

# BIOATIVIDADE DE FORMULAÇÕES DE NIM (*Azadirachta indica* A. JUSS, 1797) E DE *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* EM LAGARTAS DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

## Bioactivity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss, 1797) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* formulations in larvae of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

Marcileyne Pessoa Leite de Lima<sup>1</sup>, José Vargas de Oliveira<sup>2</sup>, Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior<sup>3</sup>, Edmilson Jacinto Marques<sup>3</sup>, Alicely Araújo Correia<sup>3</sup>

### RESUMO

A utilização de inseticidas botânicos e bioinseticidas constitui uma alternativa promissora para o manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), na cultura do milho. No presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de formulações comerciais de nim e de *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* - Bta sobre esta praga em laboratório. Lagartas de *S. frugiperda* com 10 dias de idade foram alimentadas com folhas de milho submersas na calda dos inseticidas Neemseto<sup>®</sup>, Natuneem<sup>®</sup> e Xentari<sup>®</sup> (*B. thuringiensis* subsp. *aizawai* - Bta) nas concentrações 2,5; 5,0; 7,5; 10 mL ou g/L e testemunha (água). Os efeitos dos inseticidas dependeram da concentração utilizada, pois provocaram mortalidade crescente das lagartas, alongaram o período larval e reduziram o peso larval. Em alguns casos, também, reduziram o peso das pupas, a viabilidade pupal e a longevidade de adultos. Lagartas com 0-24 h de idade foram mais susceptíveis às concentrações de Neemseto<sup>®</sup> e Xentari<sup>®</sup> a 5 e 10 mL ou g/L, em relação às com 10 dias de idade. Com o aumento da concentração, os efeitos sobre o peso das pupas e viabilidade pupal foram, também, maiores em lagartas com 0-24 h de idade.

**Termos para indexação:** Insecta, lagarta-do-cartucho, Meliaceae, inseticidas botânicos, bioinseticida.

### ABSTRACT

The use of botanical and biological insecticides constitutes a promising alternative to control *Spodoptera frugiperda* on corn crop. Thus, the present work evaluated the effect of commercial formulations of neem (Natuneem<sup>®</sup> and Neemseto<sup>®</sup>) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* - Bta (Xentari<sup>®</sup>) on this pest under laboratory conditions. Newly hatched and 10 days old fall armyworm larvae were fed with corn leaves treated with the insecticides at concentration of 2.5, 5.0, 7.5, and 10 mL or g/mL and control (water). An increased effect of the insecticides was found as function of increasing concentration, causing higher larval mortality, longer larval period and lower larval weight. In some cases, reduction of pupa weight, pupa viability and longevity of adults were also verified. Newly hatched larvae (ca. 0-24 h old) were more susceptible to 5 and 10 mL or g/L of Neemseto<sup>®</sup> and Xentari<sup>®</sup> as compared with 10 days old larvae. With the increase of insecticide concentration, the effects on the pupa weight and pupa viability were also greater on larvae of 0-24h old.

**Index terms:** Insecta, fall armyworm, Meliaceae, botanical insecticide, bioinsecticide.

(Recebido em 19 de junho de 2008 e aprovado em 1 de dezembro de 2009)

### INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é praga cosmopolita, com grande capacidade de infestar diferentes culturas de importância econômica em vários países, e no Brasil, além do milho, ocorre em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e outras poáceas (Cruz et al., 1999).

Giolo et al. (2002), estudando a biologia de populações de *S. frugiperda* coletadas na cultura do milho em Santa Rosa e Pelotas, RS, mantidas em

laboratório a 25±1° C, UR 70±15 % e fotofase de 14 h, em dieta artificial, obtiveram os seguintes resultados: período desenvolvimento embrionário, 2 dias; duração da fase larval, 16,45 e 14,10 dias; duração fase pupa, 10,65 e 12,72 e ciclo total 31,94 e 31,56 dias, respectivamente. De acordo com Veloso et al. (1983), essa praga, quando criada em folhas de milho à temperatura de 25±2° C, umidade relativa de 60±10% e fotofase de 14 h, apresentou seis instares, com as seguintes durações: primeiro– 2,6±0,5; segundo– 2,4±0,37; terceiro– 2,8±0,3; quarto– 2,8±0,45; quinto– 2,9±0,62; e sexto ínstar– 3,7±0,48 dias, respectivamente.

