

EFEITO DO EXTRATO ACETATO DE ETILA DE *Trichilia pallida* SWARTZ (MELIACEAE) NO DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DA LAGARTA-DO-CARTUCHO⁽¹⁾

ANTONIA RAILDA ROEL⁽²⁾; JOSÉ DJAIR VENDRAMIM^(3,6);
ROSA TOYOKO SHIRAIISHI FRIGHETTO⁽⁴⁾; NELSON FRIGHETTO⁽⁵⁾

RESUMO

O efeito de diferentes concentrações (massa/volume) do extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida*, em relação à lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), foi avaliado em condições de laboratório. As folhas de milho foram imersas em diferentes concentrações (0,0001%; 0,0008%; 0,006%; 0,05%; 0,4% e 3%) desse extrato e oferecidas a lagartas recém-eclodidas e com dez dias de idade, avaliando-se a duração e viabilidade das fases larval e pupal e a massa de pupas. A concentração letal 50 (CL₅₀) estimada para lagartas com sete dias de idade foi de 0,048%. Verificou-se que o extrato causou mortalidade larval de 100% (em concentração igual ou superior a 0,05%), afetou a sobrevivência e o desenvolvimento do inseto (na concentração de 0,006%) e não provocou qualquer efeito no mesmo, em concentração igual ou inferior a 0,0008%. Lagartas alimentadas desde a eclosão foram mais afetadas do que as alimentadas a partir dos dez dias.

Palavras-chave: plantas inseticidas, lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, *Trichilia pallida*.

ABSTRACT

EFFECT OF ETHYL ACETATE EXTRACT OF *Trichilia pallida* SWARTZ (MELIACEAE) ON DEVELOPMENT AND SURVIVAL OF FALL ARMY WORM

The effect of different concentrations (mass/volume) of ethyl acetate extract from leaves and twigs of *Trichilia pallida* on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) was evaluated under laboratory conditions. The activity of this extract was investigated by dipping corn leaves in solutions with extract concentrations of 0.0001%; 0.0008%; 0.006%; 0.05%; 0.4% and 3%, and offered to just-born and 10-day old larvae. The evaluated parameters were length and viability of larval and pupal stages. The estimated letal concentration LC₅₀ for seven-day old larvae was 0.048%. Based on the results, it was concluded that 100% of larval mortality was achieved at concentrations equal or higher than 0.05%; the survival and development of *S. frugiperda* was affected at concentrations of 0.006% and no effect was observed at concentrations equal or lower than 0.0008%; the extract was more effective when treated leaves were offered to just-born larvae than to 10-day old larvae.

Key words: insecticide plants, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, *Trichilia pallida*.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 26 de abril de 1999 e aceito em 15 de março de 2000.

⁽²⁾ Departamento de Pesquisa, Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A (EMPAER/MS), Caixa Postal 472, 79114-000 Campo Grande (MS) e Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Caixa Postal 100, 79117-900 Campo Grande (MS).

⁽³⁾ Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, 13418-900 Piracicaba (SP). E-mail: jdvendra@carpa.ciagri.usp.br

⁽⁴⁾ Centro Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental, EMBRAPA, Caixa Postal 69, 13820-000 Jaguariúna (SP).

⁽⁵⁾ Centro de Pesquisa Pluridisciplinar de Química Biológica e Agrônômica, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, 13081-970 Campinas (SP).

⁽⁶⁾ Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

O controle de pragas é geralmente realizado com produtos químicos sintéticos que, além de nem sempre serem eficientes, acarretam diversos problemas, tais como resíduos nos alimentos, destruição de inimigos naturais, intoxicação de aplicadores, aparecimento de populações de pragas resistentes aos inseticidas, entre outros efeitos diretos e indiretos. A busca de outros métodos de controle inclui a utilização de produtos naturais que sejam menos agressivos ao ambiente, dentre os quais pode ser citada a utilização de inseticidas de origem vegetal.

Os primeiros fitoinseticidas utilizados foram: a nicotina extraída de *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), a rianodina extraída de *Ryania speciosa* (Flacuortiaceae), a sabadina e outros alcalóides extraídos de *Schoenocaulon officinale* (Liliaceae), as piretrinas extraídas do piretro *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) e a rotenona extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae) (LAGUNES e RODRÍGUEZ, 1992).

