

EXTRATOS VEGETAIS

Atividade de *Cedrela fissilis* e *Cipadessa fruticosa* (Meliaceae) sobre a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

ANDREIA P. MATOS¹, DANIELA TIEMI MYAMOTO², ALINI ROBERTA ALVES², ANA CRISTINA LEITE¹, PAULO C. VIEIRA¹, JOÃO B. FERNANDES¹, MARIA FÁTIMA DAS G. F. DA SILVA¹

¹Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos - CP 676, 13565-905, São Carlos, SP, apereira@dq.ufscar.br, acrisleite@gmail.com, paulo@dq.ufscar.br, djbf@power.ufscar.br, dmfs@power.ufscar.br
²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos - CP 676, 13565-905, São Carlos, SP, danihobbit@yahoo.com.br, aliniralves@hotmail.com

BioAssay 5:5 (2010)

Activity of *Cedrela fissilis* and *Cipadessa fruticosa* (Meliaceae) against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

ABSTRACT - The biological activity of organic extracts of leaves, branches and fruits of *Cedrela fissilis* and *Cipadessa fruticosa* (Meliaceae), besides stems and roots of *C. fissilis* was evaluated against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), maintained in laboratory conditions. The organic extracts (at 1000 mg kg⁻¹) were incorporated into an artificial diet and offered to *S. frugiperda* during its larval period. It was evaluated the duration and the mortality of larval and pupal periods and pupae weight. The results showed that the dichromethane extract of leaves of *C. fissilis* was the more active one. It was observed the prolongation of the larval phase, followed by the reduced pupal weight, besides larval mortality of 63,3%.

Key words: Fall Armyworm, Insecticide Plants, Botanical Extracts.

RESUMO – A atividade biológica de extratos orgânicos de folhas, galhos e frutos de *Cedrela fissilis* e de *Cipadessa fruticosa* (Meliaceae), além do caule e das raízes de *C. fissilis* foi avaliada sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) desenvolvidas em condições laboratoriais. 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. O extrato diclorometânico de folhas de *C. fissilis*, que apresentou maior atividade inseticida, no qual ocorreu um alongamento da fase larval, seguido por uma diminuição do peso pupal, além de uma taxa de mortalidade larval de 63,3 %.

Palavras-chave: Lagarta-do-cartucho, Plantas Inseticidas, Extratos Botânicos.

A lagarta *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma das principais pragas de várias culturas nas Américas e a mais importante praga da cultura de milho. No Brasil, é conhecida como lagarta-do-cartucho do milho e causa cerca de 34 % de redução na produtividade desta cultura (Cruz *et al.*, 1996), gerando um prejuízo de cerca de 400 milhões de dólares/ano (Valicente & Cruz 1991, Cruz 1995). Além do milho, este inseto pode atacar alfaça, algodão, amendoim, arroz, aveia, batata, batata-doce, cana-de-açúcar, hortaliças, trigo e soja, sendo comumente encontrada em gramíneas (Siloto, 2002). Atualmente, é

encontrada em praticamente todos os estados brasileiros, sendo favorecida pelas condições climáticas e pela disponibilidade e diversificação de plantas hospedeiras durante o ano todo (Cruz, 1995).

A busca de compostos inseticidas em espécies da família Meliaceae intensificou-se após o isolamento do limonóide azadiractina das sementes de *Azadirachta indica* em 1968 (Butterworth & Morgan, 1968), sendo este composto conhecido por apresentar atividade biológica sobre aproximadamente 400 espécies de insetos (Martinez, 2002).

As atividades biológicas de várias espécies pertencentes ao gênero *Cedrela* (Meliaceae) têm sido descritas. Muñoz et al. (2000) e Bourdy et al. (2000) relataram que algumas tribos indígenas da Amazônia utilizam *C. fissilis* no tratamento da malária, vômito e diarreia.