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisa Agrônoma de Pernambuco/IPA – Recife, PE

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE – Departamento de Agronomia/DEPA – Avenida Dom Manoel de Medeiros – s/n – 52171-900 – Recife, PE – vargasoliveira@uol.com.br

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE – Departamento de Agronomia/DEPA – Recife, PE

O uso de inseticidas sintéticos para o controle de *S. frugiperda*, sem levar em consideração os princípios do manejo integrado de pragas, tem produzido consequências indesejáveis para os aplicadores, meio ambiente e consumidores (Cruz et al., 1999; Diez-Rodríguez & Omoto, 2001). Dessa forma, a utilização de métodos alternativos surge como uma proposta promissora para o manejo desta praga, seja por meio de inseticidas à base de nim, *Azadirachta indica* A. Juss ou de formulações de *Bacillus thuringiensis* (Bt). O nim tem como principal ingrediente ativo, o limonóide azadiractina, substância que provoca toxicidade, repelência, redução do crescimento, da oviposição, da viabilidade de ovos e deterrência alimentar sobre os insetos, além de apresentar baixa toxicidade ao homem e animais, e rápida degradação no meio ambiente (Martinez & Emden, 2001; Viana & Prates, 2003). Extratos de nim ou formulações comerciais têm se mostrado eficientes no controle de lagartas de *S. frugiperda*, afetando o seu comportamento e biologia (Viana & Prates, 2003, 2005), bem como outros extratos de plantas (Santiago et al., 2008; Lima et al., 2009).

Por outro lado, *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria aeróbica patogênica para mais de 130 espécies de insetos das ordens Lepidoptera, Diptera e Coleoptera, sendo também de baixa toxicidade para artrópodos não-alvo, pássaros e mamíferos (Siegel, 2001). Lagartas de *S. frugiperda* apresentam baixa susceptibilidade às toxinas de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (Btk), frequentemente usadas no controle de lepidópteros-praga (Fatoreto et al., 2007), entretanto, isolados de *B. thuringiensis* subsp. *aizawai* (Bta) são considerados particularmente ativos contra lagartas de *Spodoptera* spp., bem como a formulação comercial Xentari® (Bta), quando comparada ao Dipel® (Btk) (Martinez et al., 2004), justificando, deste modo, o desenvolvimento de testes com Bta no controle desta praga, no Nordeste do Brasil.

Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de avaliar a bioatividade de produtos formulados de nim e de Bta, sobre lagartas de *S. frugiperda*, em laboratório e casa de vegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), sob temperatura de  $29,9 \pm 1,3^\circ\text{C}$  e  $56 \pm 2,2\%$  de UR, registradas diariamente, e fotofase de 12h.

**Criação de *S. frugiperda*.** As lagartas de *S. frugiperda*, juntamente com posturas, foram coletadas em cultura de milho da UFRPE. As mesmas foram mantidas em folhas de milho Híbrido Duplo AG 1051 com 20 a 40 dias de idade,

cultivado em campo e/ou casa-de-vegetação. Baseando-se na metodologia de Rodriguez & Vendramin (1998), as pupas obtidas foram sexadas e separadas em oito casais por gaiola de tubo de PVC de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, forrado internamente com papel sulfite branco para obtenção dos ovos. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%, embebida em algodão, colocada em recipiente no interior das gaiolas. Os ovos foram coletados e transferidos para placas de Petri forradas com papel de filtro umedecido em água destilada para incubação e, posterior, eclosão das lagartas.

**Efeito de Nim e Bta, Aplicados por Imersão, sobre Lagartas de *S. frugiperda* com 10 Dias de Idade.** Três bioensaios foram instalados visando a avaliar a bioatividade de formulações de nim (Neemseto® da Cruangi Neem do Brasil Ltda, Timbaúba, PE; e Natuneem® da Natural Rural, Araraquara, SP) e do inseticida biológico à base de Bta (Xentari® da Abbott Laboratories) sobre *S. frugiperda*, em laboratório. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado constando, para cada inseticida, de cinco concentrações (Testemunha; 2,5; 5,0; 7,5; 10 mL ou g/L) e cinco repetições compostas por 35 lagartas com 10 dias de idade (Roel et al., 2000). Estas foram individualizadas em placas de Petri contendo um pedaço de folha de milho de 8,0 x 4,5 cm sobre papel de filtro umedecido. Os pedaços de folha foram imersos na calda de cada inseticida por cinco segundos e colocados para secar à temperatura ambiente. Em seguida, foram oferecidos às lagartas por 48 horas e substituídos, diariamente, por folhas não tratadas, anotando-se o número de lagartas mortas, sendo esse procedimento realizado até a fase de pupa. As lagartas foram pesadas 10 dias após o tratamento e as pupas, 24 horas depois de formadas, as quais foram mantidas em tubos de vidro até a emergência de adultos. Os pedaços de folha da testemunha foram imersos em água destilada. Avaliaram-se os seguintes parâmetros: mortalidade acumulada, peso e período larval, peso e período pupal, viabilidade pupal e longevidade. Os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de resposta significativa, submetidos à análise de regressão, sendo selecionadas as equações com base na sua significância (F e P) e maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Todas as análises foram conduzidas utilizando o pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2001).