Nos últimos anos inúmeras plantas com atividade inseticida pertencentes a diversas famílias botânicas têm sido descobertas, encontrando-se listagens delas na literatura internacional (JACOBSON, 1975; LAGUNES et al., 1984; GRAINGE e AHMED, 1988). Dentre tais famílias, Meliaceae tem sido bastante investigada por apresentar muitas espécies como fonte de compostos inseticidas com diferentes modos de ação, sobre várias espécies de insetos (RODRÍGUEZ, 1995). Dentre as espécies de meliáceas destacam-se *Azadirachta indica* A. Juss (comumente denominada nim ou nime) e *Melia azedarach* (conhecida popularmente por cinamomo, pára-raios ou santa-bárbara) (VENDRAMIM, 1997), sendo, a primeira, considerada uma das mais eficientes plantas inseticidas já estudadas (SCHMUTTERER, 1988; KOUL et al., 1990; MORDUE (LUNTZ) e BLACKWELL, 1993). Apesar de menos pesquisadas que essas duas espécies, algumas meliáceas pertencentes ao gênero *Trichilia* também são bastante promissoras como fonte de inseticidas botânicos (MIKOLAJCZAK e REED, 1987; RODRÍGUEZ e LAGUNES, 1992; XIE et al., 1994).

Pesquisas realizadas por RODRÍGUEZ e VENDRAMIM (1996) e TORRECILLAS (1997) com o objetivo de avaliar o efeito de extratos aquosos de diversas meliáceas sobre a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) revelaram a existência de algumas espécies com atividade tóxica, destacando-se, entre elas, *Trichilia pallida* Swartz como uma das mais promissoras. Até então essa espécie amplamente distribuída no Brasil não tinha sido referida na literatura pela sua atividade tóxica contra insetos. Em prosseguimento às pesqui-

sas foi avaliada, ainda em relação a essa praga, a atividade inseticida de diversos extratos orgânicos (não-aquosos) da referida meliácea, sendo a fração acetato de etila (obtida pela partição do extrato acetônico bruto de folhas e ramos dessa planta) considerada uma das mais eficientes (ROEL, 1998).

Assim, considerando a potencialidade de uso de extratos orgânicos de *T. pallida* no controle à lagarta-do-cartucho, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes concentrações do extrato acetato de etila, da planta, no desenvolvimento e sobrevivência dessa praga, alimentada a partir de duas idades distintas com folhas de milho imersas no referido extrato.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em condições de laboratório (temperatura de 25 ± 2 °C, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas), com lagartas de *S. frugiperda* criadas em dieta artificial de BURTON e PERKINS (1972).

O material vegetal de *T. pallida* foi coletado no Parque Ecológico "Mata de Santa Genebra", distrito de Barão Geraldo, município de Campinas, Estado de São Paulo. Os extratos foram preparados no Centro de Pesquisa Pluridisciplinar de Química Biológica e Agrícola (CPQBA) da Universidade de Campinas e no Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (EMBRAPA - Meio Ambiente) de Jaguariúna, Estado de São Paulo.

Folhas e ramos foram secos em estufa com circulação de ar a 45 °C, durante 48 horas, e moídos até a obtenção de um pó fino. O extrato foi obtido por maceração do pó com acetona, sendo a solução decantada a cada 24 horas e filtrada através de papel de filtro, acrescentando-se mais acetona ao material vegetal. Essa operação foi repetida até completar a extração. O extrato filtrado foi concentrado em rotaevaporador a 40 °C e a pressão reduzida com uso da trompa de água. Os concentrados obtidos nas sucessivas extrações foram agrupados resultando no extrato acetônico que foi, então, submetido à cromatografia de partição com hexano e depois com acetato de etila, obtendo-se, assim, o extrato utilizado no presente experimento. Foram avaliadas seis diferentes concentrações: 0,0001%; 0,0008%; 0,006%; 0,05%; 0,4% e 3%, correspondentes à seqüência a_1 , $a_1.q$, $a_1.q^2$, $a_1.q^3$, $a_1.q^4$ e $a_1.q^5$, obtida através da fórmula (BLISS, 1934):

$$q = \left(\frac{a_n}{a_1} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

onde: q = razão da progressão geométrica (pg); n = número de concentrações a extrapolar; a_n e a₁ = limites superior e inferior, respectivamente, da pg (concentrações que provocam mortalidade de cerca de 95% e semelhante à testemunha, respectivamente determinadas através de testes preliminares). As suspensões foram preparadas no momento da utilização através da diluição em acetona do extrato concentrado.

