



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

KELLY CHRISTIANE CONSTANSKI SILVA

**CONTROLE ALTERNATIVO DE *Spodoptera frugiperda*
(SMITH) E *Spodoptera eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Londrina
2011

KELLY CHRISTIANE CONSTANSKI SILVA

**CONTROLE ALTERNATIVO DE *Spodoptera frugiperda*
(SMITH) E *Spodoptera eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro M. O. J. Neves

Londrina
2011

KELLY CHRISTIANE CONSTANSKI SILVA

**CONTROLE ALTERNATIVO DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH) E
Spodoptera eridania (CRAMER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro M. O. J. Neves
UEL – Londrina – PR

Prof. Dra. Gislayne T. Vilas-Boas
UEL – Londrina – PR

Prof. Dra. Laila Herta Mihsfeldt
UENP

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
UEL – Londrina – PR

Dr. Daniel R. Sosa-Gómez
EMBRAPA-SOJA – Londrina – PR

Prof. Dr. Pedro M. O. J. Neves
UEL – Londrina – PR

Londrina, 23 de fevereiro de 2011.

DEDICATÓRIA

*A minha grande e eterna amiga
Juliana da Silva Mayer (In memorian)*

*“How I wish, how I wish you were here
We're just two lost souls
Swimming in a fish bowl,
Year after year,
Running over the same old ground.
What have we found?
The same old fears
Wish you were here”
(Pink Floyd)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por conseguir cumprir mais esta etapa da minha vida, além de me dar forças para seguir em frente, aos meus pais **João Carlos** e **Maristela** pelo amor incondicional e aos meus irmãos **Rodrigo** e **Kamila** por representarem em minha vida a verdadeira essência do amor;

Ao meu orientador, Professor Dr. **Pedro M. O. J. Neves**, sempre disponível e interessado, agradeço pelas sugestões sempre enriquecedoras. Esta é a oportunidade para manifestar minha imensa admiração e expressar os meus mais sinceros agradecimentos;

A Professora Dra. **Gislayne Vilas-Boas** e a Professora Dra. **Laila H. Mihsfeldt**, por participarem da minha banca e por contribuírem na melhoria deste trabalho;

As minhas grandes amigas, **Janaína Zorzetti** e **Patrícia H. Santoro** por toda a ajuda na realização deste trabalho, por todas as brincadeiras, risadas e acima de tudo pela amizade construída ao longo desses quatro anos de convivência.

A **Camila Marques Francovig** não só pela ajuda na hora de montar os experimentos que foi muito valiosa, mas também pela companhia, conversas e desabafos;

As minhas amigas-irmãs **Rafaela Vaz** e **Lívia Nogueira**, sempre digo que foi Deus que as colocou em minha vida. “Mesmo que o tempo e a distância digam não”;

Ao amigo **Adriano Thibes Hoshino** por todo o auxílio nas análises estatísticas;

A **Aline F. Pomari** que em pouco tempo se tornou uma amiga muito especial;

Aos amigos de laboratório, **Junio**, **Aline Pissinati**, **Adriana**, **Marie**, **Viviane**, **Orcial**, **Mateus**, **Mariana** e **Davi**, obrigada pelos momentos de descontração e por toda a ajuda quando precisei;

A todos os funcionários da Entomologia da Embrapa - Soja em especial a **Ivanilda, Nivaldo e Fábio** sempre dispostos a ajudar;

Ao meu Amor, **Mateus Jonsson de Almeida**, por estar ao meu lado em todos os momentos. Obrigada por dividir comigo todas as dificuldades e alegrias durante esse período. Sua alegria, amor e compreensão foram imprescindíveis. Amo você.

Meu muito obrigada a todos que sempre fizeram com que os momentos de incerteza e dificuldade se tornassem menos significantes e os momentos felizes, mais intensos.