Vários limonóides isolados do gênero *Cedrela* apresentam atividade biológica sobre insetos pertencentes à ordem Lepidoptera. Neste contexto, Koul & Isman (1992) constataram que o limonóide cedrelona, isolado de *C. toona* e *C. odorata*, é um importante inibidor do crescimento larval de *Peridroma saucia* e *Mamestra configurata* (Noctuidae). A ação inseticida dos limonóides cedrelanolídeo, gedunina e fotogedunina, isolados de *C. salvadorensis* e *C. dugesi*, sobre a lagarta *S. frugiperda* foi documentada por Céspedes et al. (2000). O cedrelanolídeo, isolado de *C. salvadorensis*, também mostrou atividade sobre a lagarta *Ostrinia nubilalis* (Crambidae). Foi avaliada por Veitch et al. (1999) a atividade do limonóide cedrodorina e seus derivados, isolados de *C. odorata*, frente ao inseto *Exophthalmus jekelianus* (Curculionidae). Triterpenóides isolados das raízes de *C. fissilis* também tiveram suas atividades biológicas testadas. O odoratol provocou uma inibição de crescimento e de alimentação a 1,0; 10,0 e 50,0 mg kg⁻¹. Quando o odoratol foi incorporado à dieta artificial a uma concentração de 100,0 mg kg⁻¹, foi observada uma mortalidade larval de 90 % (Leite et al. 2008).

As atividades biológicas do gênero *Cipadessa* têm sido pouco exploradas, sendo que existem apenas dois relatos no uso de *C. fruticosa* como planta medicinal. Luo et al. (2000) relataram a utilização desta planta pela população de sudeste da Ásia, no tratamento da malária, diarreia, doenças de pele e queimaduras. Joshi & Joshi (2000) mostraram que algumas tribos indígenas do Nepal a utilizam no tratamento de problemas gástricos e intestinais. Leite et al. (2005a) avaliaram o efeito de vários extratos brutos de *C. fruticosa* sobre as formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa* e seu fungo simbiote *Leucoagaricus gongylophorus*. O estudo fitoquímico destes extratos levou ao isolamento de limonóides mexicanolídeos responsáveis pela ação inseticida observada (Leite et al. 2005b).

Neste trabalho foram avaliadas as atividades biológicas dos extratos orgânicos provenientes das espécies *C. fissilis* e *C. fruticosa*, visando a busca de compostos inseticidas que atuem sobre a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*.

Material e Métodos

As folhas, galhos, frutos, caule e raízes de *Cedrela fissilis* Vell. foram coletados em São Carlos/SP e identificados pela Prof^a Dra. Maria Inês de Salgueiro Lima do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos. Uma exsicata foi depositada no herbário HUFSCar deste departamento, sob o n. 6701.

As folhas, galhos e frutos de *Cipadessa fruticosa* Blume foram coletados em Viçosa/MG e identificados pelo Prof. Dr. José Rubens Pirani do Departamento de

Botânica da USP/SP. Uma exsicata foi depositada no Herbário SPF deste departamento, sob o n. 110.664.

As partes vegetais de *C. fissilis* e *C. fruticosa* foram secas em estufa de circulação de ar a 40 °C, por aproximadamente 36 horas e pulverizadas em moinho de facas tipo Willey. Os pulverizados foram extraídos à temperatura ambiente e em repouso, com solventes em ordem crescente de polaridade (hexano, diclorometano e metanol) durante três dias, repetindo-se o processo por três vezes. Após a evaporação do solvente foram obtidos os extratos brutos. Os extratos etanólicos de caule e frutos de *C. fissilis* foram preparados deixando o material vegetal em repouso durante sete dias em etanol.

Os ensaios biológicos foram realizados em condições de laboratório a 25 ± 1°C, UR de 70 ± 5% e fotofase de 12 h. Para realização dos testes, foi mantida em laboratório criação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), em dieta artificial (Kasten et al. 1978, Parra 1986). Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%.