Para tratamento com o extrato, pedaços de folhas de milho (5 cm x 3 cm) (genótipo Piranão) foram mergulhados por dois segundos nas respectivas suspensões, adotando-se idêntico procedimento em relação aos tratamentos testemunha água (folhas imersas em água destilada) e testemunha acetona (folhas imersas em acetona). Os pedaços de folhas foram, então, distribuídos sobre papel toalha para evaporação do solvente ou do excesso de água e, posteriormente, colocados em tubos de vidro (8,0 cm x 2,5 cm) contendo uma tira úmida de papel de filtro (3 cm x 1 cm) para manutenção da turgescência vegetal. Esse procedimento foi repetido diariamente até as lagartas (uma por tubo) completarem o desenvolvimento.

O experimento foi realizado com lagartas recém-eclodidas e lagartas com dez dias de idade (criadas até essa fase em dieta artificial de BURTON e PERKINS, 1972), utilizando-se em cada idade 50 lagartas por tratamento (concentração). Os seguintes parâmetros foram avaliados: duração e viabilidade das fases larval e pupal, massa de pupas (com 24 horas) e CL₅₀ oral (no teste com lagartas recém-eclodidas). Os dados foram analisados pelo pacote computacional SANEST (Versão 3.0). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, e a comparação entre as médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5%. Para estimativa da CL₅₀ (através da análise de Probit) foi considerado o número de lagartas mortas nos diversos tratamentos, na maior concentração (mortalidade de 100%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Lagartas alimentadas desde a eclosão com folhas tratadas

Nenhuma lagarta de *S. frugiperda* alimentada desde a eclosão com folhas tratadas com as três maiores concentrações (0,05%; 0,4% e 3%) do extrato acetato de etila de *T. pallida* completou a fase larval. A CL₅₀, estimada para lagartas com sete dias de idade (quando ocorreu mortalidade de 100% delas na maior con-

centração), foi de 0,048%, com intervalo de confiança de 0,0319% a 0,0732% ao nível de 5%. Comparando-se as demais concentrações (0,0001%, 0,0008% e 0,006%) em que parte das lagartas completou o desenvolvimento, verificou-se que somente a 0,006% ocorreu alongamento da fase larval em relação às testemunhas água e acetona (Quadro 1). O prolongamento da fase larval dessa praga, em consequência do tratamento com extrato aquoso de *T. pallida*, também foi observado por RODRÍGUEZ (1995) e TORRECILLAS (1997).

Em relação à viabilidade larval, além dos valores nulos encontrados nas três maiores concentrações, verificou-se redução no valor desse parâmetro apenas a 0,006%. Nos demais tratamentos os valores de viabilidade média não diferiram dos registrados nas testemunhas (Quadro 1). Apesar da ocorrência de mortalidade de 100% das lagartas ao final da fase larval, nas três maiores concentrações, verifica-se que houve variação na mortalidade acumulada ao longo da referida fase. Assim, enquanto na concentração de 3% a mortalidade larval já era de 100% no 5º dia, nas concentrações de 0,4% e 0,05% as mortalidades eram, nesse mesmo dia, de 97,5% e 77,5% respectivamente. A mortalidade de 100% (atingida aos cinco dias a 3%) só foi alcançada aos seis dias a 0,4%, e aos dez dias a 0,05% (figura 1).

Observou-se ainda - principalmente nas concentrações maiores - que muitas lagartas morreram durante a ecdise sem conseguir liberar totalmente a exúvia (que geralmente ficava presa na parte posterior do abdome), enquanto outros insetos morreram numa fase intermediária entre pré-pupa e pupa. Essas

Quadro 1. Duração e viabilidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada desde a eclosão com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida*

Concentração do extrato	Duração*	Viabilidade*
%	dias	%
Testemunha Água	15,1b	75,0a
Testemunha Acetona	15,5b	72,0a
0,0001	16,0b	70,0a
0,0008	17,0b	55,0a
0,006	20,6a	27,5b
0,05	-	0,0 ⁽¹⁾
0,4	-	0,0 ⁽¹⁾
3	-	0,0 ⁽¹⁾
CV(%)	9,87	23,75

⁽¹⁾Dados não incluídos na análise estatística (variância nula).

