

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL
E PROTEÇÃO DE PLANTAS

ATIVIDADE INSETICIDA DA FOLHA E DA TORTA DA SEMENTE DE NIM
Azadirachta indica* A. Juss. (MELIACEAE) NO CONTROLE DE *Spodoptera
frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO *Zea
***mays* L. (POACEAE)**

MARCÍLIO DE SOUZA SILVA

RIO LARGO – ESTADO DE ALAGOAS - BRASIL
JUNHO DE 2009

MARCÍLIO DE SOUZA SILVA

**ATIVIDADE INSETICIDA DA FOLHA E DA TORTA DA SEMENTE DE NIM
Azadirachta indica A. Juss. (MELIACEAE) NO CONTROLE DE *Spodoptera
frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO *Zea
mays* L. (POACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal e Proteção de Plantas.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Forti Broglio-Micheletti

RIO LARGO – ESTADO DE ALAGOAS - BRASIL

JUNHO DE 2009

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- S586a Silva, Marcílio de Souza.
 Atividade inseticida da folha e da torta da semente de nim *Azadirachta indica*
 A. Juss (Meliaceae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)
 (Lepidoptera : Noctuidae) em milho *Zea mays* L. (Poaceae) / Marcílio de Souza
 Silva, 2009.
 xii, 52 f. : il. tabs.
- Orientadora: Sônia Maria Forti Broglio Micheletti.
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Universidade
Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2009.
- Inclui bibliografia e anexos.
1. Milho. 2. Pragas agrícolas. 3. Lagarta-do-cartucho. 4. Plantas inseticidas.
I. Título.

CDU: 633.15

TERMO DE APROVAÇÃO

ATIVIDADE INSETICIDA DA FOLHA E DA TORTA DA SEMENTE DE NIM
Azadirachta indica* A. Juss. (MELIACEAE) NO CONTROLE DE *Spodoptera
frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO *Zea
***mays* L. (POACEAE)**

Marcílio de Souza Silva
(Matrícula: 2007M21D013S-3)

Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em 15 de junho de 2009, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal e Proteção de Plantas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.



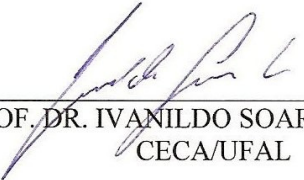
PROF^a. DR^a. SÔNIA MARIA FORTI BROGLIO-MICHELETTI
CECA/UFAL (ORIENTADORA)



PROF^a. DR^a. ROSEANE CRISTINA PRÉDES TRINDADE
CECA/UFAL



DR. ELIO CÉSAR GUZZO
EMBRAPA/TABULEIROS COSTEIROS



PROF. DR. IVANILDO SOARES DE LIMA
CECA/UFAL

RIO LARGO – ESTADO DE ALAGOAS – BRASIL, EM 15 DE JUNHO DE 2009

*À minha querida mãe, Valci Francisca de Souza Santos,
pelo esforço, dedicação, incentivo e contribuição para a obtenção deste título;*

*Aos meus irmãos, Marcos Paulo Souza de Almeida, Cícero Carlos Souza de Almeida e
Moana Vitória de Souza Silva,
por torcerem pelo meu sucesso;*

*À minha futura esposa, Cleane de Souza Silva,
pela compreensão, carinho e por estar presente em todos os momentos.*

Dedico

Agradecimentos

À Universidade Federal de Alagoas, através da Coordenação de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal e Proteção de Plantas), pela oportunidade de realizar meu curso de pós-graduação.

À Profª. Drª. Sônia Maria Forti Broglio-Micheletti, pela orientação, amizade, apoio e grande contribuição na minha vida acadêmica, a minha eterna gratidão.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, pela concessão de bolsa de estudos.

Aos meus colegas do Laboratório de Entomologia: Ismael Barros Gomes, Emerson dos Santos Ferreira, Chirlene Lays Alexandre, José Anderson Soares Barros, Leilianne Alves de Souza e Jakeline Maria dos Santos.

Aos colegas da pós-graduação: Alana de Lima Mendonça, Alice Maria Nascimento de Araújo, Renan Cantalice de Souza, Sihélio Júlio Silva Cruz, Carlos Jorge da Silva, Romel Duarte Vilela e Adriano Jorge Nunes dos Santos, pelo companheirismo e convívio.

Ao Coordenador do Mestrado, Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade, pelo apoio e colaboração.

Aos professores: Drª. Roseane Cristina Prêdes Trindade, Dr. Paulo Vanderlei Ferreira, Dr. Mauro Wagner de Oliveira e Dr. Jorge Braz Torres pelos ensinamentos transmitidos.

Aos Secretários do Mestrado, Geraldo de Lima e Marcos Antônio Lopes, pelo apoio e convívio.

Ao Engenheiro Agrônomo MSc. José Antônio da Silva Madalena pela contribuição na análise estatística dos dados.

A curadora do herbário MAC do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas, Rosângela Pereira Lyra Lemos, pela identificação botânica.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram com a realização deste trabalho.

Sumário

	Página
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Figuras.....	x
Resumo Geral.....	xi
General Abstract.....	xii
1 Introdução Geral.....	1
2 Revisão de Literatura.....	4
2.1 Aspectos gerais da cultura do milho.....	4
2.1.1 Botânica e descrição.....	4
2.1.2 Importância econômica da cultura.....	4
2.1.3 Pragas que causam danos à cultura.....	6
2.2 Distribuição, danos e bioecologia de <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.3 Principais estratégias de controle de <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
2.3.1 Controle alternativo de <i>Spodoptera frugiperda</i> com plantas inseticidas.....	10
2.4 Principais características de <i>Azadirachta indica</i>	11
3 Referências.....	14
Capítulo I - Toxicidade da folha e da torta da semente de nim sobre a lagarta-do-cartucho em milho.....	21
Resumo.....	21
Abstract.....	22
1 Introdução.....	23
2 Material e Métodos.....	25
3 Resultados e Discussão.....	28
4 Conclusões.....	34
5 Referências.....	35

Capítulo II - Atividade inseticida de extratos aquosos de nim em diferentes vias de aplicação sobre a lagarta-do-cartucho.....	38
Resumo.....	38
Abstract.....	39
1 Introdução.....	40
2 Material e Métodos.....	42
3 Resultados e Discussão.....	44
4 Conclusões.....	48
5 Referências.....	49
Anexos.....	53

Lista de Tabelas

	Página
Capítulo I	
Tabela 1: Dados de inclinação \pm EP das curvas de concentração-mortalidade CL_{50}, X^2, probabilidade dos extratos aquosos de <i>Azadirachta indica</i> (5 e 10 DAA) em lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i>, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	28
Tabela 2: Avaliação de extratos aquosos de <i>Azadirachta indica</i> sobre lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> em duas épocas de avaliação, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	30
Tabela 3: Porcentagem da mortalidade de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> após aplicação dos extratos aquosos de <i>Azadirachta indica</i>, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	31
Capítulo II	
Tabela 1: Avaliação de inseticidas naturais à base de nim sobre lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i>, através de nota da escala de danos e da área foliar após o consumo da folha +3, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	44
Tabela 2: Avaliação de inseticidas naturais à base de nim sobre lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i>, através do comprimento das lagartas e da largura da cabeça, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	46

Lista de Figuras

	Página
Revisão de Literatura	
Figura 1: Cartucho do milho danificado por <i>Spodoptera frugiperda</i>, Rio Largo/AL, dezembro 2008.....	7
Figura 2: Ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i>: A = Ovo; B = Lagarta; C = Pupa e D = Adulto.....	8
Figura 3: Árvore de nim <i>Azadirachta indica</i>, Rio Largo/AL, dezembro 2008.....	12
Capítulo I	
Figura 1: Lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> apresentando a exúvia presa à parte terminal do corpo. Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	29
Figura 2: Mortalidade de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> aos 5 DAA com extrato aquoso de nim, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	31
Figura 3: Mortalidade de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> aos 10 DAA com extrato aquoso de nim, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.....	32

Resumo Geral

SILVA, M. S. Universidade Federal de Alagoas, junho de 2009. **Atividade inseticida da folha e da torta da semente de nim *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho *Zea mays* L. (Poaceae).** Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Forti Broglio-Micheletti.

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* é considerada a mais importante praga da cultura de milho. O controle alternativo desta praga com *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) tem sido bastante promissor, porém poucos trabalhos descrevem o uso de resíduos de nim no seu controle. O trabalho foi dividido em uma revisão de literatura e dois capítulos experimentais. O primeiro teve por objetivo avaliar a toxicidade de extratos aquosos de folhas e torta da semente de nim em lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas em laboratório. Já o segundo, objetivou avaliar o efeito de folha e torta da semente de nim, em três vias de aplicação em telado. No capítulo I, fez-se a determinação da CL₅₀ com análise de Probit em duas épocas de avaliação, além de um esquema fatorial 2x2+1 para avaliar dados de biometria do inseto e regressões para mortalidade. No capítulo II, realizou-se a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e Kruskal-Wallis a 5% de significância. Os valores estimados da CL₅₀ para os extratos aquosos com folha e torta de nim foram de 0,38% (m/v) e 0,31% (m/v), respectivamente. Em relação ao comprimento das lagartas, largura da cabeça e peso do inseto, houve interação significativa entre as épocas e os tratamentos testados. Houve diferença significativa entre os extratos aquosos testados, aos 5 e aos 10 dias após a primeira aplicação. O tratamento torta na via foliar-líquida foi o que obteve a menor nota de danos com 2,08 na escala de notas, mas não diferiu do tratamento com torta na via solo. Na análise da área foliar após o consumo da folha +3, observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos com torta na via líquida (93,86 cm²) e a testemunha (66,46 cm²). Em laboratório, lagartas de *S. frugiperda* foram mais suscetíveis ao extrato aquoso de torta do que o extrato aquoso de folha de nim em relação à mortalidade. Houve diferença entre as épocas de avaliação em relação ao comprimento das lagartas, largura da cabeça e peso. Em telado, o extrato aquoso à base de torta foi o mais eficiente no controle de larvas de *S. frugiperda*. A via foliar em forma de pó foi a menos eficiente.

Termos para indexação: Lagarta-do-cartucho, plantas inseticidas, Meliaceae, resíduo.

General Summary

SILVA, M. S. Federal University of Alagoas, June 2009. **Insecticidal activity of the leaf and of the neem seed pie *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) in the control of the *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize *Zea mays* L. (Poaceae).** Orientated by: Professor and Dr. Sônia Maria Forti Broglio-Micheletti.

The *Spodoptera frugiperda* fall armyworm is considered the main pest of the maize culture. The alternative control of this pest by means of *Azadirachta indica* A Juss. (Meliaceae) has been sufficiently promising; however, few works describe the use of neem residues in its control. This work was divided into a literature review and two experimental chapters. The first had as objective to evaluate the toxicity of aqueous leaf extracts and neem seed pie in worm of *S. frugiperda* fed with laboratory treated maize leaves. As for the second, the objective was to evaluate the leaf and pie of the neem seed effect, in three ways of application in greenhouse. In chapter I, the determination of the CL₅₀ was done with analysis of Probit at two season of evaluation, besides a factorial 2x2+1 scheme to evaluate the biometric insect data and regressions to mortality. In chapter II, the variance analysis was carried out, the measurements being compared by the Tukey and Kruskal-Wallis test at 5% of significance. The estimated values of the CL₅₀ for the aqueous extracts neem with leaf and pie were of 0.38% (m/v) and 0.31% (m/v), respectively. In relation to the length of the worm, width of the head and weight of the insect, there was significant interaction between the season and the treatments tested. There was significant difference between the tested aqueous extracts, to the 5 and to the 10 day after the first application. The pie treatment in the leaf-liquid way was what obtained the lowest note of damages with 2.08 in the note scale, but did not differ from the treatment with pie in the soil way. In the analysis of the leaf area, after the consumption of +3 leaf, there was observed a significant difference between the treatments with pie in liquid way 93.86 cm² and the control 66.46 cm². In laboratory, *S. frugiperda* worms were more susceptible to the aqueous leaf extract than to the aqueous pie extract of neem in relation to the mortality. There was difference between the season of evaluation in relation to the length of the worm, width of the head and weight. In greenhouse, the aqueous extract based on the pie was the most efficient in the control of worm of *S. frugiperda*. The leaf way in form of powder was the least efficient.