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 mg kg⁻¹). A incorporação do extrato foi feita ao final do preparo da dieta quando esta apresentava temperatura de cerca de 50°C, evitando assim a degradação dos possíveis compostos presentes. Além das dietas correspondentes a cada tratamento, foi também preparada uma dieta testemunha (controle), sem extrato, utilizando uma mistura de solventes (hexano/metanol/água 1:1:1). Esta mesma mistura foi utilizada para solubilizar todos os extratos, posteriormente esta mistura foi evaporada. Depois do preparo, as dietas foram vertidas em tubos de vidro (8,5 cm de altura × 2,5 cm de diâmetro), previamente esterilizados, e em seguida tampados com algodão hidrófugo. 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 três repetições de dez lagartas cada, em delineamento completamente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A comparação entre médias dos tratamentos foi feita através do Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

A análise dos resultados apresentados da Tabela 1 indica que as lagartas alimentadas com os extratos hexânico de galhos, diclorometânico de caule e de folhas, metanólico de raízes de *C. fissilis*, apresentaram

alongamento significativo da fase larval de 1,0; 2,0; 1,9; 2,1 dias seguido por uma diminuição do peso pupal de 26,5; 15,7; 33,7; 21,3 mg, respectivamente em relação ao controle (15,8 dias e 293,4 mg). As lagartas

alimentadas com o extrato hexânico de frutos apresentaram um alongamento da fase larval de 1,6 dias em relação ao controle. Somente o extrato de metanólico de caule apresentou alteração na fase pupal (Tabela 1).

TABELA 1. Médias da duração das fases larval e pupal, peso pupal, de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratado com extratos orgânicos, a 1000 mg kg⁻¹, de caule, raízes, folhas, galhos e frutos de *Cedrela fissilis*. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase:12 h.

Tratamento		Duração (dias) (±EP) ¹		Peso pupal (mg) ¹ (±EP)
		Fase Larval	Fase Pupal	
CAULE	Controle	15,8 ± 1,55 b	11,7 ± 1,13 b	293,4 ± 26,70 a
	Hexânico	17,4 ± 1,17 ab	12,5 ± 1,10 ab	268,3 ± 28,91 b
	Diclorometânico	17,8 ± 2,11 a	12,7 ± 2,12 ab	277,7 ± 31,26 ab
	Metanólico	16,5 ± 1,14 b	13,1 ± 1,77 a	275,7 ± 40,69 ab
	Etanólico	16,5 ± 1,28 b	11,8 ± 1,28 b	280,9 ± 19,09 ab
RAÍZES	Controle	15,8 ± 1,55 b	11,7 ± 1,13 a	293,4 ± 26,70 a
	Hexânico	16,9 ± 2,40 ab	12,5 ± 1,78 a	276,8 ± 25,70 ab
	Diclorometânico	15,7 ± 1,79 b	12,1 ± 0,96 a	261,8 ± 38,19 b
	Metanólico	17,9 ± 3,95 a	11,6 ± 1,57 a	272,1 ± 24,79 b
FOLHAS	Controle	15,8 ± 1,55 b	11,7 ± 1,13 a	293,4 ± 26,70 a
	Hexânico	15,5 ± 1,29 b	12,4 ± 1,64 a	286,0 ± 23,57 ab
	Diclorometânico	17,7 ± 1,97 a	12,0 ± 1,22 a	259,7 ± 40,00 b
	Metanólico	16,6 ± 2,25 ab	12,5 ± 1,12 a	271,4 ± 26,78 b
GALHOS	Controle	15,8 ± 1,55 ab	11,7 ± 1,13 a	293,4 ± 26,70 a
	Hexânico	16,8 ± 1,83 a	11,4 ± 1,46 a	266,9 ± 39,81 b
	Diclorometânico	16,2 ± 1,75 ab	11,8 ± 1,15 a	281,6 ± 23,40 ab
	Metanólico	15,6 ± 1,08 b	12,2 ± 1,95 a	289,1 ± 16,74 a
FRUTOS	Controle	15,8 ± 1,55 b	11,7 ± 1,13 a	293,4 ± 26,70 a
	Hexânico	17,4 ± 2,09 a	12,5 ± 0,52 a	273,5 ± 34,62 a
	Diclorometânico	16,0 ± 0,92 b	11,7 ± 0,92 a	277,3 ± 34,44 a
	Metanólico	16,2 ± 1,39 ab	12,4 ± 1,36 a	279,06 ± 28,05 a
	Etanólico	16,3 ± 1,07 ab	11,8 ± 1,44 a	269,62 ± 41,19 a

