos extratos hexânicos de folhas e ramos de *T. elegans* está de acordo com os dados apresentados por Rodríguez & Vendramim (1996), em que o extrato aquoso de folhas reduziu o peso pupal.

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 extratos hexânico e metanólico de folhas e o hexânico de ramos de *T. clausenii* ocasionaram alta mortalidade larval de 80, 70 e 60%, respectivamente (Tabela 5). As espécies *T. catigua* e *T. elegans* não

apresentaram efeito na sobrevivência de lagartas de *S. frugiperda*. A ausência de atividade inseticida dos extratos aquosos de folhas e ramos de *T. elegans* sobre a praga já havia sido constatada por Rodríguez & Vendramim (1996), quando os referidos extratos foram adicionados à dieta artificial e oferecidos às lagartas. Estes dados foram reforçados por Bogorni & Vendramim (2005), em que novamente não se observou nenhum tipo de atividade inseticida dos extratos aquosos de folhas e ramos de *T. elegans* sobre a lagarta-do-cartucho do milho, quando aplicados sobre folhas de milho. No entanto, foram observadas taxas significativas de mortalidade larval para o extrato de ramos de *T. clausenii* e de folhas de *T. catigua* (Bogorni & Vendramim 2005). Os efeitos causados por *T. clausenii* podem estar associados a um ou mais compostos orgânicos já isolados e identificados em caules, folhas e frutos (Pupo *et al.* 1996, 1997, 1998 e 2002), contudo, as atividades inseticidas destes compostos ainda não foram avaliadas.

No presente trabalho, não foi constatado efeito dos extratos orgânicos de folhas e ramos de *T. catigua*, *T. elegans* e *T. clausenii* sobre a mortalidade pupal (Tabela 5). Estes dados concordam com os obtidos por Bogorni & Vendramim (2005), em que somente os extratos aquosos de ramos de *T. pallida* e de folhas de *T. pallens* apresentaram mortalidade de pupas.

**Tabela 3.** Resultados do teste razão verossimilhança para efeitos fatoriais para a duração da fase pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratada com extratos orgânicos, a 1.000 mg kg<sup>-1</sup>, de ramos e folhas de *Trichilia* spp. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase: 12 h.

Efeitos	g.l.	Chi-Square	P > ChiSq
Espécie	2	1,71	0,4262
Parte vegetal	1	0,41	0,5209
Espécie×parte vegetal	2	0,56	0,7545
Extrato	2	0,47	0,7907
Espécie×extrato	4	0,88	0,9280
Parte vegetal×extrato	2	0,78	0,6759
Espécie×parte vegetal×extrato	4	2,16	0,7072

**Tabela 4.** Médias do peso pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratada com extratos orgânicos, a 1.000 mg kg<sup>-1</sup>, de ramos e folhas de *Trichilia* spp. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase: 12 h.

Espécie Vegetal	Parte Vegetal	Solvente	Peso Pupal (mg) <sup>1</sup>
<i>T. clausenii</i>	Folhas	Hexano	284,3 A
<i>T. clausenii</i>	Folhas	Hidrometanol	264,0 B
<i>T. catigua</i>	Folhas	Hidrometanol	260,5 BC
<i>T. catigua</i>	Folhas	Hexano	258,3 BC
<i>T. catigua</i>	Folhas	Metanol	257,4 BC
<i>T. elegans</i>	Ramos	Hidrometanol	252,2 BC
<i>T. elegans</i>	Ramos	Metanol	251,1 BC
<i>T. clausenii</i>	Folhas	Metanol	246,9 BC
Controle			283,7 A

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan (P ≤ 0,05).

Com base nos resultados obtidos conclui-se que, dentre as três espécies de *Trichilia* testadas, os extratos hexânico e metanólico de folhas e o hexânico de ramos de *T. clausenii* são os mais promissores para uso no

controle de *S. frugiperda*. As altas 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.

**Tabela 5.** Mortalidade das fases larval e pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratada com extratos orgânicos, a  $1.000 \text{ mg.kg}^{-1}$ , de ramos e folhas de *Trichilia* spp. Temp.:  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 5\%$  e fotofase: 12 h.