Index Terms: Fall armyworm, insecticidal plants, Meliaceae, residue.

1 Introdução Geral

O homem, quando passou a se organizar em sociedade, viu-se obrigado a desenvolver métodos que permitissem a sua permanência em um local fixo, desencadeando assim, a necessidade de criar animais e cultivar plantas. Desde então, buscou meios de aperfeiçoar e maximizar essas atividades na tentativa de alcançar uma produção de alimentos quantitativa e qualitativa. Talvez, o primeiro método a ser desenvolvido no decorrer destas descobertas tenha sido o melhoramento de plantas, principalmente aquelas com potencial para a produção de alimentos.

Em meio a estas descobertas, outros métodos e técnicas foram sendo desenvolvidos; naturalmente o homem e sua descendência souberam separar as plantas que lhes faziam bem daquelas tóxicas que lhes faziam mal, permitindo a utilização de ambas de forma criteriosa e organizada. Este processo certamente só veio funcionar com o advento da agricultura e com o uso do melhoramento genético. Porém, de acordo com Norris et al. (2003), as cultivares foram melhoradas e à medida que provocavam alterações nos organismos e nos processos fisiológicos, as lavouras tornavam-se mais susceptíveis ao ataque de pragas, causando danos e perdas no rendimento.

Entretanto, apesar das perdas, tem-se obtido resultados positivos em relação à produção agrícola, e isto pode ser atribuído ao uso de tecnologias cada vez mais avançadas em diversos segmentos que permeiam este setor da sociedade. Isto promoveu a solução de problemas e a geração de outros, que para serem solucionados, necessitam cada vez mais do conhecimento. A busca incessante pela solução de problemas levou à modernização da agricultura e ao abandono de técnicas consideradas primitivas, gerando uma nova forma de produzir alimentos.

Esta modernização deflagrou-se com a responsabilidade de acabar com a fome do mundo por meio da agricultura, promovendo no meio rural, o incentivo ao uso indiscriminado de agrotóxicos, máquinas pesadas e adubos minerais altamente solúveis como alternativa tecnológica. Sabe-se que a fome não é um problema da quantidade de alimentos, mas sim um problema relacionado a fatores político-sócio-econômicos.

Tanto, que é geralmente nos países mais densamente povoados que as condições de vida das populações são relativamente melhores (Mairesse, 2005).

A aplicação desta tecnologia promoveu um forte desequilíbrio nos ecossistemas e ocasionou falsos resultados em longo prazo. Com esse sistema vieram também muitos casos de intoxicações de operadores, aumento da mortalidade de animais domésticos e silvestres, contaminação dos solos, das águas e dos alimentos com resíduos de pesticidas, um conjunto de ocorrências que afeta, direta e indiretamente, a saúde das comunidades envolvidas na produção de alimentos (Roel, 2001).

Evidentemente, o homem buscou através da toxidez natural das plantas uma forma de controlar e minimizar os danos ocasionados pelas pragas tentando proteger seus cultivos, mas os métodos modernos e industrializados venceram esta batalha e disseminaram pelo mundo, provocando o aparecimento de novas pragas e de populações resistentes aos inseticidas em uso. As plantas inseticidas deixaram de ser utilizadas, não tanto pela maior eficiência momentânea dos organossintéticos, mas principalmente pela maior economicidade destes, sob o prisma e condições da época (Mairesse, 2005).

Talvez esse seja o momento de resgatar e gerar o conhecimento científico quanto ao uso de plantas com atividade inseticida, pelo menos ao nível de pequenos produtores rurais, reduzindo os problemas ambientais provocados pelo campo. Segundo Vendramim & Castiglioni (2000), o ressurgimento do interesse pelos inseticidas de origem vegetal originou-se da necessidade de buscar novas substâncias no controle de pragas, sem problemas ambientais, resíduos em alimentos, efeitos nocivos sobre predadores e outros organismos úteis, retardando o aparecimento de resistência a inseticidas, comuns na utilização dos agrotóxicos convencionais.

Além disso, face à problemática ambiental do uso de agrotóxicos há uma crescente demanda dos mercados nacional e internacional por alimentos orgânicos, a qual tem modificado o comportamento dos agricultores, que estão passando a se dedicar a formas mais eficientes de produção sem resíduos químicos, reduzindo assim a agressão ao meio ambiente (Bittencourt, 2006).

No Brasil, um país de grande dimensão agrícola, estudos envolvendo o uso de plantas inseticidas têm atingido bons resultados, existindo até produtos comercializáveis à base de produtos naturais. Porém, ainda se faz necessário o esforço conjunto, tanto de governo quanto de pesquisadores e instituições de pesquisa, para tornar esse uso uma

realidade rural, devido à grande diversidade biológica de espécies com potencial para este fim.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito da utilização do nim *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) como inseticida natural no controle da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), fornecendo informações que o tornem economicamente viável, minimizando o uso indiscriminado de inseticidas sintéticos, reduzindo os impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade dos ecossistemas.

Este trabalho possui além da revisão de literatura dois capítulos, sendo que no Capítulo I, o objetivo foi avaliar, em laboratório, a toxicidade de extratos aquosos de folhas e torta da semente de nim em lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho. No Capítulo II, o objetivo foi avaliar, em telado, o efeito da folha e da torta da semente de nim em três vias diferentes de aplicação, no controle de *S. frugiperda*.

2 Revisão de Literatura

2.1 Aspectos gerais da cultura do milho

2.1.1 Botânica e descrição

O milho é uma monocotiledônea, pertencente à família Poaceae, Subfamília Panicoideae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. (Siloto, 2002). É uma espécie diplóide e alógama, originada há aproximadamente sete a dez mil anos no México e na América Central. É considerada uma das plantas cultivadas mais antigas e um dos vegetais superiores mais estudados, possuindo caracterização genética mais detalhada dentre as espécies cultivadas (Guimarães, 2007).

É uma planta de ciclo vegetativo variado, evidenciando desde cultivares extremamente precoces, cuja polinização pode ocorrer 30 dias após a emergência, até mesmo aquelas cujo ciclo vital pode alcançar 300 dias. Contudo, nas condições brasileiras, a cultura do milho apresenta ciclo variável entre 110 e 180 dias, em função da caracterização dos cultivares (superprecoce, precoce e normal), período este compreendido entre a semeadura e a colheita (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Sua origem tem sido bastante estudada e várias hipóteses foram propostas, porém as mais consistentes são aquelas que demonstram que o milho descende do teosinto *Euchlaena mexicana* Schrad. (Poaceae), que é uma gramínea com várias espigas sem sabugo, que pode cruzar naturalmente com o milho e produzir descendentes férteis (Galinat, 1995).

Estudos arqueológicos fornecem elementos que permitem afirmar que o milho já existia como cultura, ou seja, em estado de domesticação, há cerca de quatro mil anos e que já apresentava as principais características morfológicas que o definem botanicamente na atualidade (Guimarães, 2007).

2.1.2 Importância econômica da cultura

O milho representa um dos principais cereais em todo mundo, sendo cultivado em pequenas, médias e grandes propriedades (Fancelli & Dourado Neto, 2000). É um

alimento que se caracteriza por se destinar tanto para o consumo humano como para os animais. Na realidade, o uso do milho em grão para alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo (Duarte, 2009).

O milho é uma das culturas de maior importância econômica para o Brasil, a produção de 33,1 milhões de toneladas na 1ª safra, representou 66,5% do total de milho em grão estimado para 2009, e o milho 2ª safra representou 33,4% da produção total de milho em grãos, estimado em 16,6 milhões de toneladas (CONAB, 2009).

Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade, devido ao grande número de pequenos produtores que cultivam esse cereal. A importância desta cultura ainda está relacionada ao aspecto social, pois a maioria dos produtores não é altamente tecnificada, não possui grandes extensões de terras, mas depende dessa produção para viver (Duarte, 2009).

Neste contexto, pode-se, portanto, afirmar que há uma clara dualidade na produção de milho no Brasil. Uma grande parcela de pequenos produtores que não se preocupa com a produção comercial e com altos índices de produtividade, e uma pequena parcela de grandes produtores, com alto índice de produtividade, usando mais terra, mais capital e mais tecnologia na produção de milho (Guimarães, 2007).

O aumento da área de plantio e da produtividade de milho permitiu ao Brasil passar de importador a exportador a partir da safra 2000/01 (FNP Consultoria & Comércio, 2002). Esse fato positivo para a economia do País ocasionou alguns problemas de manejo desde então, pois o cultivo sucessivo de milho (safra e safrinha) trouxe com ele um número crescente de pragas e doenças (Vendramim et al., 2005).

Durante muitas décadas a economia brasileira embasou-se no setor primário de produção e, ainda hoje, ocupa uma posição de destaque no abastecimento mundial de produtos de origem vegetal, sendo, portanto, o controle de pragas um desafio que persiste e tem-se agravado ano após ano. Além disso, os inseticidas normalmente utilizados pelos produtores estão perdendo sua eficácia devido à resistência dos insetos, correndo sérios riscos de serem proibidos, assim a busca por inseticidas naturais menos persistentes no meio ambiente e nos alimentos, com menor toxicidade a mamíferos e maior seletividade vem crescendo rapidamente (Castro et al., 2006).

2.1.3 Pragas que causam danos à cultura

Em virtude do aumento da área plantada desta cultura, é natural que problemas de ordem fitossanitária possam surgir e, muitos deles estão relacionados com o aparecimento de insetos em desequilíbrio populacional, prejudicando o rendimento da cultura.

De acordo com Gallo et al. (2002), os insetos considerados pragas na cultura do milho podem ser divididos em quatro grupos a seguir:

a) Pragas das raízes: *Procornitermes striatus* (Hagen, 1858) (Isoptera: Termitidae) (cupim), *Astylus variegatus* Germar, 1824 (Coleoptera: Melyridae) (larva-angorá) e *Diloboderus abderus* Sturm., 1826 (Coleoptera: Melolonthidae) (coró);

b) Pragas das folhas: *S. frugiperda* (lagarta-do-cartucho), *Mocis latipes* (Guen., 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) (curuquerê-dos-capinzais) e *Deois flavopicta* (Stal, 1858) (Homoptera: Cercopidae) (cigarrinha-das-pastagens);

c) Pragas do colmo: *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) (elasma), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-rosca) e *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (broca da cana-de-açúcar);

d) Pragas das espigas: *Helicoverpa zea* (Bod., 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-da-espiga) e *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) (percevejo-do-milho).

Segundo Prates et al. (2003) dentre as pragas que mais provocam prejuízos econômicos a várias culturas, a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* tem se destacado, sendo considerada a mais importante praga nas condições do Brasil.

Em relação ao milho, o ataque de *S. frugiperda* pode ocorrer em todos os estádios, ocasionando perdas na produção em até 38,7% (Williams & Davis, 1984; Cruz, 1996). A lagarta destrói o cartucho, podendo também eventualmente, em períodos de seca e especialmente no milho de segunda safra (“safrinha”), cortar plantas novas rente ao solo, como a lagarta-rosca *A. ipsilon* (Costa et al., 1984). O período crítico de ataque compreende os estádios correspondentes a duas e a dez folhas (Fancelli & Dourado Neto, 2000). No final da cultura pode danificar a espiga com o mesmo hábito da lagarta-da-espiga *H. zea*, sendo porém o ataque em qualquer parte da estrutura (Cruz, 1999).

2.2 Distribuição, danos e bioecologia de *Spodoptera frugiperda*

A lagarta-do-cartucho foi reconhecida como praga de milho em 1797, na Geórgia, Estados Unidos. Foi originalmente descrita com o nome de *Phalaena frugiperda*. Desde então, o gênero foi várias vezes modificado, até chegar a denominação atual de *S. frugiperda* (Cruz, 1995).