*No final, nossa sociedade será definida, não
somente pelo que criamos.
Mas também pelo que nos recusamos a destruir.
A escolha é sua.*

(John Sawhill/ The nature conservancy)

SILVA, Constanski Christiane Kelly. **Controle alternativo de *Spodoptera frugiperda* (Smith) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de produtos alternativos para o controle de *S. eridania* e *S. frugiperda*. Foram testados: *Bacillus thuringiensis* (Bt), pós inertes (terra diatomácea, caulim e bentonita) e óleo de nim. Foram avaliadas 40 estirpes de Bt, onde lagartas de 2º instar, foram alimentadas com folhas de milho tratadas com suspensão de esporos a 1% p/v. Três estirpes foram selecionadas para determinação da CL₅₀ (BR 37, BR 58 e BR 94) estas foram responsáveis pela mortalidade acima de 85% das lagartas. A estirpe que apresentou menor concentração letal foi a BR 58 com CL₅₀ de 0,14 e 0,12 p/v para *S. eridania* e *S. frugiperda* respectivamente. Não diferindo da estirpe padrão HDI-*kurstaki*. Realizou-se dois testes com os pós inertes. No primeiro os pós foram aplicados de forma sólida sobre os alimentos nas concentrações de (1; 1,5 e 2 g) e oferecidos as lagartas de 2º instar. Neste teste a foi observada a mortalidade 100% das lagartas de *S. eridania* alimentadas com bentonita nas nas concentrações de 1,5 e 2g e de 93,3% para *S. frugiperda* na concentração de 2g. Já a TD provocou 65% de mortalidade para *S. eridania* e 46,6% para *S. frugiperda*. O caulim só diferiu da testemunha para *S. eridania* na maior concentração.. Para avaliar a preferência na alimentação, as lagartas de *Spodopteras* foram colocadas em gerbox contendo alimento tratado e não tratado com os diferentes pós, a repelência ao alimento tratado foi observada na primeira hora de exposição em todos os tratamentos. Este comportamento manteve-se nas avaliações seguintes para as duas espécies de *Spodoptera*. Na avaliação dos aspectos biológicos, as lagartas foram alimentadas com plantas tratadas com os pós durante toda fase larval. Somente para *S. eridania* foi observado um aumento de dois dias na duração larval nos tratamentos com TD. Já em relação a razão sexual a porcentagem de machos foi superior nos tratamentos com caulim com 84,62% para *S. frugiperda* e 73,97 para *S. eridania*. Não houve diferença para o peso pupal de ambas as espécies. Foi observada mortalidade de 100% nos insetos alimentados com bentonita. A bentonita foi aplicada nas plantas em casa de vegetação (2g/planta) e após duas horas o alimento tratado foi oferecido as lagartas, foi observada uma mortalidade de 86,7% para *S. frugiperda* e 83,3% para *S. eridania* reforçando o potencial deste pó no controle destas pragas. No segundo teste o alimento foi pulverizado com os pós suspensos em água 5; 7,5 e 10% isoladamente ou associados ao óleo de nim, as maiores mortalidade foram obtidas nas associações dos pós bentonita e caulim com o óleo de nim nas maiores concentrações para *S. frugiperda* sendo estes tratamentos classificados como não aditivos sinérgicos. Para esta mesma espécie as menores concentrações de TD e caulim foram classificados como não aditivos antagônicos. Já para *S. eridania* os três pós nas três concentrações não foram diferentes entre si, mas foram superiores a testemunha e classificados como não aditivos sinérgicos.

Palavras-chave: *Bacillus thuringiensis*. Pós inertes. Terra diatomácea. Caulim. Bentonita. Controle biológico. Lagarta-do-cartucho.