**Efeito de Nim e Bta, Aplicados em Pulverização, sobre Lagartas de *S. frugiperda* com 0-24 h e 10 Dias de Idade.** No primeiro bioensaio, utilizaram-se os inseticidas Neemseto® e Xentari® em duas concentrações (5 e 10 mL ou g/L) e testemunha, e 60 lagartas com 0-24 h de idade/repetição, individualizadas em tubos de vidro de fundo

chato. No segundo, utilizaram-se 40 lagartas com 10 dias de idade/repetição, individualizadas em placas de Petri. Os inseticidas foram aplicados com pulverizador costal de 5 L, em plantas de milho Híbrido Duplo AG 1051 semeadas em vasos de 5kg, em casa de vegetação. Cada vaso continha solo + húmus de minhoca na proporção 2:1 + NPK (formulação 4-14-8) + calcário (10 g por vaso). As plantas-testemunha foram pulverizadas com água. As folhas foram colhidas duas horas após as pulverizações, acondicionadas em sacos de papel e conduzidas ao laboratório, sendo cortadas em pedaços de 2 x 2 cm para alimentação das lagartas com 0-24 h, e de 5 x 4 cm para lagartas com 10 dias de idade. Diariamente, foram oferecidas novas folhas obtidas das plantas pulverizadas. Foram utilizadas 12 plantas para cada concentração de inseticida, distribuídas em duas plantas/vaso. A avaliação foi realizada, diariamente, observando-se os seguintes parâmetros: mortalidade acumulada, peso pupal (após 24 horas de formação) e viabilidade pupal. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições para lagartas com 0-24 h, e cinco tratamentos e quatro repetições para lagartas com 10 dias de idade. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey HSD ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Efeito de Nim e Bta, Aplicados por Imersão, sobre Lagartas de *S. frugiperda* com 10 dias de Idade.** Para o inseticida Natuneem® (Figura 1), os parâmetros mortalidade larval acumulada e período larval apresentaram uma relação diretamente proporcional ao aumento das concentrações, sendo a maior mortalidade larval verificada na concentração 10 mL/L (62,9%), denotando efeito inseticida, além de insetistático, pois todas as concentrações alongaram o período larval, cuja duração foi de 13,7 dias na maior concentração e de 10,3 dias na testemunha ( $F_{4,35}=8,78$ ;  $P=0,0072$ ). Por outro lado, o peso larval foi inversamente proporcional ao aumento das concentrações, sendo a média do peso larval de 0,30 g na testemunha e 0,15 g na concentração 7,5 mL/L ( $F_{4,35}=13,24$ ;  $P=0,0002$ ).

A emergência de adultos observada entre a testemunha e Natuneem® a 10 mL/L foi de 92,1% e 75% ( $F_{4,35}=0,49$ ;  $P=0,7435$ ) e a longevidade de 8,2 e 5,6 dias ( $F_{4,35}=1,03$ ;  $P=0,4174$ ), respectivamente. O peso e a duração da fase de pupa não apresentaram significância estatística, respectivamente ( $F_{4,35}=0,31$ ;  $P=0,8687$ ;  $F_{4,35}=0,76$ ;  $P=0,5606$ ).

Na avaliação realizada 48h após a instalação do bioensaio, apenas a concentração 10 mL/L causou 20% de mortalidade das lagartas alimentadas com folhas tratadas com Neemseto®. No entanto, observou-se aumento na mortalidade entre os tratamentos, a partir do quinto dia após aplicação. A mortalidade larval foi diretamente proporcional ao aumento das concentrações, sendo a maior mortalidade observada na concentração 10 mL/L de Neemseto® (82,9%) (Figura 2). Todas as concentrações alongaram o período larval, cuja duração foi de 14,8 dias na maior concentração e de 9,7 dias na testemunha ( $F_{4,35}=3,18$ ;  $P=0,0768$ ), observando-se uma resposta concentração-dependente. No entanto, observou-se para o peso larval, peso pupal e longevidade uma relação inversamente proporcional ao aumento das concentrações. As concentrações 2,5 e 5 mL/L reduziram o período pupal ( $F_{4,35}=0,94$ ;  $P=0,4695$ ) e viabilidade pupal ( $F_{4,35}=0,50$ ;  $P=0,7385$ ); nas demais concentrações os dados foram insuficientes para análise estatística.

Nas duas maiores concentrações de Neemseto®, apenas 2,86 e 5,71%, dos insetos atingiram a fase adulta, apresentando período pupal de 15,0 e 8,5 dias, respectivamente. Larvas de *Spodoptera exigua* (Hübner), também tiveram sua sobrevivência reduzida em até 61%, quando alimentadas com folhas de algodão tratadas com os inseticidas a base de nim (Ecozin®, Agroneem® e Neemix®), em condições de laboratório (Greenberg et al., 2005).

Lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho submergidas e pulverizadas com extrato aquoso de nim, apresentaram elevada mortalidade e redução no desenvolvimento (Viana & Prates, 2003). Os mesmos efeitos foram observados em lagartas dessa espécie, alimentadas com folhas de milho imersas no extrato acetato de etila de folhas e ramos de *Trichilia pallida* Swartz (Roel et al., 2000).