A lagarta pode ser encontrada nas Américas e em algumas ilhas a oeste da Índia. Nos Estados Unidos, os insetos sobrevivem no inverno nas regiões tropicais do sul da Flórida e Texas. Dali, as mariposas migram durante a primavera, verão e outono, podendo se deslocar a grandes distâncias, atingindo as regiões ao norte do país até o Canadá. No Brasil, em função da alimentação diversificada e disponível durante o ano todo, assim como das condições climáticas favoráveis ao inseto, está distribuída em geral, em todas as regiões do território nacional (Cruz, 1995).

S. frugiperda também é conhecida por lagarta-dos-milharais e lagarta-militar e é a principal praga da cultura do milho no Brasil. O dano é causado pela lagarta que, no início, apenas raspa a folha, mas quando desenvolvida, a perfura e danifica por completo, destruindo conseqüentemente o cartucho (Figura 1). Possui hábito alimentar diversificado, alimentando-se de diferentes hospedeiros, no entanto, exibem preferência por algumas plantas, especialmente gramíneas, incluindo milho, trigo, sorgo e arroz. Esse ataque é muito comum em milho safrinha (plantio de verão ou de segunda safra), necessitando de cuidados especiais, principalmente se, na safra anterior, o manejo foi inadequado (Farinelli & Fornasieri Filho, 2006). Mais de 50 variedades de plantas, distribuídas em mais de 20 famílias botânicas, são relatadas como hospedeiras dessa praga (Cruz, 1995).



Figura 1: Cartucho do milho danificado por *Spodoptera frugiperda*, Rio Largo/AL, dezembro 2008.

As mariposas põem de 1.500 a 2.000 ovos na página superior das folhas. Após três dias eclodem as lagartas, que passam a se alimentar, primeiramente do córion dos ovos. Posteriormente, permanecem em repouso de duas a dez horas. As lagartas jovens antes de se alimentarem, são fototrópicas positivas, isto é, são atraídas pela luz; após encontrarem alimento este fototropismo diminui, mas ainda persiste. A lagarta se alimenta das folhas mais novas por se apresentarem mais tenras, raspando-as. Nessa fase, atacam todas as folhas centrais, destruindo-as completamente (Figura 1). A duração do período larval pode variar de 12 a 30 dias, estando diretamente relacionada com a temperatura, que quanto maior, mais rapidamente a larva completa seu ciclo (Gallo et al., 2002).

A cabeça da lagarta é escura, com estrias claras, que formam um “Y” invertido; sua coloração varia de pardo-escuro, verde até quase preta (Figura 2). Apresentam três finíssimas linhas longitudinais branco-amareladas na parte dorsal do corpo. Na parte lateral, logo abaixo da linha branco amarelada, existe uma linha escura mais larga e, inferiormente a esta, uma listra amarela irregular marcada com vermelho (Cruz, 1995; Gallo et al., 2002). Devido ao canibalismo, é comum encontrar-se apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho, podendo haver lagartas em ínstares diferentes, separadas pelas lâminas das folhas (Fernandes, 2003).

Ao final do período larval, as lagartas penetram no solo, onde se transformam em crisálidas, de coloração avermelhada, medindo cerca de 15 mm de comprimento, com duração de 8 a 25 dias, após os quais emerge o adulto. A mariposa mede cerca de 35 mm de envergadura, sendo as asas anteriores pardo escuras e as posteriores branco acinzentadas. (Gallo et al., 2002).

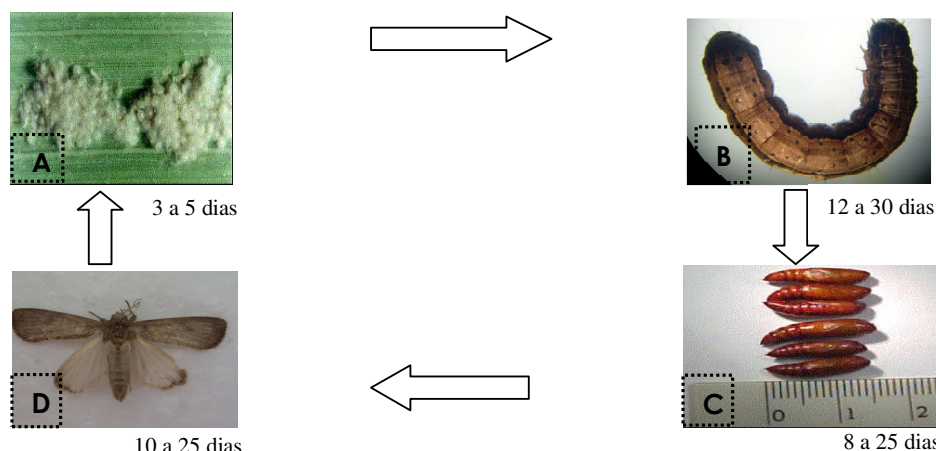


Figura 2: Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*: A = Ovo; B = Lagarta; C = Pupa e D = Adulto.

2.3 Principais estratégias de controle de *Spodoptera frugiperda*

O método de controle mais utilizado para *S. frugiperda* é o químico (Cruz, 1999; Valicente & Barreto, 1999), sendo a deltametrina um dos inseticidas mais usados em cultivos de milho no Brasil visando o controle desta lagarta (Araújo et al., 2004). O controle de *S. frugiperda* com inseticidas sintéticos, geralmente possui um custo elevado de aplicação, com altos riscos de toxicidade e de contaminação ambiental, causando desequilíbrio biológico (Prates et al., 2003).

As pesquisas têm mostrado impacto significativo de inseticidas sobre componentes não-alvo do agroecossistema, como os inimigos naturais de pragas e os detritívoros, que são populações importantes na manutenção de sua estrutura (Holland et al., 2000; Margni et al., 2002).

A má regulação dos equipamentos e a escolha incorreta de produtos químicos têm aumentado o número médio de aplicações de inseticidas na cultura do milho, sem, no entanto, atingir os objetivos de controle dessa praga, pois a cada ano, os danos provocados pela lagarta-do-cartucho têm sido mais severos (Cruz, 1995).

Pelo fato da lagarta se alojar no interior do cartucho, muitas vezes, se torna difícil o contato com o inseticida aplicado. Mas uma porcentagem razoável das lagartas é atingida por doses subletais, o que não causa sua morte, mas causam alterações na biologia e na capacidade de reprodução do inseto, causando redução populacional ao longo das gerações (Silva & Crocomo, 2007).

Métodos de controle biológico com o uso de agentes entomopatogênicos como fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e bactérias como *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 também têm sido bastante difundidos no controle de *S. frugiperda* (Cruz, 1995; Silva et al., 2008). Embora os bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) não tenham dado bons resultados no controle de *S. frugiperda*, tem-se observado que plantas transgênicas com o gene Bt apresentam algum nível de resistência a essa espécie (Waquil et al., 2002).

Outra forma de controle biológico tem sido o uso de predadores como *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) e parasitóides como *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), os quais atuam sobre ovos, eliminando a praga antes que ocorram danos significativos. Mas, o sucesso desses métodos depende de uma série de fatores como: método de distribuição, linhagem ou espécie liberada, densidade da praga, entre outros (Cruz, 1995).

Um método também importante é o controle cultural, que auxilia no combate às pragas com práticas como a rotação de culturas, aração do solo, época do plantio e colheita, destruição dos restos culturais (Cruz & Turpin, 1983). O controle cultural através de aração após a colheita mata as pupas do inseto diretamente, por esmagamento, ou indiretamente pela exposição aos raios solares (Cruz et al., 1995).

Outras estratégias de controle de pragas também são utilizadas, além das citadas anteriormente como, por exemplo, o controle físico, o controle por comportamento e o controle genético (resistência de plantas) (Gallo et al., 2002).

O controle desta praga através do uso de extratos vegetais também pode vir a ser uma alternativa viável. O potencial inseticida de diversas plantas tem sido avaliado no Brasil em relação a *S. frugiperda*, observando-se resultados promissores com algumas espécies (Souza & Vendramim, 2000).

2.3.1 Controle alternativo de *Spodoptera frugiperda* com plantas inseticidas

A busca por métodos alternativos ao controle químico inclui a utilização de produtos naturais que são menos agressivos ao ambiente, destacando-se entre estes os inseticidas botânicos (Roel & Vendramim, 2006).

A família Meliaceae vem se destacando como uma das mais importantes fontes de produtos inseticidas devido ao número de espécies com bioatividade e à eficiência dos seus extratos (Roel & Vendramim, 2006). Muitas meliáceas vêm sendo pesquisadas como fonte de extratos inseticidas para o controle de *S. frugiperda* como o nim *Azadirachta indica* A. Juss., o cinamomo *Melia azedarach* L. e ainda espécies do gênero *Trichilia* (Vendramim, 1997; Bogorni & Vendramim, 2003).

A família Meliaceae é de origem asiática, possui muitas espécies que são fontes de princípios ativos com propriedades inseticidas e diferentes modos de ação em relação a muitas espécies de insetos (Rodriguez & Vendramim, 1996). Destaca-se, dentre estas, *A. indica*, conhecida popularmente como nim.

O nim possui alta capacidade como inseticida e é capaz de exercer diversos modos de ação sobre os insetos, tais como: inibição alimentar, inibição da síntese do ecdisônio, inibição da biosíntese da quitina, deformações em pupas e adultos, redução da fecundidade e longevidade de adultos, alterações na capacidade de atração dos feromônios, esterilização e inibição de oviposição, diminuição da transmissão de vírus e mortalidade (Mordue (Luntz) & Blackwell, 1993; Rodriguez & Vendramim, 1996).

Em casa de vegetação, Viana & Prates (2004) avaliaram os efeitos de diversas formas e dosagens de extratos de nim, combinando formas e número de aplicações, no controle de lagartas de *S. frugiperda*, demonstrando que a eficiência dos extratos de *A. indica* depende da interação entre estes diversos fatores. Contra *S. frugiperda* o extrato de nim mostrou alta eficiência de controle em laboratório, mas não competiu com os inseticidas sintéticos (De Jesus et al., 2004). Já contra a traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), além de eficiente, o óleo de nim teve controle semelhante aos inseticidas convencionais (Thuler et al., 2004).

A extensão dos efeitos e o tempo de ação são dependentes da dosagem utilizada, de maneira que a morte ocorre nas dosagens maiores e os efeitos menos intensos e mais duradouros nas dosagens menores (Cruz, 2000).

Como as plantas aromáticas produtoras de óleos essenciais têm sido importantes fontes de substâncias químicas com inúmeras atividades biológicas, o interesse em pesquisa por plantas com atividade inseticida vem crescendo com outras espécies, por exemplo, a mil folhas *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) e o tomilho *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae), que produzem óleos essenciais com atividades inseticidas (Castro et al., 2003).

O emprego de substâncias extraídas de plantas silvestres, na qualidade de inseticidas, tem inúmeras vantagens quando comparado ao emprego de sintéticos: os inseticidas naturais são obtidos de recursos renováveis e são rapidamente degradáveis, ou seja, não persistem no ambiente. O desenvolvimento da resistência dos insetos a essas substâncias – compostas da associação de vários princípios ativos – é um processo lento (Prates et al., 2003).

Dependendo da espécie vegetal e do tipo de utilização, os derivados pesticidas podem ser utilizados sob forma pura, em estado de maceramento, em forma de pós ou de extratos (especialmente em soluções aquosas), além de outras formas (Vendramim, 1997).

2.4 Principais características de *Azadirachta indica*

Dentre as espécies vegetais com atividade inseticida, a mais estudada é o nim, também conhecida como margosa, nativa das regiões áridas da Ásia e África, e que se encontra distribuída também na Austrália e América (Schmutterer, 1988; Mordue (Luntz) & Blackwell, 1993).

O nim é um arbusto oriundo da Índia e conhecido há 5.000 anos, apresenta atividade contra mais de 430 espécies de pragas (Martinez, 2002). Extratos dessa planta, amplamente usados na Índia, têm sido utilizados em cultivos orgânicos nos EUA, Austrália e em países da África e da América Central (Akhtar, 2000; Mojumder & Pankaj, 2000) e estão sendo estudados por pesquisadores brasileiros, para uso como produtos alternativos aos agrotóxicos, para controlar diversas pragas (Castro et al., 2003).