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P ≤ 0,05).

Em função dos resultados obtidos, infere-se que a tendência de diminuição do peso pupal foi consequência da inibição da alimentação, ocasionando um alongamento da fase larval, devido possivelmente a menor conversão alimentar, causada pelo desvio de partes dos nutrientes à degradação de substâncias tóxicas presentes na dieta. Essa diminuição na eficiência alimentar, possivelmente também resultará em menos danos à cultura do milho (Tanzubil & McCaffery, 1990). É importante salientar que a maior duração da fase larval no campo manterá o inseto propenso ao ataque de inimigos naturais por mais tempo, além de levar à emergência de adultos com assincronia fenológica em relação à população normal e diminuir o número de gerações do inseto no ciclo agrícola (Tanzubil & McCaffery, 1990). Pupas menores produzirão adultos menores e mais fracos, com menor capacidade de competição para as atividades vitais da espécie (Rodríguez & Vendramim, 1997), podendo apresentar problemas na sua reprodução. Diversos autores já relataram que a ocorrência da esterilidade está

geralmente associada a distúrbios alimentares e à deficiência nutricional. Entre estes autores, Engelman (1998) relata que o número de ovários, embora seja geneticamente determinado, pode ser modificado pela qualidade e quantidade de nutrientes obtidos durante a diferenciação dos ovários (Costa *et al.* 2004). Portanto, os adultos provenientes de pupas menores podem apresentar menor número de ovários por ovário, e conseqüentemente irão reduzir o potencial de produção de ovos. Dessa forma, haverá um decréscimo no tamanho das gerações subseqüentes da praga, ocasionando redução na freqüência e severidade dos ataques desta praga às plantações (Rodríguez & Vendramim, 1996).

A Figura 1 apresenta os resultados de mortalidade larval e pupal nos ensaios realizados com *C. fissilis*. As lagartas alimentadas com a dieta artificial em que foi incorporado o extrato diclorometânico de folhas de *C. fissilis*, apresentaram maior taxa de mortalidade larval (63,3 %) em relação ao controle (0%) (Tabela 2).