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

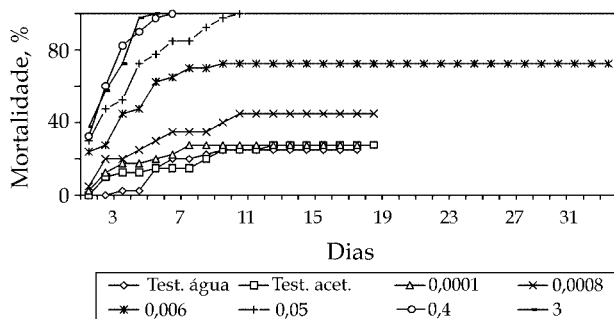


Figura 1. Mortalidade larval acumulada de *Spodoptera frugiperda* alimentada desde a eclosão com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida*.

alterações morfológicas provavelmente resultaram de efeitos de componentes químicos do extrato no sistema hormonal do inseto. Em relação à não-liberação da exúvia, MORDUE (LUNTZ) e BLACKWELL (1993) mencionaram a ocorrência de sintomas semelhantes em lagartas submetidas a diferentes doses de azadiractina, e atribuíram essas alterações à redução na concentração do ecdisônio ou atraso de sua liberação na hemolinfa. A ocorrência de indivíduos mortos numa fase intermediária entre pré-pupa e pupa - também constatada por RODRÍGUEZ (1995), com extratos aquosos de meliáceas e por KLOCKE (1987) e GOVINDACHARI (1992), com azadiractina - pode também ser resultante desse tipo de efeito sobre o ecdisônio ou, então, da alteração do nível ou da atividade do hormônio juvenil (TANZUBIL e McCAFFERY, 1990).

Considerando-se as três concentrações do extrato que permitiram o desenvolvimento de parte das lagartas de *S. frugiperda* e os tratamentos testemunhas, constatou-se que apenas a concentração mais alta (0,006%) afetou a fase pupal, alongando a duração e reduzindo a massa sem afetar a viabilidade (Quadro 2).

Quadro 2. Duração, massa e viabilidade da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas desde a eclosão com folhas de milho tratadas com o extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida*

Concentração do extrato	Duração*	Peso*	Viabilidade*
%	dias	mg	%
Testemunha Água	11,7ab	233,6a	95,0a
Testemunha Acetona	11,3b	226,3a	90,0a
0,0001	11,1b	209,1a	90,5a
0,0008	11,4b	213,8a	87,5a
0,006	13,0a	139,2b	80,0a
CV(%)	9,46	10,02	17,84

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

2). A redução da massa e da viabilidade da fase de pupa dessa praga, em consequência do tratamento com extrato aquoso de ramos e folhas de *T. pallida*, também foi observada por TORRECILLAS (1997).

3.2. Lagartas alimentadas a partir dos dez dias de idade com folhas tratadas

De forma similar ao observado no primeiro experimento, também neste, nenhuma das lagartas atingiu a fase pupal nas três maiores concentrações (0,05%, 0,4% e 3%).

Considerando-se as concentrações (0,0001%, 0,0008% e 0,006%), nas quais parte das lagartas completou o desenvolvimento, verificou-se que em nenhuma delas ocorreu alongamento da fase larval, em comparação com as testemunhas (Quadro 3). A diferença nos valores de duração obtidos nas testemunhas, no presente experimento (cerca de 19 dias), em relação aos constatados nas testemunhas do experimento em que as lagartas foram alimentadas com folhas tratadas, desde a eclosão (cerca de 15 dias), possivelmente foi devida ao substrato alimentar (dieta artificial) recebido durante os primeiros dias da fase larval, visto ocorrer alongamento dessa fase de *S. frugiperda* criada em dieta artificial, em comparação ao inseto criado em condições ambientais semelhantes) em dieta natural (folhas de milho) (KASTEN JÚNIOR et al., 1978; FERRAZ, 1982). O tempo para as lagartas provenientes de dieta artificial se adaptarem às folhas de milho pode também ter contribuído para essa variação.