Para o inseticida Neemseto® observaram-se pupas e adultos com anormalidades e lagartas que morreram durante a ecdise sem conseguir liberar totalmente a exúvia, enquanto outras morreram numa fase intermediária entre pré-pupa e pupa, fato também citado por Martinez & Emden (2001), em insetos submetidos a diferentes concentrações de azadiractina. Essas alterações foram atribuídas à redução na concentração do ecdisona ou atraso na sua liberação na hemolinfa. Segundo Schmutterer (1990), os insetos da Ordem Lepidoptera são os mais sensíveis ao efeito de regulador de crescimento dos derivados do nim, que pode resultar em vários defeitos morfogênicos e causar a morte dos insetos, dependendo da concentração do produto.

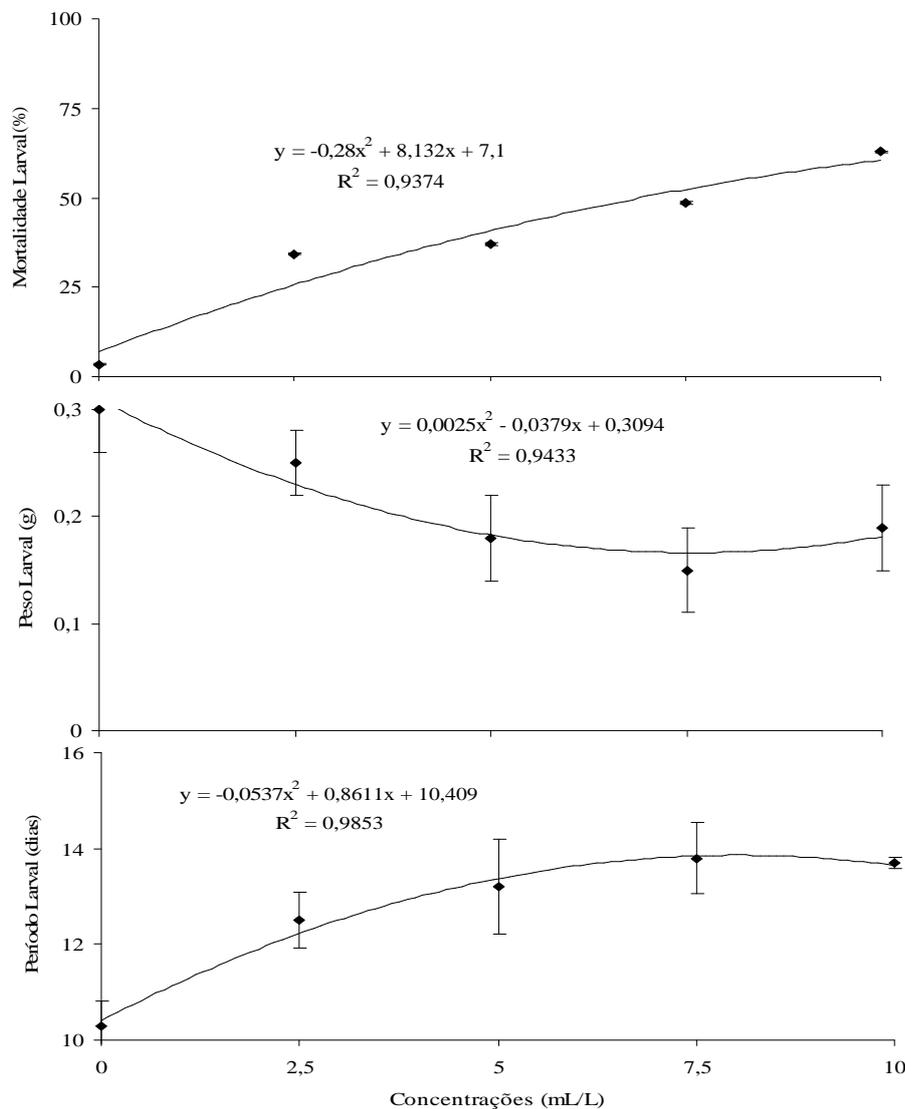


Figura 1 – Mortalidade larval acumulada (%), peso larval (g) e período larval (dias) de *S. frugiperda* (Média  $\pm$  EP), alimentadas em folhas de milho tratadas, por imersão, com Natuneem® em diferentes concentrações. Temp.  $29,2 \pm 0,8^\circ\text{C}$ ; UR  $59 \pm 1,8\%$  e fotofase de 12 h.