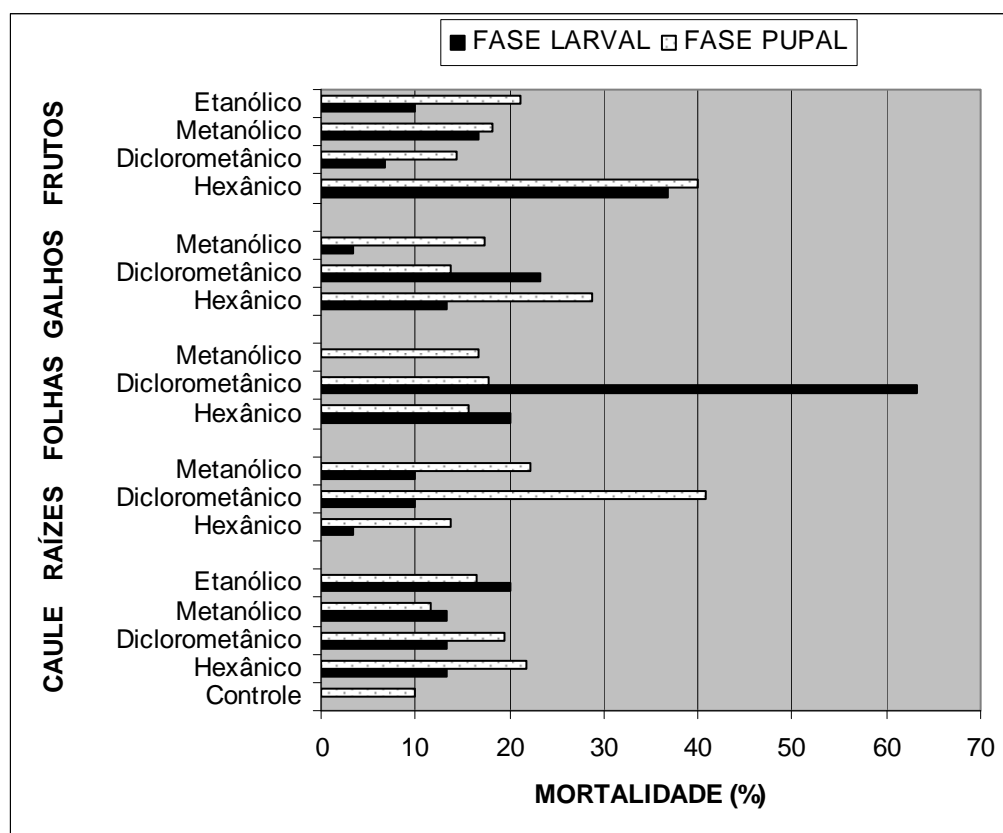


FIGURA 1. Médias da mortalidade larval e pupal, de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratado com extratos orgânicos, a 1000 mg kg^{-1} , de caule, raízes, folhas, galhos e frutos de *Cedrela fissilis*. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 5\%$ e fotofase: 12 h.

O extrato que demonstrou uma maior atividade inseticida foi o extrato diclorometânico das folhas de *C. fissilis*, já que além de apresentar alongamento da fase larval e diminuição do peso pupal, apresentou uma mortalidade larval de 63,3 % (Tabela 2). A ação inseticida é mais eficiente, já que atua logo nas primeiras fases da praga, diminuindo seu ataque na cultura e contribuindo para o decréscimo das populações subsequentes (Rodríguez & Vendramim, 1996). Assim, os resultados obtidos sugerem fortemente que este extrato venha a ser alvo de estudos para aplicação em campo na sua forma bruta ou isolando os seus constituintes químicos. Dados publicados anteriormente estimulam a continuidade deste trabalho, sendo que Bueno *et al.* (2006) mostraram que *C. fissilis* é uma espécie promissora no controle das formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa*. Neste contexto, Ambrozini *et al.* (2006) relataram a atividade inseticida de limonóides isolados desta espécie.

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que entre os extratos de *C. fruticosa* testados sobre *S. frugiperda*, somente o extrato metanólico de folhas

apresentou atividade significativa sobre a mesma, causando uma diminuição de peso pupal de $26,3 \text{ mg kg}^{-1}$. Em um estudo prévio, avaliou-se a ação de vários limonóides isolados do extrato diclorometânico dos frutos de *C. fruticosa* frente a este inseto. Os ensaios indicaram que os limonóides do tipo mexicanolídeos ruageanina A e febrifugina apresentaram atividade sobre *S. frugiperda* (Matos *et al.* 2006). Possivelmente, a atividade observada para o extrato metanólico está relacionada à presença de limonóides, já que as espécies pertencentes à família Meliaceae são caracterizadas pela presença desta classe de substâncias (DA SILVA *et al.* 1984) e (Luo *et al.* 2000; Leite *et al.* 2005b, c) relataram o isolamento de limonóides de *C. fruticosa*. Além disso, extratos brutos e limonóides provenientes desta espécie apresentaram pronunciada ação inseticida sobre as formigas cortadeiras *A. sexdens rubropilosa* (Leite *et al.* 2005a, b), no entanto extratos brutos de *C. fruticosa* incorporados à dieta artificial para *S. frugiperda*, não apresentaram taxas de mortalidade larval e pupal significativas (Tabela 4).