São árvores atrativas para insetos polinizadores, com grande quantidade de folhas sempre verdes, do tipo imparipenadas, alternadas, com folíolos de coloração verde-claro intenso, que caem somente em casos de seca extrema (Figura 3). As raízes penetram profundamente no solo, onde o local permite, e quando sofrem algum tipo de dano, produzem brotos. O sistema radicular da planta é composto por uma raiz pivotante, sua principal sustentação, possibilitando a retirada de água e nutrientes de grandes profundidades e de raízes laterais auxiliares (Mossini & Kimmelmeier, 2005).

As flores são pequenas, brancas, bissexuadas, brotam em feixes axiais, arranjando-se em inflorescências de cerca de 25 cm de comprimento; possuem um perfume semelhante ao mel e atraem muitas abelhas. Os frutos são lisos, glabros, elipsóides, com 1,5 cm x 2 cm de comprimento, de cor amarelada quando maduros, com uma polpa doce envolvendo as sementes, que são compostas por uma casca e um ou mais caroços. As sementes e as folhas são usualmente empregadas no controle de pragas (Mossini & Kimmelmeier, 2005).



Figura 3: Árvore de nim *Azadirachta indica*, Rio Largo/AL, dezembro 2008.

A árvore normalmente começa a fornecer frutos após 3-5 anos do plantio, com produção superando 25 kg/planta a partir do quinto ano. A produção de frutos ocorre principalmente entre julho e setembro, podendo ocorrer uma segunda florada entre novembro e janeiro. O nim é facilmente propagado, tanto sexualmente quanto vegetativamente, podendo ser plantado por meio de sementes, mudas, árvores novas, brotos de raiz ou tecido de cultura. Entretanto, o crescimento se mostra melhor em áreas com chuvas anuais de 800 - 1800 mm, solos arenosos, profundos e bem drenados, com pH entre 6,5 e 7,5 e temperaturas de 20 °C (Mossini & Kemmelmeier, 2005).

A planta é capaz de se proteger contra grande número de pragas por meio de uma grande quantidade de compostos bioativos. Seus principais elementos químicos são uma mistura de 3 ou 4 compostos correlatos, que podem ser modificados em mais de 20 outros menores, porém não menos ativos. No geral, esses compostos pertencem à classe dos produtos naturais conhecidos por triterpenos, mais especificamente limonóides. De fato, pelo menos 9 limonóides de nim têm demonstrado habilidade em bloquear o desenvolvimento de pragas agrícolas. Dentre esses, o limonóide ou tetranortriterpenóide azadiractina é o mais estudado e mais potente (Mossini & Kemmelmeier, 2005).

Esta substância tem efeito repelente, intoxicante, regula o crescimento e a metamorfose dos insetos, causa deterência alimentar, afeta a biologia, a oviposição e a viabilidade dos ovos (Neves & Nogueira, 1996).

Vijayalakshmi et al. (1996) afirmam que a propriedade mais importante do nim está relacionada ao impedimento alimentar do inseto. Quando uma lagarta entra em contato com uma folha, esta tende a se alimentar dela. Este impulso em se alimentar é proporcionado pelas glândulas do maxilar e os movimentos peristálticos no canal alimentar tornam-se acelerados e assim a lagarta sente necessidade de se alimentar da superfície da folha. Se a folha é tratada com um produto a base de nim, devido à presença de azadiractina haverá um movimento antiperistáltico no tubo digestivo que produzirá uma sensação semelhante a um regurgitar no inseto. Devido a esta sensação, o inseto não se alimentará ou reduzirá sua alimentação da superfície tratada com nim.

Apesar de os compostos bioativos presentes no nim serem encontrados em toda a planta, aqueles presentes primeiramente nas sementes e folhas são os que possuem compostos mais concentrados e acessíveis, facilmente obtidos por meio de processos de extração em água e solventes orgânicos como hidrocarbonetos, álcoois, cetonas ou éteres (Martinez, 2002).

3 Referências

AKHTAR, M. Nematicidal potential of the neem tree *Azadirachta indica* (A. Juss). **Integrated Pest Management**. v.5, p. 57-66, 2000.

ARAÚJO, R. A.; BADJI, C. A.; CORRÊA, A. S.; LADEIRA, J. A.; GUEDES, R. N. C. Impacto causado por deltametrina em coleópteros de superfície do solo associados à cultura do milho em sistemas de plantio direto e convencional. **Neotropical Entomology**, v.33, n.3, p.379-385, 2004.

BITTENCOURT, A. M. **O cultivo do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss): uma visão econômica**. Curitiba, 2006, 147p.. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná.

BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, p.665-669, 2003.

CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; GUERREIRO, M. C.; MUNIZ, F. R.; BALIZA, D. P. **Identificação química do óleo essencial de *Achillea millefolium* L. e “*Thymus vulgaris*”** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA., Ouro Preto, v.63, p. 432, 2003.

CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; SANTOS, N. M.; BALIZA, D. P. Não-preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v.8, n.4, p.27-32, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9graos_08.09.pdf. Acesso em: 18 de junho de 2009.

COSTA, J. M.; SANTOS, Z. F. A. F.; CORREIA, J. S. **Pragas da cultura do milho e meios de controle**. Bahia: EPABA, v.2, 19p. (Circular Técnica, 8), 1984.

CRUZ, I. & TURPIN, F. T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) to mid-whorl growth stage of corn. **Journal of Economic Entomology**, v.76, p.1052-1054, 1983.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, v.2, 45p., (Circular Técnica, 21). 1995.

CRUZ, I. **Lagarta-do-cartucho: enfrente o principal inimigo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Cultivar Grandes Culturas, v.21, 68p., 1999.

CRUZ, I. **Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. In: Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, v.7, p.111-135, 2000.

CRUZ, I. Principais inimigos naturais da lagarta-do-cartucho. **Correio Agrícola**, v.3, p.15-19, 1996.

CRUZ, I.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; VALICENTE, F. H. **Pragas: diagnóstico e controle**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS: Arquivo Agrônomo, n. 2, set/95 (2ª ed.). p.10-14, 1995.

DE JESUS, F. G.; PORTILHO, T. G.; MARUYAMA, L. C. T.; FIGUEIREDO FILHO, H. G. Estudo da ação de produtos químicos, biológicos e plantas inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho *Zea mays* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Resumos, 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, p.273, 2004.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Cultivo do Milho: economia da produção**. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: 15 abr. 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, v.18, 360p., 2000.

FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, v. 34, n. 2, p.197-202, 2006.

FERNANDES, O. D. **Efeito do milho geneticamente modificado (Mon810) em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma* spp.** Piracicaba, 2003, 143p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

FNP Consultoria & Comércio. **Agrianual 2002**: Anuário de agricultura brasileira. São Paulo, p.78, 2002.

GALINAT, W. C. The origin of maize: grain of humanity. New York: **New York Botanical Garden Journal**, v. 44, p.3-12, 1995.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p., 2002.

GUIMARÃES, P. S. **Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais**. Campinas, 2007, 111p. Dissertação (Mestrado em agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas.

HOLLAND, J. M.; WINDER, L.; PERRY J. N. The impact of dimethoate on the spatial distribution of beneficial arthropods in winter wheat. **Annals of Applied Biology**. v. 136, p. 93-105, 2000.

MAIRESSE, L. A. S. **Avaliação da bioatividade de extratos de espécies vegetais, enquanto excipientes de aleloquímicos**. Santa Maria, 2005, 340p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

MARGNI, M.; ROSSIER, D.; CRETZAZ P.; JOLLIET O. Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 93, n.1-3, p.379-392, 2002.

MARTINEZ, S. S. **O Nim (*Azadirachta indica*): natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina, IAPAR Instituto Agronômico do Paraná, 142p., 2002.

MOJUMDER, V.; PANKAJ, C. G. Use of neem formulations for nematode management in okra. **Annals of Plant Protection Sciences**, v.13, p.42-110, 2000.

MORDUE (LUNTZ), A. J.; BLACKWELL, A. Review of the activity of azadirachtin. **Journal of Insect Physiology**, v.39, n.11, p.903-924, 1993.

MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER, C. A árvore nim (*Azadirachta indica* A. Juss.): múltiplos usos. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v.24, n.1, p.139-148, 2005.

NEVES, B. P.; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim Indiano (*Azadirachta indica* A. Juss)**. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, v.39, 32p., (Circular Técnica, 28). 1996.

NORRIS, R. F.; CASWELL-CHEN, F. P.; KOGAN, M. **Concepts in integrated pest management**. New Jersey: Prentice Hall, 586p., 2003.

PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de folha de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.3, p. 437-439, 2003.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad the extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, v.42, p.14-22, 1996.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v.1, n.2, p.43-50, 2001.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito residual do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1049-1054, 2006.

SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, v.34, p.713-719, 1988.

SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae) em genótipos de milho**. Piracicaba, 2002, 93p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SILVA, A. B.; BESERRA, E. B.; DANTAS, J. P. Utilização de *Metarhizium anisopliae* e extratos vegetais para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.1, p.77-85, 2008.

SILVA, R. F.; CROCOMO, W. B. Quase letal. **Cultivar: Grandes Culturas**, Porto Alegre, p. 24-26, 2007.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.398-403, 2000.

THULER, R. T.; BORLOLI, S. A. S.; LOPES, B. S. Toxicidade de inseticidas vegetais e químicos para *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Resumos, 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, p.338, 2004.

VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R. Levantamento dos inimigos naturais da lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na Região de Cascavel, PR. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.34, p.119-130, 1999.

VENDRAMIM, J. D. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE AGRICULTURA ORGÂNICA. **Palestras...** Campinas: Fundação Cargill, p.64-69, 1997.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas **In: Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Ed. Pallotti, p. 113-128, 2000.

VENDRAMIM, J. D.; SILVEIRA, L. C. P.; ROSSETTO, C. J. Não-Preferência para Alimentação da Lagarta-do-Cartucho em Milho. **Bragantia**, vol. 57 n. 1, p.219-238, Campinas, 2005.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Efeito da aplicação de nim utilizando diferentes bicos e números de aplicações para o controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, no milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Resumos 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, p.559, 2004.

VIJAYALAKSHMI, K.; SUBHASHINI, B.; SHIVANI K. Plants in Pest Control: Persian Lilac. Centre for Indian Knowledge Systems, Chennai, 30p., 1996.

WAQUIL, J. M.; FERREIRA VILLELA, F. M.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.1-11, 2002.

WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M. Registration of Mp705, Mp706 and Mp707 germplasm lines of maize. **Crop Science**, v.24, p.1217, 1984.

Bibliografia elaborada segundo as orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – 6023, Agosto/2002) e das instruções para submissão de trabalhos no periódico da Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Capítulo I

Toxicidade da folha e da torta da semente de nim sobre a lagarta-do-cartucho em milho

Resumo – O objetivo foi avaliar a toxicidade de extratos aquosos de folhas e torta da semente de nim *Azadirachta indica* A. Juss., em laboratório, sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho. Na determinação da CL₅₀ utilizou-se a análise de Probit, sendo observada em duas épocas distintas. Realizou-se um fatorial 2x2+1 para avaliar dados de biometria do inseto, aplicando-se o teste de Tukey e regressões para mortalidade. Cinco dias após a aplicação dos extratos os valores estimados da CL₅₀ para os extratos aquosos de folha e torta de nim foram de 0,38% (m/v) e 0,31% (m/v), respectivamente. Houve diferença significativa entre os extratos aquosos testados, tanto aos 5 como aos 10 dias após a primeira aplicação. Lagartas de *S. frugiperda* são mais susceptíveis ao extrato aquoso de torta de nim do que ao extrato aquoso da folha em relação à mortalidade. Também ocorreram diferenças significativas entre as épocas de avaliação em relação ao comprimento das lagartas, largura da cabeça e peso. O extrato aquoso da torta de nim em baixas concentrações ocasiona alta mortalidade e em altas concentrações tende à estabilidade.