SILVA, Constanski Christiane Kelly. **Control alternative of *Spodoptera frugiperda* (Smith) and *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2011. 68 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the efficiency of alternative products to control *S. eridania* and *S. frugiperda*. Were tested: *Bacillus thuringiensis*, inert dusts (diatomaceous earth, kaolin and bentonite) and neem oil. For Bt was evaluated qualitatively, 40 strains, where the second instar caterpillar, fed on corn leaves treated with a spore suspension 1% w / v (1 ml of water to 0.01 g of Bt). Were selected to determine the CL₅₀, three strains (BR 37, BR 58 and BR 94) responsible for mortality over 85% of the caterpillars. The strain which showed the lowest lethal concentration was BR 58 with CL₅₀ values of 0.14 and 0.12 w / v to *S. eridania* and *S. frugiperda* respectively, showing no difference in the standard strain HDI-*kurstaki*. The inert dusts were applied as a dust (1; 1.5 and 2 g in 32 leaflets from tomato with 15 cm² and 32 pieces of corn leaves with 36 cm²) and offered to the 2nd instar caterpillar. The higher mortality rate was observed for bentonite with 100% at concentrations of 1.5 and 2 g for *S. eridania* and 93.3% for *S. frugiperda* at a concentration of 2g as TD caused 65% mortality for *S. eridania* and 46.6% for *S. frugiperda*. Kaolin only differs from the control for *S. eridania* at the highest concentration with 41.2% mortality. To evaluate the feeding preference, second instar caterpillar were placed in acrylic box containing food treated and untreated with different powders, repellency to the treated food was observed in the first hour of exposure in all treatment. This behavior remained in the following evaluations for the two species of *Spodoptera*. To analyze the biological aspects, the caterpillars were fed on plants treated with the powders, throughout the larval cycle. Was observed only for *S. eridania*, an increase of two days in the larval duration in treatments with TD. Was observed only for *S. eridania*, an increase of two days in the larval duration in treatments with TD, as compared to the sex ratio (%) of males was higher in treatments with kaolin with 84.62% for *S. frugiperda* and 73.97 for *S. eridania*. For this same species fed with TD was observed pupal weight lower than those fed with kaolin, but this weight showed no deferral of the control. There was 100% mortality when fed on bentonite. When this powder was applied in plants in the greenhouse (2g/plants), and after two hours, the leaves and leaflets were offered to caterpillars, and then observed mortality of 86.7% for *S. frugiperda* and 83.3% for *S. eridania*, demonstrating the potential of this powder in controlling these pests. When food was sprayed with the powders suspended in water 5; 7.5 and 10% alone or associated with neem oil, the highest mortality was obtained in the associations of bentonite and kaolin powders with neem oil at the highest concentrations for *S. frugiperda*, so these treatments were classified as non-additive synergistic. For that species, the lowest concentrations of TD and kaolin were classified as non-additive antagonistic. As for *S. eridania*, the three powders at the three concentrations were not different between themselves, but were higher than control, and classified as non-additive synergistic.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*. Inert dust. Diatomaceous earth. Kaolin. Bentonite. Biological control. Fall armyworm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Terra de diatomáceas observada em microscopia eletrônica de varredura, (A) - 5 μ m, (B) 20 μ m.	24
Figura 2 – Pó inerte caulim observado em microscopia eletrônica de varredura, (A) - 5 μ m, (B) 20 μ m	26
Figura 3 – Pó inerte bentonita em microscopia eletrônica de varredura (A) - 5 μ m, (B) 20 μ m.	28

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1** – Mortalidade (%) provocada por diferentes estirpes de *B. thuringiensis* contra *S. frugiperda* e *S. eridania* de segundo ínstar nos bioensaios seletivos após três dias de inoculação..... 43
- Tabela 2** – CL_{50} de estirpes de *B. thuringiensis* contra lagartas de *S. eridania* e *S. frugiperda* de 2º ínstar após 72 horas de incubação..... 44