TABELA 2. Médias da mortalidade das fases larval e pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratado com extratos orgânicos, a 1000 mg kg⁻¹, de caule, raízes, folhas, galhos e frutos de *Cedrela fissilis*. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase: 12 h.

Tratamento		Mortalidade (%) (±EP) ¹	
		Fase Larval	Fase Pupal
CAULE	Controle	0 ± 0 a	10,0 ± 0 a
	Hexânico	13,3 ± 15,27 a	21,8 ± 15,84 a
	Diclorometânico	13,3 ± 5,78 a	19,4 ± 7,35 a
	Metanólico	13,3 ± 5,78 a	11,6 ± 0,80 a
	Etanólico	20,0 ± 20,0 a	16,4 ± 3,76 a
RAÍZES	Controle	0 ± 0 a	10,0 ± 0 a
	Hexânico	3,33 ± 5,77 a	13,7 ± 5,48 a
	Diclorometânico	10,0 ± 0 a	40,7 ± 16,97 a
	Metanólico	10,0 ± 10,0 a	22,3 ± 19,2 a
FOLHAS	Controle	0 ± 0 b	10,0 ± 0 a
	Hexânico	20,0 ± 10,0 b	15,7 ± 13,70 a
	Diclorometânico	63,3 ± 11,47 a	17,8 ± 16,78 a
	Metanólico	0 ± 0 b	16,7 ± 5,77 a
GALHOS	Controle	0 ± 0 b	10,0 ± 0 a
	Hexânico	13,3 ± 15,27ab	28,8 ± 18,76 a
	Diclorometânico	23,3 ± 5,74 a	13,7 ± 14,32 a
	Metanólico	3,3 ± 5,74 ab	17,4 ± 15,57 a
FRUTOS	Controle	0 ± 0 a	10,0 ± 0 a
	Hexânico	36,7 ± 20,82 a	39,9 ± 16,20 a
	Diclorometânico	6,7 ± 5,78 a	14,4 ± 6,76 a
	Metanólico	16,7 ± 20,82 a	18,1 ± 13,16 a
	Etanólico	10,0 ± 10,0 a	21,1 ± 18,36 a

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P ≤ 0,05).

TABELA 3. Médias da duração das fases larval e pupal, peso pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratado com extratos orgânicos, a 1000 mg kg⁻¹, de folhas, galhos e frutos de *Cipadessa fruticosa*. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase: 12 h.

Tratamento		Duração (dias) (±EP) ¹		Peso pupal (mg) ¹ (±EP)
		Fase Larval	Fase Pupal	
FOLHAS	Controle	15,8 ± 1,55 a	11,7 ± 1,13 a	293,4 ± 26,70 a
	Hexânico	17,0 ± 2,50 a	11,6 ± 1,43 a	282,6 ± 35,67 ab
	Diclorometânico	16,1 ± 2,35 a	11,8 ± 1,24 a	290,9 ± 31,91 a
	Metanólico	16,3 ± 2,69 a	12,1 ± 1,22 a	267,1 ± 31,96 b
GALHOS	Controle	15,8 ± 1,55 a	11,7 ± 1,13 a	293,4 ± 26,70 a
	Hexânico	16,2 ± 1,93 a	12,2 ± 1,54 a	276,2 ± 31,37 a
	Diclorometânico	16,0 ± 1,40 a	11,9 ± 1,39 a	292,7 ± 29,22 a
	Metanólico	15,9 ± 2,05 a	11,3 ± 1,18 a	284,0 ± 25,43 a
FRUTOS	Controle	15,8 ± 1,55 a	11,7 ± 1,13 a	293,4 ± 26,70 a
	Metanólico	15,7 ± 1,39 a	11,7 ± 1,09 a	296,6 ± 30,21 a

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P ≤ 0,05).