Quadro 3. Duração e viabilidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada, a partir dos dez dias de idade, com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida*

Concentração do extrato	Duração*	Viabilidade*
%	dias	%
Testemunha Água	19,1a	97,5a
Testemunha Acetona	19,3a	72,5b
0,0001	19,5a	77,5ab
0,0008	18,7a	70,0b
0,006	19,2a	40,0c
0,05	-	0,0 ⁽¹⁾
0,4	-	0,0 ⁽¹⁾
3	-	0,0 ⁽¹⁾
CV(%)	13,44	17,66

⁽¹⁾Dados não incluídos na análise estatística (variância nula).

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

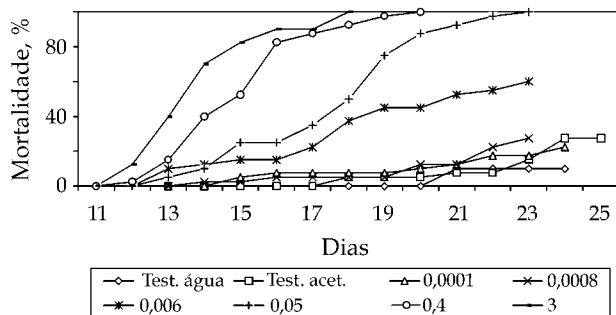


Figura 2. Mortalidade larval acumulada de *Spodoptera frugiperda* alimentada a partir dos 10 dias de idade com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida*.

Em relação à viabilidade larval, além dos valores nulos encontrados nas três maiores concentrações, verificou-se que a 0,006% a viabilidade foi inferior às obtidas nos demais tratamentos. Os valores registrados nas concentrações de 0,0001% e 0,0008% não diferiram do encontrado na testemunha acetona, sendo a viabilidade (nesse tratamento e a 0,0008%) inferior à constatada na testemunha água (Quadro 3). Ainda nesse experimento, houve diferença na mortalidade diária acumulada nas três maiores concentrações, apesar de em todas elas ter ocorrido 100% de mortalidade larval no final da fase (Figura 2). Assim, no 5º dia após o início do fornecimento de folhas tratadas, a mortalidade, que já era de 82,50% na concentração de 3%, havia atingido 52,50% a 0,4% e 25,00% a 0,05%. Da mesma forma, enquanto a 3% a mortalidade atingiu 100% aos oito dias após o início do tratamento, esse valor só foi atingido aos dez dias a 0,4% e aos treze dias a 0,05%.

Embora a duração e a viabilidade da fase pupal não tenham sido afetadas pelos tratamentos, verificou-se o efeito na massa das pupas, sendo o valor obtido na concentração de 0,006% inferior aos observados nos outros tratamentos. Nas demais concentrações os valores de massa foram inferiores aos registrados na testemunha água, mas não diferiram do valor observado na testemunha acetona (Quadro 4).

4. CONCLUSÕES

1. O extrato acetato de etila de folhas e ramos de *T. pallida*, impregnado em folhas de milho, causa mortalidade larval de 100% em *S. frugiperda* em concentração igual ou superior a 0,05%, afeta a sobrevivência e alonga a fase larval do inseto a 0,006% e não provoca qualquer efeito aparente em concentração igual ou inferior a 0,0008%.

2. Lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas tratadas com o mesmo extrato desde a eclosão são

Quadro 4. Duração, massa e viabilidade da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas, a partir dos dez dias de idade, com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida*

Concentração do extrato	Duração	Peso	Viabilidade
%	dias	mg	%
Testemunha. água	11,1a	199,0a	97,5a
Testemunha. acetona	11,2a	178,5ab	100,0a
0,0001	11,0a	158,2b	100,0a
0,0008	10,6a	172,2b	97,5a
0,006	12,4a	120,6c	97,5a
CV(%)	18,18	4,52	12,11

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

mais afetadas do que as alimentadas a partir dos dez dias de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLISS, C.I. The method of probits. *Science*, Washington, v.79, p.38-39, 1934.