Na avaliação realizada aos dois dias após a instalação do bioensaio, a mortalidade de lagartas causada pelo Xentari® foi 18% e 75% nas concentrações 2,5 e 10 g/L, respectivamente. A mortalidade larval foi diretamente proporcional ao aumento das concentrações e o peso larval e a viabilidade pupal, inversamente (Figura 3). Entretanto, não foi observada diferença entre as concentrações para o período larval, de 18,3 e 20,4 dias ( $F_{4,35}=0,39$ ;  $P=0,8130$ ); período pupal de 7,2 e 8,1 dias ( $F_{4,35}=0,68$ ;  $P=0,6140$ ); peso de pupas de 0,17 e 0,14 g ( $F_{4,35}=1,46$ ;  $P=0,2522$ ) e longevidade

de 8,0 e 7,3 dias ( $F_{4,35}=0,42$ ;  $P=0,7910$ ), respectivamente, para a testemunha e a concentração 10 mL/L.

Os resultados obtidos em relação ao Bta comprovam que esse patógeno é eficiente no controle de lagartas de *S. frugiperda*, concordando com Dequech et al. (2007). O isolado Bta HD 68 induziu mortalidade de 100% em lagartas de segundo instar de *S. frugiperda* (Polanczyk et al., 2000). Esses autores ressaltaram a importância do uso desse isolado nos sistemas de manejo integrado de pragas em milho.

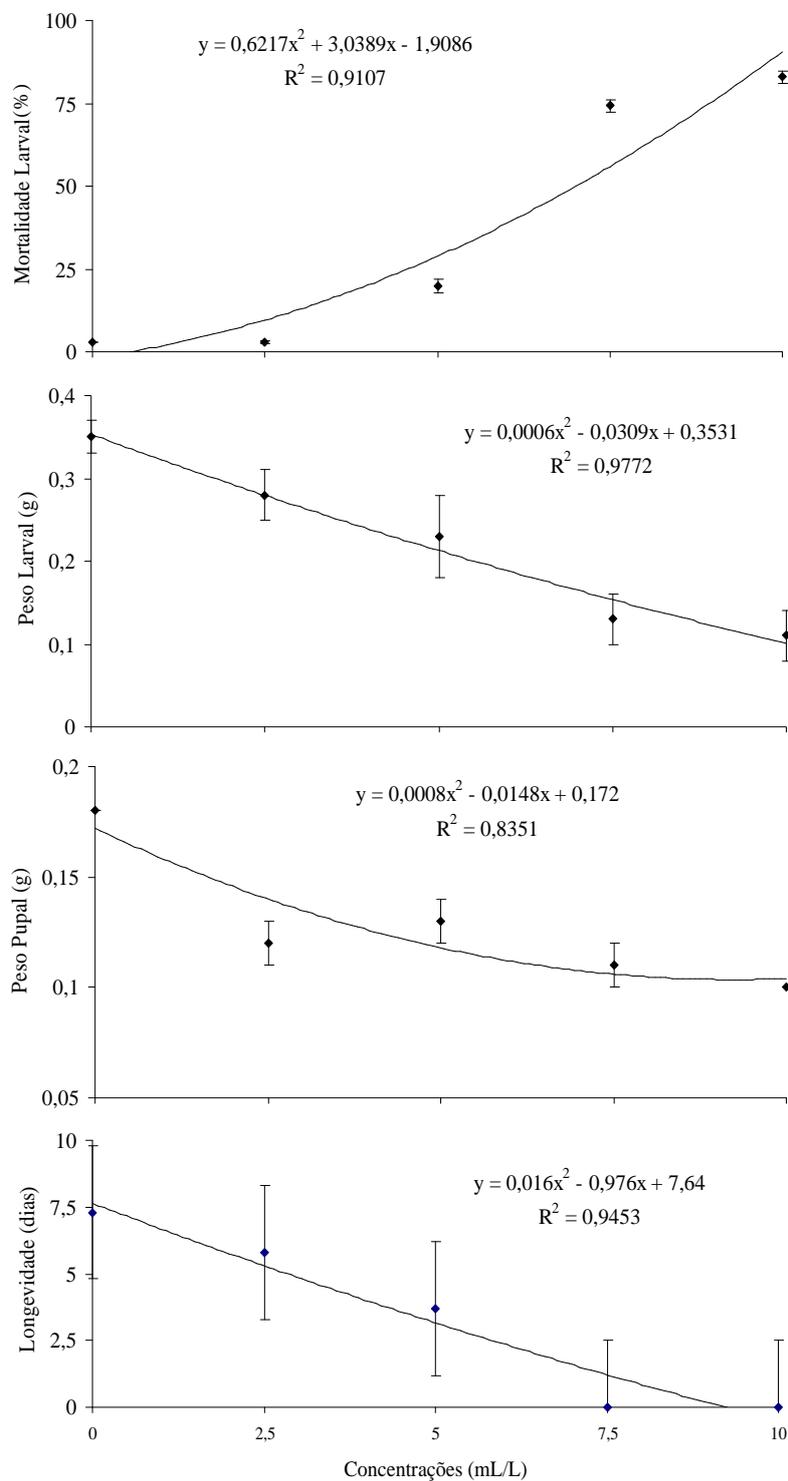


Figura 2 – Mortalidade larval acumulada (%), peso larval (g), peso pupal (g) e longevidade de adultos (dias) de *S. frugiperda* (Média  $\pm$  EP), alimentadas em folhas de milho tratadas, por imersão, com Neemseto<sup>®</sup> em diferentes concentrações (mL/L). Temp.  $29,9 \pm 1,3^\circ\text{C}$ ; UR  $56 \pm 2,2\%$  e fotofase de 12 h.