TABELA 4. Médias da mortalidade das fases larval e pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial tratado com extratos orgânicos, a 1000 mgkg⁻¹, de folhas, galhos e frutos de *Cipadessa fruticosa*. Temp.: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 5% e fotofase: 12 h.

Tratamento		Duração (dias) (±EP) ¹	
		Fase Larval	Fase Pupal
FOLHAS	Controle	0 ± 0 a	10,0 ± 0 a
	Hexânico	3,3 ± 5,74 a	34,1 ± 14,33 a
	Diclorometânico	3,3 ± 5,74 a	17,8 ± 13,47 a
	Metanólico	3,3 ± 5,74 a	13,7 ± 5,48 a
GALHOS	Controle	0 ± 0 b	10,0 ± 0 a
	Hexânico	0 ± 0 b	10,0 ± 0 a
	Diclorometânico	3,3 ± 5,74 ab	27,8 ± 6,94 a
	Metanólico	10,0 ± 0 a	14,8 ± 16,97 a
FRUTOS	Controle	0 ± 0 a	10,0 ± 0 a
	Metanólico	0 ± 0 a	6,7 ± 5,77 a

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Literatura Citada

- Ambrozin, A.R.P.; A. C. Leite; F.C. Bueno; P.C. Vieira; J.B.Fernandes; O.C. Bueno; M.F.G.F. Da Silva; F.C. Pagnocca; M.J.A. Hebling & M. Bacci Jr. 2006. Limonoids from andiroba oil and *Cedrela fissilis* and their insecticidal activity. *J. Braz. Chem. Soc.* 17: 542-547.
- Bourdy, G.; S. J. Dewalt; C. Michel; A. Roca; E. Deharo; V. Munõz; L. Balderrama; C. Quenevo & A. Gimenez. 2000. Medicinal plants uses of the Tacana, an Amazonian Bolivian ethnic group. *J. Ethnopharm.* 70: 87-109.
- Bueno, F.C.; M.F.P. Godoy; O.C. Bueno; F.C. Pagnocca; A.C. Leite; J.B. Fernandes; M.F.G.F. Da Silva; M.J.A. Hebling; M.Bacci Jr. & P.C. Vieira. 2005. Toxicity of *Cedrela fissilis* to *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) and its Symbiotic fungus. *Sociobiology*, 45: 389-399.
- Butterwort, J.H. & E.D. Morgan. 1968. Isolation of a substance that suppresses feeding in locust. *J. Chem. Soc. Commun.* 1: 23-24.
- Céspedes, C.L.; J.S. Calderón; L. Lina. & E. Aranda. 2000. Growth inhibitory effectson fall armyworm *Spodoptera frugiperda* of some limonoids isolated from *Cedrela* spp. (Meliaceae). *J. Agric. Food Chem.* 48: 1903-1908.
- Costa, E.L.N.; R.F.P. Silva & L.M. Fiuza. 2004. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. *Acta Biológica Leopoldensia*, 26: 173-185.
- Cruz, I. 1995. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas, Embrapa, 45p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 21).
- Cruz, I.; L.J. Oliveira; A.C. Oliveira & C.A. Vasconcelos. 1996. Efeito do nível de saturação de alumínio em solos ácidos sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em milho. *A. Soc. Entomol. Brasil.* 25: 293-297.
- Da Silva, M.F.G.F.; O.R. Gottlieb & D.L. Dreyer. 1984. Evolution of limonoids in the Meliaceae. *Biochem. Syst. Ecol.* 12: 299-310.
- Engelman, F. 1998. Reproduction in insects, p. 123-158. In: C.B. Huffaker and A.P. Gutierrez (eds.), *Ecological Entomology*. New York, John Wiley.
- Joshi, A.R. & K. Joshi. 2000. Indigenous knowledge and uses of medicinal plants by local communities of the Kali Gandaki Wstershe Area, Nepal. *J. Ethnopharm.* 73: 175-183.
- 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.
- Koul, O. & M.B. Isman. 1992. Toxicity of the limonoid allelochemical cedrelone to noctuid larvae. *Entomol. Exp. Appl.* 64: 281-287.
- Leite, A.C.; C.G. Oliveira; F.C. Bueno; M.P. Godoy; M.F.S.S. de Oliveira, M.R. Forim; J.B. Fernandes; P.C. Vieira; M.F.G.F. Da Silva; O.C. Bueno; F.C. Pagnocca; M.J.A. Hebling & M. Bacci Jr. 2005a. Toxicity of *Cipadessa fruticosa* Blume to the leaf-cutting ants *Atta sexdens rubropilosa* Forel and their symbiotic fungus. *Sociobiology* 46: 17-26.
- Leite, A.C.; F.C. Bueno; C.G. Oliveira; M.P. Godoy; J.B. Fernandes; P.C. Vieira; O.C. Bueno; M.F.G.F. Da Silva; F.C. Pagnocca; M.J.A. Hebling & M. Bacci Jr. 2005b. Limonoids from *Cipadessa fruticosa* and *Cedrela fissilis* and their insecticidal activity. *J. Braz. Chem. Soc.* 16: 1391-1395.
- Leite, A.C.; J.B. Fernandes; M.F.G.F. Da Silva & P.C. Vieira. 2005c. Limonoids from *Cipadessa fruticosa*. *Z. Naturforsch., C: J. Biosci.* 60: 351-355.
- Leite, A.C.; A.R.P. Ambrozin; F.C. Bueno; M.P. Godoy; J.B. Fernandes; P.C. Vieira; M.F.G.F. Da Silva; O.C.