Tratamento		Mortalidade (%) ( $\pm$ EP)		
		Fase Larval	Fase Pupal	
<i>T. catigua</i>	Folhas	Hexânico	$36,7 \pm 8,03$	$16,7 \pm 8,03$
		Metanólico	$23,3 \pm 10,85$	$10,0 \pm 4,47$
		Hidrometanólico	$13,3 \pm 4,22$	$23,3 \pm 9,54$
	Ramos	Hexânico	$33,3 \pm 6,67$	$23,3 \pm 9,54$
		Metanólico	$20,0 \pm 10,33$	$3,33 \pm 3,33$
		Hidrometanólico	$6,7 \pm 4,22$	$10,0 \pm 4,47$
<i>T. clausenii</i>	Folhas	Hexânico	$80,0 \pm 6,67$	0
		Metanólico	$70,0 \pm 4,47$	$10,0 \pm 4,47$
		Hidrometanólico	$3,33 \pm 3,33$	$13,3 \pm 6,67$
	Ramos	Hexânico	$60,0 \pm 3,33$	0
		Metanólico	$16,7 \pm 6,14$	$10,0 \pm 4,47$
		Hidrometanólico	$30,0 \pm 4,47$	$10,0 \pm 6,83$
<i>T. elegans</i>	Folhas	Hexânico	$36,7 \pm 6,15$	$10,0 \pm 6,83$
		Metanólico	$36,7 \pm 9,54$	$3,33 \pm 3,33$
		Hidrometanólico	$33,3 \pm 4,22$	$3,33 \pm 3,33$
	Ramos	Hexânico	$10,0 \pm 4,47$	$3,33 \pm 3,33$
		Metanólico	$16,7 \pm 6,15$	$13,3 \pm 6,67$
		Hidrometanólico	$16,7 \pm 6,15$	$6,7 \pm 6,67$
Controle			$6,7 \pm 4,22$	$3,3 \pm 3,33$



**Literatura Citada**

- 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.
- Bogorni, P.C. & J.D. Vendramim. 2005. Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Neotrop. Entomol. 34: 311-317.
- Cruz, I. 1995. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas, Embrapa, 45p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 21).
- Kasten, P.J., 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.
- Martinez, S.S. 2002. (ed) O Nim *Azadirachta indica*: Natureza, usos múltiplos, produção. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná, 142p.
- McCullagh, P. & J. A. Nelder. 1989. Generalized linear models, 2<sup>a</sup> ed. Chapman & Hall, London, 511p.
- McMillian, W.W., M.C. Bowman, R.L. Burton, K.J. Starks & B.R. Wiseman. 1969. Extracts of chinaberry leaf as a feeding deterrent and growth retardant for larvae of the corn earworm and fall armyworm. J. Econ. Entomol. 62: 708-710.
- Mikolajczak, K.L. & D.K. Reed. 1987. Extractives of seeds of the Meliaceae: Effects on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Acalymma vittatum* (F.), and *Artemia salina* Leach. J. Chem. Ecol. 13: 99-111.
- Mikolajczak, K.L., D. Weisleder, L. Parkanyi & J. Clardy. 1988. A limonoid antifeedant from seed of *Carapa procera*. J. Nat. Prod. 51: 606-610.
- Montgomery, D. C. 2005. Design and analysis of experiments, 5<sup>a</sup> ed. John Wiley, New York, 645p.
- Parra, J.R.P. 1986. Criação de insetos para estudos com patógenos, p. 348-373. In S.B. Alves (eds.) Controle microbiano de insetos. São Paulo, Editora Manole, 1163p.
- Pennington, T.D. & B.D. Styles. 1975. A generic monograph of Meliaceae. Blumea, 22: 419-540.
- Pupo, M.T., P.C.Vieira, J.B. Fernandes & M.F.G.F. da Silva. 1996. A cycloartane triterpenoid and omega-phenyl alkanolic and alkenolic acids *Trichilia clausenii*. Phytochemistry 42: 795-798.
- Pupo, M.T., P.C. Vieira, J.B. Fernandes & M.F.G.F. da Silva. 1997. Androstane e pregnane 2-beta,19-hemiketal steroids from *Trichilia clausenii*. Phytochemistry 45: 1495-1500.
- Pupo, M.T., P.C. Vieira, J.B. Fernandes & M.F.G.F. da Silva. 1998. Gamma-lactones from *Trichilia clausenii*. Phytochemistry 48: 307-310.
- Pupo, M.T., M.A.T. Adorno, P.C. Vieira, J.B. Fernandes & M.F.G.F. da Silva. 2002. Terpenoids and steroids from *Trichilia* species. J. Braz. Chem. Society 13: 382-388.
- Rodríguez H., C. & J.D. Vendramim. 1996. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Man. Integ. Plagas 42: 14-22.
- 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.
- Roel, A.R. & J.D. Vendramim. 1999. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). Sci. Agric. 56: 581-586.
- Roel, A.R., J.D. Vendramim, R.T.S. Frighetto & N. Frighetto. 2000a. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). An. Soc. Entomol. Brasil 29: 799-808.
- Roel, A.R., J.D. Vendramim, R.T.S. Frighetto & N. Frighetto. 2000b. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. Bragantia 59: 53-58.
- 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 exempta*. Crop Prot. 9: 383-386.
- Valicente, F.H. & I. Cruz. 1991. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus. Sete Lagoas, Embrapa, 23 (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 15).
- 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 limonoid hirtin against lepidopteran larvae. Biochem. Syst. Ecol. 22: 129-136.