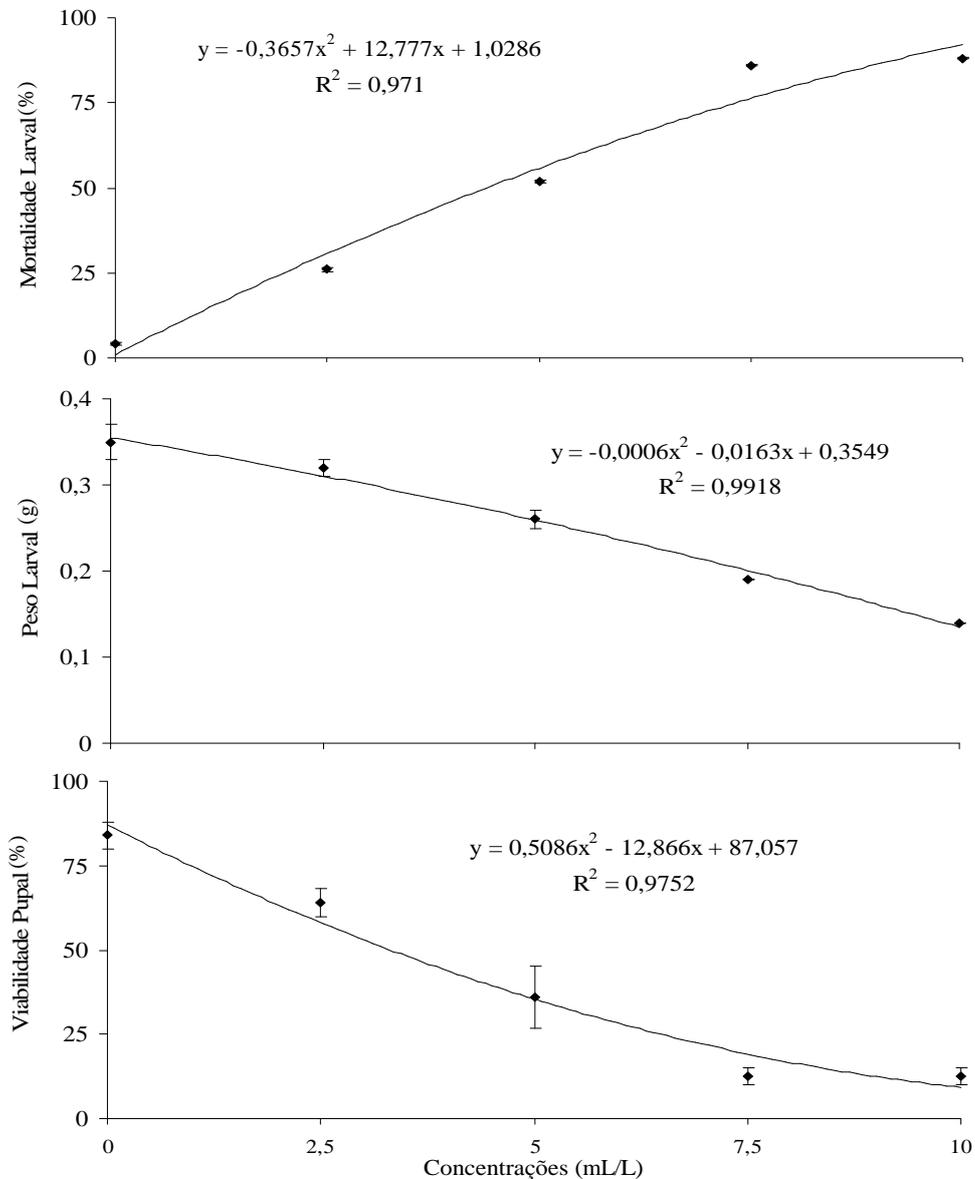


Figura 3 – Mortalidade larval acumulada (%), peso larval (g) e viabilidade pupal (%) de *S. frugiperda* (Média  $\pm$  EP), alimentadas em folhas de milho tratadas, por imersão, com Xentari® (Bta) em diferentes concentrações (mL/L). Temp.  $29,9 \pm 1,3^\circ\text{C}$ ; UR  $56 \pm 2,2\%$  e fotofase de 12 h.