CAPÍTULO 2

- Tabela 1** – Mortalidade total e corrigida (%) de *Spodoptera eridania* (n = 80) e *Spodoptera frugiperda* (n=30) seis dias após a alimentação com folíolos de tomate tratados com pós inertes, aplicados de forma sólida em diferentes concentrações..... 56
- Tabela 2** – Número médio de lagartas (2º ínstar) de *S. frugiperda* e *S. eridania* presentes no alimento tratado e não tratado com pós inertes de forma sólida..... 58
- Tabela 3** – Aspectos biológicos de *S. eridania* e *S. frugiperda* alimentadas com folíolos de tomate tratados com pós inertes (0,25g) de forma sólida..... 59
- Tabela 4** – Mortalidade de *S. frugiperda* e *S. eridania* de 2º ínstar alimentadas com plantas tratadas com bentonita..... 60
- Tabela 5** – Mortalidade total e corrigida (%) de *S. frugiperda* (n=30) e *S. eridania* (n=80) seis dias após a alimentação com folhas de milho tratadas com pós inertes suspensos em água e associados ao óleo de nim..... 62
- Tabela 6** – Interação do pós inertes associados ao óleo de nim para o controle de *Spodoptera frugiperda* ao 6º dia após os tratamentos analisada pelo teste do χ^2 64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	<i>Spodoptera spp.</i>	15
2.2	<i>Spodoptera frugiperda</i>	15
2.3	DANOS OCACIONADOS POR <i>Spodoptera frugiperda</i>	17
2.4	<i>Spodoptera eridania</i>	18
2.5	DANOS OCACIONADOS POR <i>Spodoptera eridania</i>	19
2.6	MEDIDAS DE CONTROLE DE <i>Spodoptera spp</i>	19
2.6.1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	20
2.6.2	ATIVIDADE TÓXICA DE <i>Bacillus thuringiensis</i>	21
2.6.3	Pós inertes.....	22
2.6.4	Terra de Diatomáceas	24
2.6.5	Caulim e Bentonita.....	25
2.6.6	Óleo de nim	28
	REFERÊNCIAS	31
3	CAPÍTULO 1: SELEÇÃO DE ISOLADOS DE <i>Bacillus thuringiensis</i> PARA <i>Spodoptera frugiperda</i> E <i>Spodoptera eridania</i>	39
3.1	INTRODUÇÃO	39
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	41
3.2.1	Origem das Estirpes.....	41
3.2.2	Bioensaios Seletivos.....	41
3.2.3	Determinação de Concentração Letal (CL50).....	41
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.4	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	45
4	CAPÍTULO 2: CONTROLE DE <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i> COM PÓS INERTES	48
4.1	INTRODUÇÃO.	49
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	50

4.2.1	Pós Inertes Aplicados de Forma Sólida	51
4.2.2	Preferência Alimentar de <i>S. eridania</i> e <i>S. frugiperda</i>	52
4.2.3	Aspectos Biológicos de <i>S. eridania</i> e <i>S. frugiperda</i> Alimentadas com Plantas Tratadas com Pós Inertes	52
4.2.4	Mortalidade de <i>S. eridania</i> e <i>S. frugiperda</i> Alimentadas com Plantas Tratadas com Bentonita.....	53
4.2.5	Pós Inertes Suspensos em Água e Associados ao Óleo de Nim.....	53
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.3.1	Pós Inertes Aplicados de Forma Sólida.....	54
4.3.2	Preferência Alimentar de <i>S. eridania</i> e <i>S. frugiperda</i>	57
4.3.3	Aspectos Biológicos de <i>S. eridania</i> e <i>S. frugiperda</i> Alimentadas com Plantas Tratadas com Pós Inertes.....	58
4.3.4	Mortalidade de <i>S. eridania</i> e <i>S. frugiperda</i> Alimentadas com Plantas Tratadas com Bentonita.....	60
4.3.5	Pós Inertes Suspensos em Água e Associados ao Óleo de Nim.....	61
4.4	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

O complexo de lagartas do gênero *Spodoptera* spp. (Lepidoptera - Noctuidea) são exemplos de pragas que vem crescendo em importância econômica no Brasil, podendo ser encontradas em vários estados brasileiros, pois são favorecidas pelas condições climáticas e pela disponibilidade de plantas hospedeiras o ano todo. (SANTOS, 2007).

Na cultura do milho a espécie *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) é uma das mais expressivas pragas do continente americano, provocando reduções estimadas de 15 a 40% nos rendimentos agrícolas, e 400 milhões de dólares em prejuízos econômicos anuais, devido principalmente a sua grande voracidade e a presença em todos os estágios da cultura (CRUZ et al., 1999). Na cultura da soja, é mais comum encontrar *S. eridania* (CRAMER, 1782), assumindo importância no início da fase reprodutiva da planta, quando além de se alimentarem das folhas, atacam também as vagens (SANTOS et al. 2005, BUENO et al. 2008). Nos estados de Mato Grosso e Goiás, esta espécie atingiu o status de praga-chave nesta cultura (BUENO et al., 2007).

Para o controle efetivo destas lagartas são utilizados inseticidas de largo espectro, que muitas vezes são aplicados de forma errônea podendo causar inúmeros prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente, além de ocasionar a seleção de populações de lagartas resistentes aos inseticidas. O controle das espécies de *Spodoptera* citadas é essencial para reduzir os prejuízos causados em diversas culturas, visto que a dinâmica de ocorrência desses insetos-pragas tem sido alterada (LOGUERCIO et al., 2001).