Termos para indexação: *Spodoptera frugiperda*, controle alternativo, plantas inseticidas, Meliaceae.

The leaf and neem seed pie toxicity on the fall armyworm in maize

Abstract – The objective was to evaluate the toxicity of aqueous leaf extracts and neem seed pie of *Azadirachta indica* A. Juss., in laboratory, on *Spodoptera frugiperda* worm fed with maize leaves. In the determination of the CL₅₀, the analysis of Probit was used, being observed at two distinct season. A 2x2+1 factorial was done to evaluate biometric data of the insect, applying the Tukey test and regressions to mortality. Five days after the application of extracts, the estimated values of the CL₅₀ for aqueous extracts of neem leaf and pie were of 0.38% (m/v) and 0.31% (m/v), respectively. There was significant difference between the tested aqueous extracts, as much to the 5 as to the 10 day after the first application. The *S. frugiperda* worms are more susceptible to the neem aqueous leaf extract than to the aqueous pie extract in relation to mortality. There also occurred significant differences between the occasions of evaluation in relation to the length of the worm, width of the head and weight. The aqueous extract of the neem pie in low concentrations causes high mortality and in high concentrations, the stability tends.

Index Terms: *Spodoptera frugiperda*, alternative control, insecticidal plants, Meliaceae.

1 Introdução

De existência milenar, o milho representa um dos principais cereais em todo mundo e é cultivado em pequenas, médias e grandes propriedades. No Brasil, é considerada cultura de expressão nacional, de importância social e econômica, presente de norte a sul do país (Oliveira et al., 2007).

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) ataca diversas culturas, sendo considerada a mais importante praga de milho nas condições do Brasil, causando prejuízos aos agricultores (Gallo et al., 2002).

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, aparecimentos de populações de pragas resistentes aos inseticidas, entre outros efeitos diretos e indiretos (Roel et al., 2000).

Além disso, os inseticidas utilizados pelos produtores estão perdendo a eficácia devido à resistência dos insetos, correndo sérios riscos de serem proibidos. Assim a busca por inseticidas naturais, menos persistentes no ambiente e nos alimentos, com menor toxicidade a mamíferos e maior seletividade vem crescendo rapidamente (Castro et al., 2006). Entretanto, devido ao alto custo dos inseticidas e seu efeito poluidor no meio ambiente, causando desequilíbrio biológico, o controle desta praga através do uso de extratos vegetais pode vir a ser uma alternativa viável de controle (Góes et al., 2003).

Dentre as várias espécies de meliáceas, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), popularmente denominada de nim, tem sido muito estudada quanto às suas propriedades e quanto ao seu potencial inseticida, sendo uma das mais promissoras como fonte de inseticida botânico (Roel et al., 2000).

Segundo Martinez (2002), o nim apresenta uma série de compostos limonóides, dentre os quais a azadiractina é o que ocorre em maior concentração e que apresenta maior atividade tóxica aos insetos. É utilizada principalmente na forma de óleo ou de extratos aquosos ou orgânicos.

Os frutos são a principal fonte de azadiractina, entretanto, a casca, as folhas e o óleo das sementes também possuem essa ação (Bruneton, 1995). Embora as folhas tenham menor quantidade de ingredientes ativos, são produzidas em abundância nas condições brasileiras. Estudos mostraram acentuada atividade inseticida de extratos aquosos de folhas de nim sobre lagartas de *S. frugiperda* (Viana & Prates, 2003). De acordo com trabalho realizado por Salles & Rech (1999), tratamento com torta de nim sobre fêmeas com idade indeterminada de *Anastrepha fraterculus* (Weid.) (Diptera: Tephritidae) ocasionou redução geral no número médio de ovos por fêmea, em comparação com a testemunha.

Trabalhos com a utilização do nim como planta inseticida eficiente no controle de *S. frugiperda* já foram descritos na literatura (Silva, 1999; Simmonds, 2000), principalmente com o uso de partes da planta na forma de extratos a base de solventes (água, álcool, éter, acetato, entre outros). A maioria destes trabalhos com o nim utiliza o óleo da semente e o pó de folhas, flores e ramos, porém trabalhos que utilizam a torta (resíduo da semente após a extração do óleo) como inseticida ainda são pouco explorados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de extratos aquosos de folhas e torta da semente de nim *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) em lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho.

2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), em Rio Largo - AL, aos 9°27'06''Sul e 35°49'05'' Oeste. Durante o período de condução do bioensaio (3 a 16 de dezembro de 2008) a temperatura média foi de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, com umidade relativa de $75 \pm 5\%$ e fotofase de 12h.

As lagartas de *S. frugiperda* foram oriundas de criação em laboratório a partir de posturas coletadas em campo. Essas posturas foram colocadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura) sobre papel filtro umedecido com água destilada. Após a eclosão, as larvas permaneciam nestas placas, sendo alimentadas com porções de folhas de milho (2 cm x 4 cm) da variedade BR 106 EMBRAPA provenientes de plantio livre de inseticidas. Na fase de pupa, os insetos foram alojados em tubos de PVC (20 cm de diâmetro x 30 cm de altura), forrados internamente com papel manteiga, aguardando a emergência e o acasalamento de adultos. O tubo era coberto com placa de vidro e para alimentação dos adultos foi utilizada solução de açúcar e água destilada a 10%. Apenas os insetos oriundos da segunda geração foram usados no bioensaio.

A coleta de folhas de nim para o preparo do pó foi realizada no CECA/UFAL, em uma planta que já havia florado por pelo menos duas vezes durante seu ciclo de vida, garantindo a presença do princípio ativo. A planta foi identificada pelo herbário MAC do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas, com o registro sob o número MAC 34904. As folhas foram secas à sombra, ao ar livre, e em seguida, em estufa a 65°C por 48h. Posteriormente, foi triturado em moinho de facas tipo Willye, até a obtenção de pó com baixa granulometria.

O pó da torta de nim foi fornecido pela Usina Cruangi, localizada em Timbaúba/PE, o qual foi obtido após a secagem e prensagem das sementes para extração do óleo. Os pós foram armazenados em frascos de vidro hermeticamente fechados.

Na preparação dos extratos aquosos, os pós foram misturados à água destilada, utilizando-se a proporção de 100 g de cada pó para 900 mL de água, colocando-se em

recipiente Becker, permanecendo em repouso por 24 h, homogeneizando-se após 12 h de descanso e protegido da luz. Em seguida, a suspensão foi filtrada em peneira fina para a obtenção do extrato aquoso (solução usada no experimento).

Para o bioensaio utilizaram-se 144 placas de Petri (5 cm de diâmetro x 2 cm de altura), colocando-se, internamente, papel filtro umedecido com água destilada. Nessas placas foi inoculada uma lagarta recém-eclodida (primeiro ínstar), proveniente da criação do laboratório, sobre uma porção de folha de milho (2 cm x 4 cm), anteriormente imersa em seus devidos tratamentos durante 2 segundos e secas sobre papel absorvente durante 10 minutos. Sendo assim, os tratamentos utilizados foram: extratos aquosos de folha e torta de nim com 4 concentrações (0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0%) com adição de água destilada e DMSO (Dimetilsulfóxido) (1%), além da testemunha (água destilada + DMSO). O DMSO atua como solvente orgânico e facilita a penetração e difusão dos extratos na lagarta.

As placas foram distribuídas em uma bancada e divididas em 2 tratamentos com 4 concentrações cada, incluindo-se também a testemunha. Após a implantação do bioensaio, a substituição da fonte alimentar foi feita a cada 2 dias, sendo que as folhas foram tratadas somente no primeiro e quinto dias.

O bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 16 repetições por concentração, considerando cada lagarta uma repetição. Os dados de mortalidade (concentração-resposta) foram submetidos à análise de Probit (Proc Probit), utilizando-se o Programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2002). A mortalidade associada a cada tratamento foi corrigida utilizando-se a fórmula de Abbott (1925), devido às causas naturais de mortalidade e, depois estimadas as CL_{50} das concentrações de cada tratamento em 5 e 10 DAA (dias após a aplicação) na detecção de toxicidade em relação a *S. frugiperda*. O teste utilizado para o ajuste de Probit foi o qui-quadrado de Pearson com $P > 0,05$.

Após a correção de mortalidade, expressa em porcentagem, realizou-se análise de regressão (ANAREG) para avaliações feitas aos 5 e 10 DAA, também utilizando o Programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2002) e para a confecção de gráficos o Programa Microsoft Office Excel 2003®.

Para avaliar a biometria do inseto (comprimento, largura da cabeça e peso) realizou-se um esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ somente na concentração de 2,0% com 16 repetições, onde o primeiro fator foi a época de avaliação: 5 e 10 DAA; e o segundo

fator foram os tratamentos: 1) folha de nim; 2) torta da semente de nim; 3) testemunha.

Os dados foram transformados em raiz quadrada de $x+0,5$ e submetidos à análise de variância (teste F) e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade pelo Programa Sisvar versão 5.1 (Ferreira, 2007). As medições do comprimento e largura da cabeça da lagarta foram feitas com o auxílio de um paquímetro e a medição do peso com uma balança analítica.

3 Resultados e Discussão

As curvas de concentração-mortalidade não apresentaram coeficientes angulares com valores aproximados entre os extratos aquosos de partes vegetativas de nim (Tabela 1), demonstrando que as lagartas de *S. frugiperda* não responderam de forma homogênea para cada inseticida aplicado, e isto, ocorreu tanto aos 5 DAA como para os 10 DAA. Em geral, as curvas de concentração-mortalidade do extrato aquoso com folha de nim foram as que apresentaram a maior inclinação entre os inseticidas testados.

Os valores estimados da CL_{50} , através da análise de Probit aos 5 DAA para os extratos aquosos de folha de nim e da torta de nim evidenciaram que lagartas de *S. frugiperda* são mais suscetíveis ao extrato aquoso da torta de nim do que o extrato aquoso da folha de nim. Isto pode ser atribuído ao maior teor de azadiractina, considerado o mais potente dos limonóides, ou aos tetranortriterpenóides com atividade tóxica a artrópodes, pois 90% da azadiractina fica concentrada na torta de nim após prensagem das sementes (Brechelt & Fernández, 1995). Contudo, menor valor da CL_{50} indica maior toxidez e, conseqüentemente, menor quantidade do extrato para matar 50% dos indivíduos.

Tabela 1: Dados de inclinação \pm EP das curvas de concentração-mortalidade CL_{50} , X^2 , probabilidade dos extratos aquosos de *Azadirachta indica* (5 e 10 DAA) em lagartas de *Spodoptera frugiperda*, Rio Largo/AL, dezembro de 2008*.

Extrato Aquoso	DAA	GL ¹	n ²	Inclinação \pm EP	CL_{50} (IC _{95%}) ³ (g.L ⁻¹)	X^2	P ⁴
Folha	5	3	16	2,03 \pm 0,84	0,38 (0,19 – 1,75)	1,53	0,46
Torta		3	16	1,61 \pm 0,78	0,31 (0,10 – 4,62)	0,73	0,69
Folha	10	3	16	2,33 \pm 0,83	0,26 (0,11 – 0,73)	0,79	0,67
Torta		3	16	1,64 \pm 0,76	0,25 (0,05 – 2,45)	1,76	0,41

* EP: Erro-padrão; CL: Concentração letal; X^2 : Qui-quadrado; DAA: Dias após aplicação.

¹ GL: Graus de liberdade.

² n: Número de insetos utilizados no teste.

³ IC: Intervalo de confiança.

⁴ P: Probabilidade > 0,05.

A diferença observada na inclinação da curva de concentração-mortalidade entre os inseticidas utilizados deveu-se, ao fato de que nas maiores concentrações do tratamento com torta de nim (1,5 e 2,0%) ($X^2=4,28$; $GL=3$; $P=0,0385$), tenderam a estabilidade na mortalidade das larvas, enquanto que no tratamento com folha de nim ($X^2=5,72$; $GL=3$; $P=0,0167$) a tendência era de um acréscimo na mortalidade, mostrando que pequenas variações na concentração do inseticida com folha de nim ocasionaram maiores variações na mortalidade.