**Efeito de Nim e Bta, Aplicados em Pulverização, sobre Lagartas de *S. frugiperda*, com 0-24 h e 10 Dias de Idade.**

A mortalidade causada pelos inseticidas em lagartas de *S. frugiperda* com 0 a 24 h de idade variou de 58,3% (Neemseto® 5 mL/L) à 100% para os outros tratamentos, diferindo estatisticamente da testemunha (16,7%) (Tabela 1). O peso de pupas foi semelhante entre a testemunha e Neemseto 5 mL/L e a viabilidade pupal foi de 48,3% em

comparação à testemunha (81,7%) ( $P \leq 0,05$ ). Para lagartas com 10 dias de idade, a mortalidade provocada pelos inseticidas variou entre 7,5 a 27,5%, destacando-se Neemseto® 10 mL/L, Xentari® 5 g/L e 10 g/L, em relação a Neemseto 5 mL/L e testemunha (5,0%). O peso de pupas foi semelhante em Neemseto® 10 mL/L e Xentari® 10 g/L, diferindo dos demais tratamentos; a menor viabilidade pupal (30%) foi obtida em Neemseto® a 10 mL/L ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 1 – Parâmetros biológicos de *S. frugiperda* alimentadas em pedaços de folhas de milho tratado, por meio de pulverização, com formulações comerciais de nim e *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* (Bta). Temp: 29,9±0,89° C, UR de 57±1,28% e fotofase de 12 h.

Tratamento	Mortalidade de lagartas <sup>1,2</sup> (%)	Peso de pupas <sup>1</sup> (g)	Viabilidade pupal <sup>1</sup> (%)
Lagartas com 0-24 h			
Testemunha	16,7 ± 0,77 a	0,15 ± 0,01 a	81,7 ± 9,10 a
Neemseto® 5 mL/L	58,3 ± 1,35 b	0,14 ± 0,01 a	48,3 ± 12,22 b
Neemseto® 10 mL/L	100	-	-
Xentari® 5 g/L	100	-	-
Xentari® 10 g/L	100	-	-
Lagartas com 10 dias de idade			
Testemunha	5,0 ± 0,57 a	0,14 ± 0,01 a	95,0 ± 5,00 a
Neemseto® 5 mL/L	7,5 ± 0,96 a	0,13 ± 0,01 a	70,0 ± 9,13 a
Neemseto® 10 mL/L	17,5 ± 2,95 b	0,12 ± 0,01 b	30,0 ± 5,77 b
Xentari® 5 g/L	19,0 ± 0,74 b	0,14 ± 0,01 a	77,5 ± 4,79 a
Xentari® 10 g/L	27,5 ± 1,40 b	0,12 ± 0,01 b	70,0 ± 11,55 a

<sup>1</sup>Médias (± EP) seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05). <sup>2</sup>Mortalidade larval acumulada.

Em termos de mortalidade, lagartas de *S. frugiperda* com 0-24h de idade foram mais susceptíveis aos tratamentos com os inseticidas botânicos e biológicos, em relação àquelas com 10 dias de idade. Resultados semelhantes foram encontrados por Viana & Prates (2003), utilizando o extrato aquoso de folhas de nim para lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*. Por outro lado, estes autores em 2005, constataram que a mortalidade de lagartas com até oito dias de idade foi significativa, mas decresceu, acentuadamente, quando atingiram mais de 10 dias.

A técnica de aplicação tem bastante influência no controle de pragas com nim. Os insetos têm a capacidade de diferenciar as partes protegidas das não protegidas durante a aplicação (Schmutterer, 1990), evidenciando que a pulverização deve ser cuidadosamente realizada em alto volume e a distribuição da calda a mais uniforme possível. Viana & Prates (2003) observaram que a distribuição do nim em folhas de milho submersas no extrato aquoso foi mais uniforme em relação à pulverização. Schmutterer (1990) e Viana et al. (2007) observaram uma melhor proteção de plantas de milho, com múltiplas aplicações do extrato aquoso de nim, o que pode ser atribuído ao crescimento dinâmico da planta e ao surgimento de novos tecidos foliares, que serão melhor protegidos pelo maior número de aplicações. Manter a área foliar coberta uniformemente pelo extrato obriga as lagartas a alimentarem-se dos tecidos tratados, pois apenas um dia de alimentação é suficiente para causar alta mortalidade (Viana & Prates, 2005). Além disso, múltiplas aplicações podem ser necessárias, em razão da sensibilidade

da azadiractina à fotodegradação, que contribui para reduzir a ação inseticida (Johnson et al., 2003).

Maiores efeitos causados pelo Xentari® foram evidenciados em lagartas de *S. frugiperda* com 0-24 h, em comparação àquelas com 10 dias de idade (Tabela 1). Estes resultados concordam com estudos desenvolvidos por Monnerat et al. (2007) sobre a susceptibilidade de lagartas de 2° e 3° ínstaes a isolados de Bta.

## CONCLUSÕES

Os inseticidas Neemseto® na concentração de 10 mL/L e Xentari® a 10 g/L causam mortalidades de 82,9 e 75,0% de lagartas de *S. frugiperda*, respectivamente, nos testes de imersão de folhas e também reduzem o peso larval, peso pupal e longevidade. Neemseto® foi responsável pelo desenvolvimento de deformidades morfológicas.