Assim, os agentes de controle alternativo como: microrganismos entomopatogênicos, óleos e extratos de plantas e pós inertes, estão se tornando um método econômico e ecologicamente viável para o controle de insetos-praga. O controle biológico como tática de manejo integrado de pragas é promissor devido a sua seletividade e sustentabilidade, pois é realizado por diferentes organismos como insetos parasitóides, predadores e patógenos, destacando-se: vírus, fungos e bactérias.

Entre as bactérias encontra-se o *Bacillus thuringiensis* (Bt) que é o patógeno mais utilizado no controle de insetos pragas e vetores (ALVES, 1998; MONNERAT; BRAVO, 2000). Este microrganismo é caracterizado pela formação de cristais protéicos com ação inseticida durante a esporulação. Estes cristais consistem de proteínas codificadas por

diferentes genes, denominados *cry*, os quais conferem a ação tóxica a insetos de diversas Ordens, principalmente Lepidoptera, Diptera e Coleoptera (CRICKMORE et al., 2008).

Cerca de 50.000 estirpes de *Bt* já foram identificadas e cerca de 400 genes *cry* caracterizados em 54 diferentes grupos e subgrupos, no que diz respeito às suas similaridades nos aminoácidos (CRICKMORE et al., 2010). Esse fato estimula a busca por estirpes tóxicas que possam vir a controlar de forma eficiente espécies da ordem *Spodoptera*, expandindo a utilização desta bactéria para pragas de importância agrícola, diminuindo assim os prejuízos causados ao meio ambiente com a utilização de inseticidas químicos.

Além do controle biológico, podemos citar ainda a utilização de pós inertes e óleos de plantas que estão sendo estudados e selecionados para o controle de diversas pragas.

A terra de diatomáceas é um pó inerte considerado um inseticida natural, composto de fósseis de algas marinhas, seguro para os animais e para o homem, pois, sendo natural, não produz resíduos tóxicos e nem reage com outras substâncias. Este produto já foi testado contra diversas pragas, demonstrando grande ação inseticida (SMIDERLE, 1999). Produtos à base de argilas como o Protesyl® (caulim) são testados para o controle de pragas e doenças, principalmente da cultura da maçã, nos Estados Unidos, este pó é preparado a partir de argilas especiais, porém pouco relatado na literatura brasileira. O Rocksil® (bentonita) é um produto em pó fino, balanceado e preparado através de moagens, micronização e standardização de argilas especiais procedentes de minas brasileiras. Muito utilizado na adubação de plantas, como um indutor de resistência, porém não é citado na literatura sua ação inseticida (LIA, 2010).

Com relação as plantas e suas ações inseticidas, uma das mais pesquisadas é a *Azadirachta indica* (A. JUSS.), conhecida como nim, da família Meliaceae. A azadiractina, é encontrada principalmente nas sementes, em menor quantidade na casca e nas folhas dessa planta, é o principal composto responsável pelos efeitos tóxicos aos insetos (GALLO et al., 2002).

Essa busca por métodos alternativos de controle de insetos tem sido realizada com afincos por vários laboratórios ao redor do mundo, devido à necessidade de uma agricultura mais sustentável com maior preocupação com a saúde humana e também com a preservação do meio ambiente. Tendo em vista essas considerações, este trabalho teve como objetivo avaliar produtos naturais e biológico no controle de *Spodoptera frugiperda* e *Spodoptera eridania*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Spodoptera* spp.

O gênero *Spodoptera* apresenta distribuição tropical e subtropical, mas algumas espécies que ocorrem nos dois hemisférios, ocorrem também em regiões temperadas, sendo que na região neotropical são citadas 16 espécies, sendo 15 delas consideradas pragas agrícolas, apresentando alto grau de polifitofagia (POGUE, 2002). Dentre as que ocorrem no Brasil destacam-se *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. cosmioides* que se alimentam de cultivos como cereais, pastagens (POGUE, 2002), hortaliças (SILVA et al., 1968), eucalipto (SANTOS et al., 1980) e algodão (SANTOS et al., 2008). Especificamente no Rio Grande do Sul ocorrem *S. androgea* (Stoll, 1782), *S. cosmioides* (Walker, 1858), *S. dolichos* (Fabricius, 1794); *S. eridania* (Stoll, 1782); *S. frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *S. marima* (Schaus, 1904) (CRUZ, 1995).