Já os valores estimados de CL_{50} , através da análise de Probit acumulada aos 10 DAA para os extratos aquosos de folha de nim e da torta de nim mostraram que as aplicações acumuladas dos inseticidas precisaram de menores concentrações (Tabela 1). Esses valores de CL_{50} podem ser reduzidos, devido à aplicação acumulada de inseticida nos mesmos insetos.

Além disso, observou-se neste bioensaio, o efeito insetistático nas lagartas de *S. frugiperda*, pois muitas delas apresentaram suas exúvias na parte terminal do corpo, sem conseguirem liberá-las totalmente, e isto foi verificado nos dois tratamentos à base de nim (Figura 1). Esse efeito do nim sobre o inseto foi descrito por Mordue & Nisbet (2000) como deterrente de alimentação, interferindo principalmente na fisiologia da ecdise e no processo celular, podendo resultar na morte do inseto.

Na verificação do efeito dos extratos aquosos de nim por épocas de avaliação, constatou-se que aos 5 DAA não houve diferença significativa entre os tratamentos nos três parâmetros biométricos avaliados em relação ao inseto (comprimento das lagartas, largura da cabeça e peso) (Tabela 2). De acordo com trabalho realizado por Oliveira et al. (2007), na primeira avaliação feita 3 DAA de extratos aquosos de nim, não foram observadas diferenças significativas entre as porcentagens de plantas atacadas por *S. frugiperda*, demonstrando que todos os tratamentos estavam iguais entre si e entre a testemunha.



Figura 1: Lagarta de *S. frugiperda* apresentando a exúvia presa à parte terminal do corpo. Rio Largo/AL, dezembro de 2008.

Tabela 2: Avaliação de extratos aquosos de *Azadirachta indica* sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* em duas épocas de avaliação, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.

Tratamentos	5 DAA ²			10 DAA ^{1,2}		
	CL ³ (cm)	LC ⁴ (mm)	Peso (mg)	CL (cm)	LC (mm)	Peso (mg)
Torta	0,3000 A	0,0664 A	0,0011 A	1,1312 B	0,1344aB	0,0433aB
Folha	0,2875 A	0,0590 A	0,0013 A	1,2125 B	0,1266abB	0,0554abB
Testemunha	0,4500 A	0,0924 A	0,0021 A	1,4062 B	0,1761bB	0,0768bB
F	3,23 ^{ns}	2,49 ^{ns}	0,28 ^{ns}	2,16 ^{ns}	3,52*	4,25*
Média Geral	0,3458A	0,0726A	0,0015A	1,2500B	0,1457B	0,0585B
CV (%)	21,55	23,00	48,02	-	-	-

¹DAA: Dias após aplicação dos inseticidas.

²Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

³CL: Comprimento da lagarta.

⁴LC: Largura da cabeça.

Na segunda época de avaliação, que foi aos 10 DAA com o acúmulo de uma aplicação, houve diferença significativa somente nos parâmetros largura da cabeça e peso das lagartas, sendo que o extrato de torta de nim diferiu da testemunha e, o extrato de folha de nim foi semelhante aos dois tratamentos. Oliveira et al. (2007), obtiveram resultados semelhantes com o uso de extrato aquoso de nim a 5% em relação à mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*.

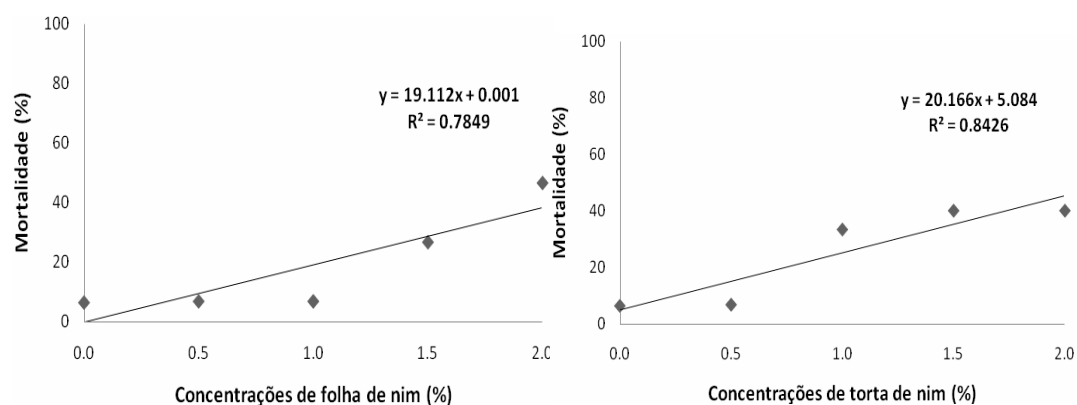
Para as variáveis analisadas como o comprimento da lagarta, largura da cabeça e peso do inseto, houve interação significativa entre as épocas de avaliação e os tratamentos testados, ou seja, a toxidez dos extratos afetou a biometria das lagartas de *S. frugiperda* aos 5 DAA diferente dos 10 DAA. Esta diferença pode ser notada na largura da cabeça e no peso do inseto aos 10 DAA. Silva (1999) demonstrou que a eficiência dos inseticidas, no controle de *S. frugiperda*, em milho, varia em função da época, do modo de aplicação e do volume de calda aplicado, sendo menor em épocas tardias. No geral, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos somente quando comparados com a testemunha, sendo que os dois extratos aquosos não diferiram entre si.

No período de avaliação considerado, houve variação significativa na porcentagem de mortalidade somente nas concentrações dos dois extratos aquosos utilizados. A testemunha praticamente não alterou (Tabela 3).

Tabela 3: Porcentagem da mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* após aplicação dos extratos aquosos de *Azadirachta indica*, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.

Tratamentos	Concentração (%)	Mortalidade (%)	
		5 DAA	10 DAA
Testemunha	-	6,25	6,67
	0,5	6,67	6,67
	1,0	6,67	13,33
	1,5	26,67	40,00
	2,0	46,67	53,33
	0,5	6,67	13,33
Torta	1,0	33,33	40,00
	1,5	40,00	46,67
	2,0	40,00	46,67

Para avaliação do extrato aquoso com folha de nim aos 5 DAA, da testemunha até a concentração de 1,0% houve uma mortalidade máxima de 6,67% ($F_{1,3}=11,16$; $P<0,0444$) (Figura 2), sendo a mesma considerada muito baixa para este tratamento, apesar das baixas concentrações utilizadas, pois as lagartas durante este período (primeiros ínstars) possuem baixa resistência aos inseticidas aplicados, pois Viana & Prates (2005) observaram, ainda, que lagartas recém-eclodidas alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato de nim por poucos dias apresentaram alta mortalidade.

**Figura 2:** Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* tratadas aos 5 DAA com extrato aquoso de nim, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.

A partir da concentração de 1,0% houve um aumento de 4 vezes na mortalidade, passando de 6,67% para 26,67% na concentração seguinte. Viana & Prates (2003), utilizando extrato aquoso de folhas de nim 1%, constataram que a mortalidade de lagartas recém-eclodidas foi baixa nos primeiros três dias após o início da alimentação e alta aos dez dias.

Para avaliação do extrato aquoso com torta de nim aos 5 DAA houve baixa mortalidade 6,67% ($F_{1,3}=16,06$; $P<0,0279$) até a concentração de 0,5%, ou seja, ocorreu uma antecipação de concentração no acréscimo de mortalidade, quando comparado com o extrato aquoso de folha de nim, que somente demonstrou acréscimos significativos após a concentração de 1%. Entre as duas concentrações (0,5 e 1,0%) houve um acréscimo de 5 vezes na mortalidade. Também foi observada uma correlação positiva entre o aumento das concentrações e a mortalidade das lagartas por meio da linearidade da regressão nos dois tratamentos testados (Figura 2).

Aos 10 DAA com extrato aquoso com folha de nim, a avaliação da mortalidade das lagartas apresentou as mesmas características da avaliação feita aos 5 DAA, sendo que a mortalidade na concentração de 1% foi de 13,33% ($F_{1,3}=21,22$; $P<0,0192$), duas vezes maior que a concentração a 0,5% nesta época de avaliação, além da correlação positiva pelo modelo linear entre a mortalidade e as concentrações utilizadas ($y=24,437x+0,01$; $R^2=0,8745$) (Figura 3).

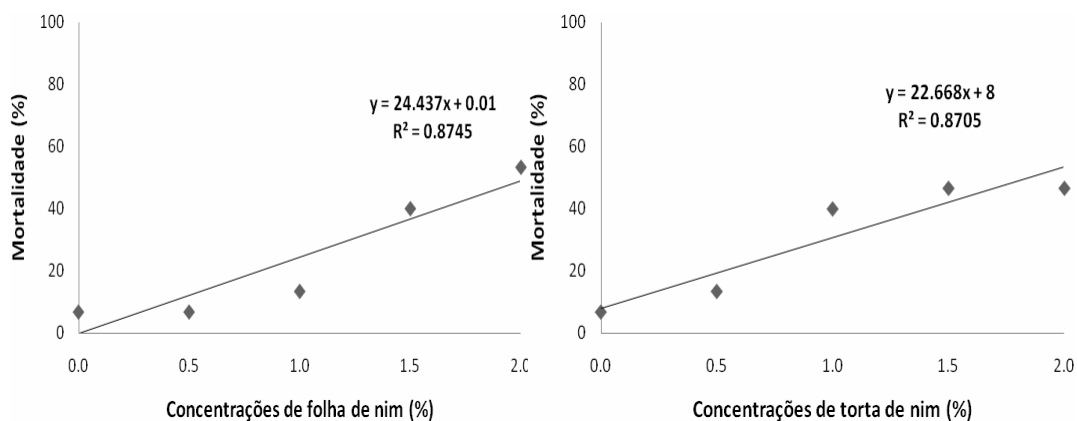


Figura 3: Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* aos 10 DAA com extrato aquoso de nim, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.

Apesar da folha de milho ter sido imersa em solução com inseticida botânico por dois segundos, acredita-se que os insetos ainda conseguiam encontrar espaços livres do extrato, permitindo estas variações na mortalidade durante os primeiros ínstares, pois a lagarta ainda conseguia se alimentar destes espaços, conferindo-lhe menor suscetibilidade.

Para avaliação do extrato aquoso com torta de nim aos 10 DAA houve mortalidade de 13,33% ($F_{1,3}=20,16$; $P<0,0206$) na concentração de 0,5%, sendo o dobro da mortalidade do extrato aquoso com folha de nim quando comparado com a mesma concentração e mesmo período de avaliação. Na concentração de 2,0%, o extrato com torta de nim obteve mortalidade de 46,67%, sendo menor do que o tratamento com folha de nim, que alcançou uma mortalidade de 53,33% com esta mesma concentração e mesmo período de avaliação. A correlação positiva entre a mortalidade e as diferentes concentrações também foi verificada para este tratamento nos 10 DAA.

Aos 10 DAA houve uma tendência para a estabilidade na mortalidade das lagartas e em seguida um decréscimo da mesma. De acordo com Martinez & Emden (2001), esse processo irá requerer algum tempo para ser desencadeado e atuar sobre o inseto, resultando em baixa mortalidade no final da fase larval e alta mortalidade na fase de pupa.

4 Conclusões

1. Lagartas de *S. frugiperda*, em laboratório, são mais suscetíveis ao extrato aquoso com torta de nim do que ao extrato aquoso com folha de nim, em relação à mortalidade.

2. Há diferença entre as duas épocas de avaliação e os extratos aquosos testados não diferem entre si em relação ao comprimento das lagartas, largura da cabeça e peso.

3. O extrato aquoso com torta de nim na concentração de 2,0% tende a estabilidade da mortalidade, enquanto que o extrato aquoso com a folha de nim tem-se o aumento da mesma.

5 Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Manasha, v.18, n.1, p.265-267, 1925.

BRECHELT, A.; FERNÁNDEZ, C. L. El nim: un árbol para la agricultura y el medio ambiente. San Domingo: Fundación Agricultura y Medio Ambiente, 133p.,1995.

BRUNETON, J. Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Andover: Intercept/Paris: Lavoisier, 915p., 1995.

CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; SANTOS, N. M.; BALIZA, D. P. Não-preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L.. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.4, p.27-32, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar. UFLA, Lavras, 2007.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p., 2002.

GÓES, G. B.; NERI, D. K. P.; CHAVES, J. W. N.; MARACAJÁ, P. B. Efeito de extratos vegetais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 16, n.1/2, p.47-49, 2003.

MARTINEZ, S. M.; EMDEN, H. F. V. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Baisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n.1, p.113-125, 2001.

MARTINEZ, S.S. **O Nim (*Azadirachta indica*): natureza, usos múltiplos, produção.** Londrina, IAPAR Instituto Agronômico do Paraná, 142p., 2002.

MORDUE, A. J.; NISBET, A. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n.4, p.615-632, 2000.

OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.326-331, 2007.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.53-58, 2000.

SALLES, L. A. B.; RECH, N. L. Efeito de extratos de nim (*Azadirachta indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Weid.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.3, p. 225-227, 1999.

SAS INSTITUTE. **Getting Started with the SAS Learning Edition.** Cary, NC: SAS Institute, 2002.

SILVA, M. T. B. Fatores que afetam a eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* Smith em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, p.383-387, 1999.

SIMMONDS, M. S. J. Molecular – and chemo-systematics: do they have a role in agrochemical discovery. **Crop Protection**, Oxford, v. 19, n. 8, p. 591-596, 2000.

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**, v.4, n.3, p.316-322, 2005.

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, p. 69-74, 2003.

Capítulo II

Atividade inseticida de extratos aquosos de nim em diferentes vias de aplicação sobre a lagarta-do-cartucho

Resumo – O objetivo foi avaliar em telado o efeito de folha e torta de nim, em três vias de aplicação sobre *Spodoptera frugiperda*, em plantas de milho. Os tratamentos foram: 1) folha de nim em aplicações: foliar-pó, foliar-líquida e solo; 2) torta de nim em aplicações: foliar-pó, foliar-líquida e solo; 3) testemunha. Realizou-se a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e Kruskal-Wallis (comparações com teste S-N-K) a 5% de significância. Torta de nim na via foliar-líquida foi o tratamento que obteve a menor nota de danos com 2,08 na escala de notas, não conseguindo diferir do extrato aquoso da torta na via solo. Na análise da área foliar após o consumo da folha +3, observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos com torta na via foliar-líquida (93,86 cm²) em relação ao tratamento testemunha (66,46 cm²). O extrato com torta obteve os menores comprimentos larvais. Em relação à largura da cabeça os melhores tratamentos foram: torta na via foliar-pó e líquida; e folha nas três vias testadas. Inseticida natural à base de torta foi o mais eficiente no controle de lagartas de *S. frugiperda*. A via foliar em pó foi a menos eficiente.

Termos para indexação: *Zea mays*, *Spodoptera frugiperda*, Meliaceae, torta.

Insecticidal activity of aqueous extracts of neem in different way of application on the fall armyworm

Abstract – The objective was to evaluate in greenhouse the effect of neem leaf and pie, in three ways of application on *Spodoptera frugiperda*, in maize plants. The treatments were: 1) neem leaf in applications: leaf-powder, leaf-liquid and soil; 2) neem pie in applications: leaf-dust, leaf-liquid and systemic; 3) control. The variance analysis was carried out, the measurements being compared by the Tukey and Kruskal-Wallis test (comparisons with test S-N-K) at 5% of significance. Neem pie in the leaf-liquid way was the treatment that got the lowest note of damages with 2.08 in the note scale, unable to differ from the aqueous extract of the pie in the soil way. In the analysis of the leaf area, after the consumption of the +3 leaf, there was observed that a significant difference between the treatments with pie in the leaf-liquid way (93.86 cm²) in relation to the control treatment (66.46 cm²). The extract with pie obtained the smallest larval length. In relation to the width of the head, the best treatments were: pie in the way leaf-dust and liquid; e leaf in the three tested ways. Natural insecticide based on pie was the most efficient in the control of *S. frugiperda* worm. The leaf way in powder was the least efficient.

Index terms: *Zea mays*, *Spodoptera frugiperda*, Meliaceae, pie.

1 Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada a praga mais importante de milho no Brasil. O seu ataque ocorre em todos os estádios de desenvolvimento do milho, podendo as perdas reduzir a produção em até 38%. O controle dessa lagarta tem sido realizado com inseticidas sintéticos, geralmente de custo elevado, com alta toxicidade e contaminação ambiental (Viana et al., 2006).

A limitação do uso de inseticidas na agricultura é um dos fatores decisivos para reduzir a contaminação do meio ambiente, dos alimentos e do homem. Além disso, o efeito residual e a não seletividade aos inimigos naturais têm inviabilizado a utilização de alguns inseticidas (Almeida et al., 2003).

Algumas vantagens do uso de extratos vegetais, como a menor probabilidade de desenvolvimento de resistência pelos insetos, compatibilidade com outros métodos de controle e menor toxicidade a mamíferos, são apontadas por Gallo et al. (2002). Porém, os estudos feitos até o momento, apesar dos resultados promissores, apontam para uma série de limitações ao uso de extratos vegetais em programas de controle de pragas agrícolas. Por isso, certamente, muitos outros estudos ainda devem ser desenvolvidos tanto em laboratório quanto em campo (Costa et al., 2004).

Nas pesquisas com extratos vegetais, o nim *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) tem sido utilizado como padrão de controle, pois seus efeitos são bastante conhecidos e já existem formulações comerciais aplicadas na forma convencional para o controle de insetos. Nos estudos de laboratório, os extratos vegetais têm sido aplicados de forma tópica sobre insetos (Raguraman & Singh, 1998), misturada às dietas (Raguraman & Singh, 1999; Rodríguez & Vendramim, 1996) ou, então, posturas (Boff & Almeida, 1996) e em alimentos que são imersos por determinados períodos nos extratos (Roel et al., 2000).

Góes et al. (2003), testando diferentes extratos vegetais no controle de *S. frugiperda* constataram que houve diferença entre as médias

de mortalidade, e o extrato de nim *A. indica* foi mais eficiente no controle desse inseto-praga.

Grande parte dos extratos utilizados nas pesquisas é obtida a partir da secagem de diferentes estruturas vegetais, como folhas, flores, frutos, raízes, ramos e sementes. Além disso, devem ser feitos estudos sobre a composição de diferentes partes e resíduos vegetais, bem como sobre o cultivo de plantas inseticidas (Costa et al., 2004). Um dos resíduos mais promissores pode ser a torta de nim oriunda da extração do óleo da semente por indústrias que produzem este óleo como inseticida.

Os inseticidas com ação de contato, normalmente usados para o controle de *S. frugiperda*, muitas vezes não conseguem atingir o inseto, devido ao seu comportamento, principalmente nos últimos ínstares larvais, onde o mesmo consegue se esconder entre as folhas jovens dentro do cartucho da planta. Outros fatores além destes são descritos por Palumbo & Kerns (1994) em que este fato está na dependência da arquitetura da planta e da atividade química do inseticida. A aplicação de produtos via solo com ação sistêmica tem grande vantagem pela translocação do composto ativo para todas as partes da planta, além de serem seletivos aos inimigos naturais.

O efeito sistêmico da torta, extratos da semente de nim e de formulações à base de azadiractina, aplicados ao solo para o controle de pragas foi relatado em outros estudos (Gonçalves et al., 2003; Souza, 2004). O comportamento alimentar e picadas de prova dos pulgões *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758), *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) foram afetados pela azadiractina em aplicações sistêmicas (West & Mordue (Luntz), 1992). Esse efeito vem sendo estudado em insetos sugadores de seiva, necessitando de pesquisas que avaliem o efeito sistêmico da torta de nim em insetos desfolhadores como a lagarta-do-cartucho.

Sendo assim, este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de folha e torta de nim, em três vias diferentes de aplicação, no controle de *S. frugiperda*, em plantas de milho.

2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no telado do Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), em Rio Largo - AL, aos 9°27'06''Sul e 35°49'05'' Oeste. Durante o período de condução do bioensaio (21 de novembro a 20 de dezembro de 2008) a temperatura média foi de $34 \pm 2^\circ\text{C}$, com umidade relativa de $66 \pm 5\%$ e fotofase de 12h.

O milho foi cultivado em copos reutilizáveis confeccionados a partir de garrafas PET descartáveis com capacidade para 700 mL, preenchendo-se com substrato numa mistura à base de torta de filtro de cana-de-açúcar com bagaço de coco triturado na proporção de 2:1. Utilizou-se a variedade BR 106 da EMBRAPA com duas sementes por copo. O desbaste foi feito 15 dias após a semeadura. Aos 18 dias após a semeadura realizou-se a infestação com lagartas de 1º instar (24 h após eclosão) nas plantas de milho, distribuindo-se duas lagartas por planta. As plantas eram irrigadas diariamente com 100mL de água por copo. As lagartas de *S. frugiperda* foram oriundas de criação em laboratório a partir de posturas coletadas em campo.

A coleta de folhas de nim foi realizada no CECA/UFAL, em uma planta, que já havia florado por pelo menos duas vezes durante seu ciclo de vida, garantindo a presença do princípio ativo. A planta foi identificada pelo herbário MAC do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas, com o registro sob o número MAC 34904. As folhas foram secas à sombra, ao ar livre, e em seguida, em estufa a 65°C por 48 h. Posteriormente, foram triturados em moinho de facas tipo Willye, até a obtenção de pó com baixa granulometria.

A torta de nim foi um material produzido e fornecido pela Usina Cruangi, localizada em Timbaúba/PE, o qual foi obtido após a secagem e prensagem das sementes para extração do óleo. Os pós foram armazenados em frascos de vidro hermeticamente fechados até o momento da aplicação.

Sendo assim, os inseticidas utilizados foram: 1) folha de nim; 2) torta de nim; 3) testemunha (ausência de tratamento). Os tratamentos com nim foram aplicados na concentração de 2% e em três vias: a) foliar-pó; b) foliar-líquida; e c) solo,

totalizando 7 tratamentos. Para a via foliar na forma de pó foi utilizado o gesso como material inerte e na via foliar líquida e na via solo, usou-se água destilada com adição de DMSO (dimetilsulfóxido) (1%). O DMSO atua como solvente orgânico e facilita a penetração e difusão dos extratos na lagarta.

Na preparação dos extratos, o material foi misturado à água destilada, utilizando-se a proporção de 100 g de pó da folha de nim para 900 mL de água, colocando-se em recipiente Becker, permanecendo em repouso por 24 h, homogeneizando-se após 12 h de descanso e protegido da luz. Em seguida, a suspensão foi filtrada com papel filtro para a obtenção do extrato aquoso (solução estoque). Para obter o extrato aquoso com torta de nim utilizou-se a mesma preparação.

As aplicações dos inseticidas realizaram-se 24 h após a infestação das lagartas de *S. frugiperda*. A aplicação via pó foi feita com o auxílio de uma peneira caseira, espalhando-se 100 g da mistura sobre toda a parte aérea de cada planta dos tratamentos. Na via líquida, utilizou-se um atomizador caseiro num volume de 100 mL, cobrindo-se as folhas e caule de todas as plantas dos tratamentos. Para a via solo usou-se um Becker com capacidade para 100 mL, espalhando-se um volume de produto de 60 mL sobre o substrato de cada planta.

As avaliações foram feitas aos 5 DAA (dias após a aplicação) através de uma escala de notas (0 a 5), considerando a nota 0 ausência de dano na planta e a nota 5 destruição total do cartucho (Araújo, 2004), da área foliar após o consumo das lagartas (apenas a folha +3) por meio do medidor de área modelo LI-3100C AREA METER LICOR[®], além do comprimento (cm) e da largura da cabeça (mm) do inseto.

O bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 25 repetições para escala de notas e área foliar após o consumo e número diferente de repetições (mínimo 5) para os dados de biometria do inseto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, através do Programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2002). As variáveis que não apresentaram variâncias homogêneas foram submetidas ao teste de Kruskal-Wallis com comparações de postos médios pelo teste S-N-K com 5% de significância, utilizando-se o Programa BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

3 Resultados e Discussão

Utilizando-se a escala de notas de danos constatou-se que, houve diferença significativa entre os extratos aplicados ($H_{6,164}=29,12$; $P=0,0001$), sendo que o extrato aquoso com torta de nim na via foliar-líquida foi o que atingiu a menor nota de danos na escala de notas, mas não conseguiu diferir do extrato aquoso com torta de nim na via solo (Tabela 1).

De acordo com experimento conduzido por Salles & Rech (1999), tratamentos com torta de nim afetaram a produção de ovos, eclosão de larvas e, formação qualitativa das pupárias de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae). Os resultados do presente trabalho indicam que extratos utilizando torta de nim produzem efeito inseticida também contra insetos lepidópteros, já que os mesmos são os mais sensíveis às substâncias derivadas de nim (Schmutterer, 1990).

Tabela 1: Avaliação de inseticidas naturais à base de nim sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda*, através de nota da escala de danos e da área foliar após o consumo da folha +3, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.

Tratamento	Nota da escala de danos IC _(95%) ^{1,2}	Área foliar após consumo (média ± EP) ^{1,3} (cm ²)
Torta (foliar-líquida)	2,08 (1,8734–2,2968) a	93,86 ± 3,77 b
Torta (solo)	2,11 (1,8593–2,3785) ab	88,29 ± 5,21 ab
Folha (foliar-pó)	2,44 (2,1685–2,7167) b	73,59 ± 5,32 ab
Torta (foliar-pó)	2,44 (2,1454–2,9624) b	80,35 ± 5,86 ab
Folha (solo)	2,55 (2,1605–2,7343) b	72,29 ± 4,68 ab
Folha (foliar-líquida)	2,62 (2,3651–2,8771) bc	76,75 ± 6,02 ab
Testemunha	3,02 (2,7456–3,3046) c	66,46 ± 5,43 a
CV (%)	23,21	33,23

¹ IC: Intervalo de confiança; EP: Erro-padrão.

² Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis em nível de 5% de significância com comparações de postos médios feitos pelo teste S-N-K em nível de 5% de probabilidade.

³ Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

O inseticida com torta de nim na via foliar-líquida e via solo atingiram notas que, representam menores danos às plantas do que o mesmo inseticida na via foliar submetida na forma de pó. O uso do pó como forma de aplicação foliar de inseticidas naturais sobre plantas de milho, parece ser inviável, pois após a aplicação, a umidade relativa do ar umedece a folha, principalmente durante o período noturno e, conseqüentemente o pó, formando pequenos “pellets”, diminuindo sua aderência na folha, permitindo com que a lagarta se alimente com menor contato com o inseticida.

A testemunha diferiu estatisticamente dos demais tratamentos utilizados, estando a mesma com a maior nota. Os inseticidas à base de folha de nim tiveram colocações intermediárias, não conseguindo se destacar em relação aos demais. Vale ressaltar que, a grande vantagem de utilizar as folhas de nim em relação aos produtos de sementes dessa planta está na facilidade de obter grandes quantidades de folhas para o preparo de extrato aquoso, tendo em vista que a produção de sementes em algumas regiões do Brasil é, muitas vezes, reduzida e o processamento para obtenção do óleo na propriedade é demorado, dificultando seu uso pelo agricultor (Viana & Prates, 2003).

Na análise da área foliar de plantas de milho após o consumo da folha +3 pelas lagartas, observou-se que houve diferença significativa ($F_{6,164}=3,32$; $P=0,0041$) entre os tratamentos torta de nim na via foliar-líquida ($93,86\text{cm}^2$) e testemunha ($66,46\text{cm}^2$). Os demais tratamentos não conseguiram diferir entre si, inclusive os que foram à base de folha de nim, apresentando-se semelhantes aos tratamentos com torta na via foliar-líquida e testemunha. Essa semelhança entre os inseticidas pode ser explicada em função do crescimento natural da área foliar da planta, já que lagartas desta espécie podem se locomover com facilidade entre as folhas.

Embora o efeito do uso do nim como inseticida seja comprovado, ainda não se sabe ao certo o comportamento de lagartas de *S. frugiperda* após o contato ou ingestão com esse inseticida, pois Viana & Prates (2005) questionaram que lagartas alimentadas por certo período com partes de plantas tratadas com extrato de nim e, em seguida, com partes não tratadas, devido principalmente à falha na pulverização ou crescimento natural da planta, possam recompor o desenvolvimento normal e acarretar danos à planta.

Tabela 2: Avaliação de inseticidas naturais à base de nim sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda*, através do comprimento das lagartas e da largura da cabeça, Rio Largo/AL, dezembro de 2008.

Tratamento	Comprimento das lagartas (cm)	Largura da Cabeça (mm)
	IC _(95%) ^{1,2}	IC _(95%)
Torta (solo)	1,70 (1,2882 – 2,1118) a	0,2790 (0,2795 – 0,2885) bc
Torta (foliar-líquida)	1,75 (1,4998 – 2,3502) ab	0,2179 (0,1687 – 0,2671) a
Torta (foliar-pó)	1,87 (1,4987 – 2,2441) ab	0,2075 (0,1506 – 0,2644) a
Folha (foliar-líquida)	2,11 (1,8102 – 2,4184) abc	0,2470 (0,1713 – 0,3227) ab
Folha (foliar-pó)	2,16 (1,9531 – 2,3719) bc	0,2364 (0,2308 – 0,2420) ab
Folha (solo)	2,25 (2,0775 – 2,4225) c	0,2323 (0,2789 – 0,2791) a
Testemunha	2,30 (2,0517 – 2,5483) c	0,2840 (0,1861 – 0,2785) c
CV (%)	16,69	19,47

¹ IC: Intervalo de confiança.

² Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis em nível de 5% de significância com comparações postos médios feitos pelo teste S-N-K em nível de 5% de probabilidade.

Na análise do comprimento das lagartas constatou-se que, houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados ($H_{6,14}=16,93$; $P=0,0304$), estando o inseticida com torta de nim com menores comprimentos (Tabela 2). Esse inseticida na via solo conseguiu diferir dos tratamentos com folha de nim na via foliar na forma de pó e na via solo e do tratamento testemunha em até 0,50 cm no comprimento do corpo, provocando retardamento da fase larval. O inseticida à base da torta de nim não apresentou diferença significativa entre as vias testadas, porém pode-se verificar que na via solo as lagartas obtiveram o menor comprimento.

Já em relação à largura da cabeça também se pode observar que houve diferença significativa entre os inseticidas aplicados ($H_{6,14}=17,52$; $P=0,0075$), tendo como melhores tratamentos a torta de nim nas vias em forma de pó e líquida e, em seguida, os tratamentos com folha nas três vias de aplicação. A testemunha não conseguiu diferir significativamente do tratamento com torta na via solo. Segundo Gonçalves & Bleicher (2006), pesquisas sobre a ação de derivados desta meliácea no controle de insetos têm mostrado resultados muito variáveis. Isto se deve ao fato da influência de uma série de fatores, pois de acordo com Martinez (2002), a espécie de planta e tipo de estrutura na planta onde se aplica o composto pode afetar a sua ação sistêmica.

Neste experimento pode-se observar que, muitas lagartas capturadas do tratamento com torta na via solo apresentaram o corpo de comprimento curto e com diâmetro acima do normal, além da largura da cabeça que alcançou uma média superior aos demais tratamentos testados. Martinez & Emden (2001) alimentando lagartas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae) com dieta artificial contendo azadiractina observou redução da taxa de crescimento relativo, além de anormalidades morfológicas e mortalidade.

O tempo de ação dos compostos derivados de nim nos inseticidas testados e suas respectivas vias durante a execução deste trabalho, não permitiram verificar uma ação direta e altamente eficiente no controle de *S. frugiperda*, considerando o curto período para que isto ocorresse. Porém, sabe-se que o nim atua de forma indireta no seu desenvolvimento como, por exemplo, no processo de ecdise, impedindo que o inseto atinja as outras fases de seu ciclo biológico. Além disso, Roel et al. (2000) trabalhando com *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) concluiu que lagartas de *S. frugiperda* desde a eclosão alimentadas com folhas de milho tratadas com *T. pallida* são mais afetadas do que as alimentadas alguns dias após.

4 Conclusões

1. O inseticida natural à base de torta de nim é mais eficiente do que o inseticida à base de nim-folha no controle de lagarta de *S. frugiperda*, em telado.

2. Há diferença entre as três vias de aplicação testadas (foliar-pó, foliar-líquida e solo) em relação ao controle de *S. frugiperda*, sobressaindo-se a via foliar-líquida.

3. A via foliar em forma de pó é a menos eficiente no controle de *S. frugiperda*. Porém, estudos mais avançados sobre o uso destas vias em relação ao nim, ainda devem ser exploradas.

5 Referências

ALMEIDA, A. A.; GALVÃO, J. C. C.; CASAL, V. W. D.; LIMA, E. R.; MIRANDA, G. V. Tratamentos homeopáticos e densidade populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho no campo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p.1-8, 2003.

ARAÚJO, E. **Avaliação dos danos ocasionados pela *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1798) (Lepidoptera: Noctuidae) e as implicações em caracteres de genótipos de milho (*Zea mays* L.) no município de Rio Largo/AL.** Maceió, 2004, p. 43. Tese (Mestrado)- Universidade Federal de Alagoas.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. **Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.** Belém, 2007.

BOFF, M. I. C.; ALMEIDA, A. A.. Ação tóxica de extratos de pimenta-do-reino, *Piper nigrum*, em ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.3, p.423-429, 1996.

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P.; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.26, n.2, p.173-185, 2004.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 920p., 2002.

GÓES, G. B.; NERI, D. K. P.; CHAVES, J. W. N.; MARACAJÁ, P. B. Efeito de extratos vegetais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.16, n.1-2, p.47-49, 2003.

GONÇALVES, M. E. C.; BLEICHER, E.; SILVA, L. D. Atividade sistêmica do nim sobre a mosca-branca em meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 4p., 2003.

GONÇALVES, M. E.; BLEICHER, E. Uso de extratos aquosos de nim e azadiractina via sistema radicular para o controle de mosca-branca em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.182-187, 2006.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, v.42, p.14-22. 1996.

MARTINEZ, S. M.; EMDEN, H. F. V. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Baisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 113-125, 2001.

MARTINEZ, S.S. **O Nim – *Azadirachta indica*: Natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina, Instituto Agronômico do Paraná, 142p., 2002.

PALUMBO, J. C.; KERNS, D. L. Effects of imidacloprid as a soil treatment on colonization of green peach aphid and marketability of letuce. **Southwestern Entomologist**, Dallas, v.19, n.4, p.339-346, 1994.

RAGURAMAN, S.; SINGH, R. P. Behavioral and physiological effects of neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts on larval parasitoid, *Bracon hebetor*. **Journal Chemical Ecology**, v. 24, p.1241-1250, 1998.

RAGURAMAN, S.; SINGH, R. P. Biological effects of neem (*Azadirachta indica*) seed oil on an egg parasitoid, *Trichogramma chilonis*. **Journal Economic Entomology**, v. 92, p.1274-1280, 1999.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Efeito do 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.

SALLES, L. A. B.; RECH, N. L. Efeito de extratos de nim (*Azadirachta indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Weid.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.3, p. 225-227, 1999.

SAS INSTITUTE. **Getting Started with the SAS Learning Edition**. Cary, NC: SAS Institute, 2002.

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.

SOUZA, A. P. **Atividade inseticida e modos de ação de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Genn. 1889) biotipo B**. 2004. 101p. Tese (Doutorado) - ESALQ, Piracicaba, 2004.

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**, v.4, n.3, p.316-322, 2005.

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, p. 69-74, 2003.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T.; RIBEIRO, P. E. A. **Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo (Circular Técnica, 88), 5p., 2006.

WEST, A. J.; MORDUE (LUNTZ), A. J. The influence of azadirachtin on the feeding behaviour of cereal aphids and slugs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.62, p.75-79, 1992.

Anexos