Nos testes com pulverização de plantas, tanto Neemseto® (10 mL/L) como Xentari® (5 e 10 g/L) causam mortalidades de 100% em lagartas de *S. frugiperda* recém-eclodidas. Lagartas com 10 dias de idade são menos susceptíveis aos inseticidas. Neemseto® (10 mL/L) reduz o peso e viabilidade pupal e Xentari® (10 g/L) reduz apenas o peso de pupas.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão das bolsas, ao Prof. Jorge Braz Torres, pelas valiosas sugestões e ao aluno do programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da

UFRPE, Ricardo Lopes de Melo, pela ajuda na confecção das Figuras.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; MATOSO, M.J. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma***. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 40p. (Circular técnica, 30).
- DEQUECH, S.T.B.; FIUZA, L.M.; SILVA, R.F.P.; ZUMBA, R.C. Histopatologia de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae) infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai* e com ovos de *Campoletis flavicincta* (Hym., Ichneumonidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.273-276, 2007.
- DIEZ-RODRÍGUEZ, G.J.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.2, p.311-316, 2001.
- FATORETTO, J.C.; SENA, J.A.D.; BARRETO, M.R.; LEMOS, M.V.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Associação de bioensaios e caracterização molecular para seleção de novos isolados de *Bacillus thuringiensis* efetivos contra *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.36, n.5, p.737-745, 2007.
- GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA M.S.; BUSATO, G.R. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.3, p.219-224, 2002.
- GREENBERG, S.M.; SHOWLER, A.T.; LIU, T.X. Effects of neem-based insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Insect Science**, v.12, n.1, p.17-23, 2005.
- JOHNSON, S.; DUREZA, P.; DHINGRA, S. Photostabilizers for azadirachtin-A: a neem-based pesticide. **Journal of Environmental Sciences Health**, Tablas, v.38, n.4, p.451-462. 2003.
- LIMA, R. K.; CARDOSO, M. das G.; SANTOS, C. D. dos; MORAES, J. C.; NÉRI, D. K. P.; NASCIMENTO, E. A. do. Caracterização química do óleo essencial de folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) e seus efeitos no comportamento da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1777-1781, 2009.
- MARTÍNEZ, C.; PORCAR, M.; LÓPEZ, A.; SCUDERO, I.R.; PÉREZ-LLAREM, F.T.; CABALLERO, P. Characterization of a *Bacillus thuringiensis* strain with a broad spectrum of activity against lepidopteran insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.111, n.1, p.71-74, 2004.
- MARTINEZ, S.S.; EMDEN, H.F. van. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.1, p.113-125, 2001.
- MONNERAT, R.G.; BATISTA, A.C.; MEDEIROS, P.T.; MARTINS, E.S.; MELATTI, V.M.; PRAÇA, L.B.; DUMAS, V.F.; MORINAGA, C.; DEMO, C.; GOMES, A.C.M.; FALCÃO, R.; SIQUEIRA, C.B.; SILVA-WERNECK, J.O.; BERRY, C. Screening of Brazilian *Bacillus thuringiensis* isolates active against *Spodoptera frugiperda*, *Plutella xylostella* and *Anticarsia gemmatilis*. **Biological Control**, Dordrecht, v.41, n.3, p.291-295, 2007.
- POLANCZYK, R.A.; SILVA, R.F.P. da; FIUZA, L.M. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strains against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.31, n.3, p.165-167, 2000.
- RODRÍGUEZ, H.C.; VENDRAMIM, J.D. Uso de índices nutricionales para medir el efecto insecticida de extractos de meliáceas sobre *Spodoptera frugiperda*. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, v.48, p.11-18, 1998.
- ROEL, A.R.; VENDRAMIN, J.D.; FRIGHETTO, R.T.S.; FRIGHETTO, N. Efeito de extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.53-58, 2000.
- SANTIAGO, G. P.; PÁDUA, L. E. de M.; SILVA, P. R. R.; CARVALHO, E. M. S.; MAIA, C. B. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 792-796, maio/jun., 2008.

- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 8.2. Cary, 2001.
- SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.35, p.271-297, 1990.
- SIEGEL, J.P. The mammalian safety of *Bacillus thuringiensis*-based insecticides. **Journal of Invertebrate Pathology**, Davis, v.77, n.1, p.13-21, 2001.
- VELOSO, V.R.S.; PARRA, J.R.P.; NAKANO, O. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro e milho. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v.12/13, p.127-140, 1983.
- VIANA, P.A.; PRATES, H.T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.69-74, 2003.
- VIANA, P.A.; PRATES, H.T. Mortalidade de lagarta de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.3, p.316-322, 2005.
- VIANA, P.A.; PRATES, H.T.; RIBEIRO, P.E.A. Efeito de extratos de nim e de métodos de aplicação sobre o dano foliar e o desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.1, p.17-25, 2007.