2.2 *Spodoptera frugiperda*

S. frugiperda, conhecida por lagarta-do-cartucho-do-milho, lagarta-dos-milharais ou lagarta-militar pode ser considerada um inseto fitófago e cosmopolita. É nativa das zonas tropical e subtropical das Américas e encontra-se amplamente distribuída no continente americano (CRUZ, 1995; MOREIRA et al., 2003). É encontrada em quase todos os estados brasileiros favorecida pelas condições climáticas e pela disponibilidade e diversificação de plantas hospedeiras o ano todo (CRUZ, 1995) e tem-se observado significativo aumento da sua população em diversas regiões do Brasil (CRUZ, 1999). Ataca preferencialmente o milho, podendo ocorrer em outras culturas de importância agrícola, como trigo, arroz, feijão, tomate, batata, abóbora, sorgo, alfafa, algodão, amendoim, repolho, espinafre, couve, pastagens entre outros (CRUZ et al., 1999).

No Brasil, a ampla distribuição dessa espécie ocorre pelo fato de haver alimentação diversificada e disponível o ano todo, condições favoráveis de clima e boa capacidade migratória do inseto (OVEJERO, 2001).

As mariposas possuem coloração cinza-escuro, comprimento que varia de 15 a 25 mm, com 35 a 45 mm de envergadura (CRUZ, 1995; KING; SAUNDERS, 1984). Apresentam asas anteriores mosqueadas e, no macho, existem duas manchas mais claras ovaladas, bem definidas e unidas em forma de V. Em ambos os sexos as asas posteriores são esbranquiçadas, com bordas acinzentadas (SANTOS et al., 1997).

Os adultos são de hábito noturno e, durante o dia, encontram-se abrigados sob a folhagem próxima ao solo. Ao entardecer as mariposas migram entre plantas e culturas hospedeiras existentes nas regiões agrícolas dando início a oviposição, preferencialmente na face inferior das folhas (FERREIRA, 2003; CAMPOS, 2008). As posturas são depositadas em massas irregulares que podem conter entre 30 e 300 ovos (KING; SAUNDERS, 1984) unidos entre si e fixados ao substrato por uma substância produzida pelas glândulas coletéricas, e recobertas por pêlos e escamas do abdome da fêmea (PATEL, 1981). Os ovos são inicialmente verde-claros, e após doze a quinze horas tornam-se alaranjados, até ficarem escurecidos próximo à eclosão das lagartas (CRUZ, 1995). O período de incubação pode variar, dependendo da planta hospedeira e, principalmente, da temperatura e umidade relativa.

Ao eclodir, as lagartas de primeiro instar, apresentam coloração esbranquiçada antes da alimentação, tornando-se esverdeadas podendo atingir 1,9 mm. No segundo instar são também esbranquiçadas, com um sombreamento marrom no dorso e tamanho variando de 3,5 a 4,0 mm. No terceiro instar, as lagartas possuem coloração marrom-claro no dorso e esverdeada na parte ventral, com linhas dorsais e subdorsais brancas visíveis. No quarto instar, as lagartas apresentam cabeça marrom-avermelhada e dorso marrom-escuro, alcançando 10 mm de comprimento. As lagartas de quinto instar são semelhantes às de quarto instar, porém são mais escuras, medindo 18 mm de comprimento. No último instar as lagartas têm corpo cilíndrico, são marrom-acinzentadas no dorso, esverdeadas na parte ventral e subventral, com manchas de coloração marrom-avermelhada na região subventral, medindo cerca de 35 mm (CRUZ, 1995).

No 1º e 2º instares permanecem agrupadas e próximas do local de oviposição, alimentando-se do parênquima, podendo deixar a folha necrosada e translúcida (SANTOS et al., 2003). Também nos primeiros estádios, as lagartas produzem um tipo de fio de seda e através deste, distribuem-se entre as plantas, podendo apresentar uma distribuição uniforme na lavoura (SANTOS, 2007).