- Bueno; F.C. Pagnocca; M.J.A. Hebling & M. Bacci Jr. 2006. Limonoids from *Carapa guianensis* and *Cedrela fissilis* and their insecticidal activity. J. Braz. Chem. Soc.17: 542-547.
- 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. Inter. 4: 28-34.
- Luo, X.D.; S.H. Wu; Y.B. Ma & D.G. Wu. 2000. Components of *Cipadessa baccifera*. Phytochemistry, 55: 867-872.
- Martinez, S.S. 2002. (ed) O Nim *Azadirachta indica*: Natureza, usos múltiplos, produção. Londrina, Instituto Agrônômico do Paraná, 142p.
- Matos, A.P.; A.C. Leite, L.G. Batista-Pereira, P.C. Vieira, J.B. Fernandes & M.F.G.F. Da Silva. 2009. Effects of limonoids from *Cipadessa fruticosa* on fall armyworm. Z. Naturforsch. 64 c: 441-446.
- Munõz, V.; M. Sauvain; G. Bourdy; J. Callapa; S. Bergeron; I. Rojas; J. A. Bravo; L. Balderrama; B. Ortiz; G. Gimenez & E. Deharo. 2000. A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach. Part I. Evaluation of the antimalarial activity of plants used by the Chacobo Indians. J. Ethnopharm. 69: 127-137.
- 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.
- 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.
- Siloto, R.C. 2002. Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. Piracicaba, Programa de Pós Graduação em Entomologia, Universidade de São Paulo, ESALQ. Dissertação de Mestrado, 92.
- 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 baculovirus. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, n. 115). 23p.
- Veitch, N.C.; G.A. Wright & P.C. Stevenson. 1999. Four new tetranortriterpenoids from *Cedrela odorata* associated with leaf rejection by *Exophthalmus jekelianus*. J. Nat. Prod. 62: 1260-1263.