URTON, R.L. PERKINS, W.D. WSB: a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, v.65, n.2, p.385-386, 1972.

FERRAZ, M.C.V.D. *Determinação das exigências térmicas de Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em cultura de milho. Piracicaba, 1982. 81p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - ESALQ/USP.

GOVINDACHARI, T.R. Chemical and biological investigations on *Azadirachta indica* (the neem tree). *Current Science*, Bangalore, v.63, n.3, p.117-122, 1992.

GRAINGE, M.; AHMED, S. *Handbook of plants with pest-control properties*. New York: John Wiley, 1988. 470p.

JACOBSON, M. Meliaceae. In: DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Insecticides from plants: a review of the literature, 1954-1971*. Washington, DC: USDA/Agricultural Research Service, 1975. p.57-60. (USDA, Agriculture Handbook, 461)

KASTEN-JUNIOR, P.; PRECETTI, A.A.C.M.; PARRA, J.R.P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.53, n.1/2, p.68-78, 1978.

KLOCKE, J.A. Natural plant compounds useful in insect control. In: WALLER, G.R., (Ed.). *Allelochemicals: role in agriculture and forestry*. Washington, DC: Ameri-

- can Chemical Society, 1987. p.396-415. (ACS Symposium Ser., 330)
- KOUL, O.; ISMAN, M.B.; KETKAR, C.M. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.68, n.1, p.1-11, 1990.
- LAGUNES, T.A.; RODRÍGUEZ, H.C. *Los extractos acuosos vegetales con actividad insecticida: el combate de la conchuela del frijol*. Texcoco: USAID-CONACYT-SME-CP, 1992. 57p. (Temas Selectos de Manejo de Insecticidas Agrícolas, 3)
- LAGUNES, T.A.; ARENAS, L.A.; RODRÍGUEZ, H.C. *Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas*. Chapingo: Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados-CONACyT-CP-UACH-INIA-DGSV (SARH). 1984. 203p.
- MIKOLAJCZAK, K.L.; REED, D.K. Extractives of seeds of the Meliaceae: effects on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Acalymma vittatum* (F.), and *Artemia salina* Leach. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.13, n.1, p.99-111, 1987.
- MORDUE (LUNTZ), A.J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v.39, n.11, p.903-924, 1993.
- RODRÍGUEZ, H.C. *Efeito de extratos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)*. Piracicaba, 1995. 100p. Tese (Doutorado em Entomologia) - ESALQ/USP.
- RODRÍGUEZ, H.C.; LAGUNES, T.A. Plantas con propiedades insecticidas: resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. *Agroproductividad*, Montecillo, v.1, p.17-25, 1992.
- RODRÍGUEZ, H.C.; VENDRAMIM, J.D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Manejo Integrado de Plagas*, Turrialba, San Jose, v.42, p.14-22, 1996.
- ROEL, A.R. *Efeito de extratos orgânicos de Trichilia pallida Swartz (Meliaceae) na sobrevivência e desenvolvimento de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)*. Piracicaba, 1998. 115p. Tese (Doutorado em Entomologia) - ESALQ/USP.
- SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v.34, n.7, p.713-719, 1988.
- TANZUBIL, P.B.; McCAFFERY, A.R. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. *Crop Protection*, Guilford, v.9, n.5, p.383-386, 1990.
- TORRECILLAS, S.M. *Efeito de extratos aquosos de Trichilia pallida Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) criada em diferentes genótipos de milho*. Piracicaba, 1997. 141p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - ESALQ/USP.
- VENDRAMIM, J.D. *Uso de plantas inseticidas no controle de pragas*. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2., Campinas, 1997. Anais... Campinas, Fundação Cargill, 1997. p.64-69.
- XIE, Y.S.; ISMAN, M.B.; GUNNING, P.; MACKINNON, S.; ARNASON, J.T.; TAYLOR, D.R.; SANCHEZ, P.; HASBUN, C.; TOWERS, G.H.N. Biological activity of extracts of *Trichilia* species and the limonoid hirtin against lepidopteran larvae. *Biochemical Systematics and Ecology*, Oxford, v.22, n.2, p.129-136, 1994.