Seu ciclo varia de 12 a 30 dias em temperatura de 18,8 a 30°C e após esse período, deixam de se alimentar e se dirigem ao solo ou restos culturais, para empupar, onde

permanecem até a emergência do adulto (GALLO et al., 2002). Essa fase pode durar de 8 a 25 dias, dependendo da temperatura (MIRANDA, 2006).

A pupa apresenta, inicialmente, coloração verde-clara e tegumento transparente, deixando as vísceras visíveis. Em poucos minutos torna-se alaranjada, depois marrom-avermelhada, escurecendo progressivamente até ficar praticamente preta, próximo à emergência do adulto. O comprimento varia de 13 a 16 mm com o extremo abdominal terminando em dois apêndices em forma de V invertido (CRUZ, 1995; GALLO et al., 2002). O ciclo completo do inseto (ovo a adulto) se dá em aproximadamente 30 dias (MURÚA; VIRLA, 2004).

2.3 DANOS OCACIONADOS POR *Spodoptera frugiperda*

Sua ocorrência é registrada em mais de 50 espécies de plantas, distribuídas em mais de 20 famílias botânicas (CRUZ, 1995), alimentando-se de folhas, hastes e estruturas reprodutivas das plantas, reduzindo a área foliar e prejudicando a capacidade fotossintética, conseqüentemente afetando a produção. Os danos diferem em função da espécie de planta atacada, estágio fenológico, época de ataque e intensidade de infestação (CRUZ et al., 1999).

Na cultura do milho a produção pode ser reduzida pela metade, sendo o florescimento o período crítico para o ataque. Esta espécie também tem sido uma das principais pragas do algodoeiro, em anos recentes, ocasionando danos desde a emergência até a maturação das plantas (NAGOSHI, 2009). Atualmente também é encontrada na cultura da soja, causando danos desde os primeiros estágios da cultura, alimentam-se das folhas e das hastes tenras, provocando a necessidade de replantio em extensas áreas (RICIERI et al., 2006).

Este hábito polífago contribui para a dificuldade de manejo da praga, em virtude da contínua oferta de alimentos nos sistemas atuais com sucessão de culturas, plantio escalonado, existência de culturas irrigadas e presença de plantas daninhas, prolongando o tempo de sobrevivência e o número de gerações do inseto, situação que também favorece a migração das mariposas entre lavouras compostas de espécies vegetais semelhantes, e as implantadas em épocas diferentes (SANTOS 2001; SANTOS, 2003; BARROS; TORRES, 2009). Nos últimos anos, os prejuízos vem aumentando gradativamente, destacando-se como

principais causas desse incremento a ampla área cultivada e o desequilíbrio ecológico ocasionado por inúmeras e repetitivas aplicações de pesticidas.

2.4 *Spodoptera eridania*

Esta espécie é nativa dos trópicos americanos, sendo encontrada na América Central e do Sul. Nos Estados Unidos ocorre principalmente nos estados do sudeste, mas também a oeste, chegando aos estados do Kansas e Novo México (CAPINERA, 2005). Até bem pouco tempo era considerada praga secundária, de ocorrência sazonal. Porém, nos últimos anos em determinadas regiões agrícolas a frequência de ocorrência da lagarta em algumas culturas tem levado os agricultores a considerá-la como praga chave. No Brasil, *S. eridania* já foi encontrada em diversos cultivos como: algodão no cerrado, tomate, macieiras (SANTOS, 2007; HILBECK et al., 2006; SANTOS et al., 2005;).

O adulto desta espécie é uma mariposa de coloração cinzento-clara, que possui cerca de 40 mm de comprimento de envergadura e mostram nas asas anteriores entre as nervuras radial e mediana, um ponto preto ou uma tarja preta longitudinal ao corpo do inseto e as asas posteriores de coloração esbranquiçada (GALLO et al. 2002). As posturas são distribuídas em duas camadas irregulares, contendo aproximadamente 30 a 300 ovos que são inicialmente esverdeados, tornando-se marrons antes da eclosão (KING; SAUNDERS, 1984; SANTOS, 2007).

Ao eclodirem as lagartas de *S. eridania* são verdes, com cabeça preta, permanecendo com um tom esverdeado durante todo o seu desenvolvimento. Nos primeiros estádios apresentam quatro pontos escuros sobre o dorso na parte mediana do corpo e quando desenvolvidas possuem três listras longitudinais amareladas, duas laterais e uma dorsal (SANTOS, 2007). O ciclo larval é de 14 a 20 dias em temperatura de 25 a 27 °C (CAPINEIRA, 2001), e o número de ínstaes varia entre seis e sete (SANTOS, 2007).

2.5 DANOS OCASIONADOS POR *Spodoptera eridania*

É uma espécie polífaga, alimentando-se de tomate, algodão (SANTOS, 2001), soja (SOSA-GÓMEZ et al. 1993; ABDULLAH et al. 2000), feijão, plantas daninhas (SAVOIL 1988), milho, sorgo, hortaliças, frutíferas (KING; SAUNDERS, 1984), até em plantas utilizadas para reflorestamento como a bracatinga (MATTANA; FOERSTER; 1988). Nora *et al.* (1989) constataram a presença de *S. eridania* em pomares de maçã em Friburgo, Santa Catarina, com posturas nas folhas e frutos. No 1º e 2º instares, as lagartas alimentaram-se das folhas, e no 6º instar atacaram os frutos, com perdas de até 35,4%. As lagartas de *S. eridania* tornaram-se bastante comuns na cultura da soja assumindo importância, a partir do início da fase reprodutiva da cultura, quando além de se alimentarem das folhas, atacam também as vagens da planta (SANTOS et al. 2005, BUENO et al. 2008a). Em algumas regiões do cerrado, as lagartas migram das plantas de soja em final de ciclo e passam para plantas invasoras conhecidas como corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), onde permanecem até os próximos cultivos (SANTOS et al., 2005). Assim, acredita-se que a disponibilidade de hospedeiros pode estar favorecendo o desenvolvimento de *S. eridania* (SANTOS et al., 2005).

2.6 MEDIDAS DE CONTROLE DE *Spodoptera* spp

Por serem consideradas pragas de difícil controle, são alvos de inúmeros estudos realizados com diferentes métodos de controle, como métodos comportamentais, controle biológico com microrganismos, predadores e parasitóides de ovos e lagartas, e também a resistência de plantas a insetos (LARA, 1991). Porém, atualmente o controle destas lagartas tem sido realizado com produtos químicos sendo conhecidos 118 produtos comerciais para o controle de *S. frugiperda* (AGROSIA, 2009), produtos estes que são aplicados logo que detectada sua ocorrência na cultura.

No entanto, a má regulação dos equipamentos, a escolha incorreta do inseticida e a condução nem sempre adequada da cultura têm aumentado o número médio de aplicações sem um adequado controle da praga (CRUZ, 1997). Apesar de o controle químico constituir uma ferramenta de grande importância na agricultura, o uso abusivo desse recurso pode ocasionar efeitos indesejáveis, como a rápida seleção de linhagens resistentes a

determinado princípio ativo (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001); o desequilíbrio biológico e aumento de outras pragas secundárias; além de onerar os custos da produção e ser apenas uma solução temporária para o problema de ataque de insetos (STARK; BANKS, 2003; DESNEUX et al., 2007).

Uma alternativa a este tipo de controle é o manejo integrado de pragas (MIP), que tem como meta a redução da população a um limite compatível com a produção econômica da cultura e a consequente manutenção da qualidade ambiental pois integra diversas formas de controle (CRUZ, 1995). Ao contrário dos inseticidas, a utilização de produtos biológicos e orgânicos visa a preservação dos inimigos naturais já existentes nas áreas agrícolas, conservação do ambiente e principalmente a saúde humana. Alguns desses produtos podem ser: microrganismos entomopatogênicos, minerais da terra e extratos de plantas (COATS, 1994).

2.6.1 *Bacillus thuringiensis*

No final do século XIX pesquisas realizadas sobre doenças bacterianas em insetos benéficos foram a base de estudos fundamentais para o atual controle microbiano de insetos pragas (ALMEIDA; FILHO, 2006).

No Brasil desde a década de 80 os investimentos em produção de agentes microbianos para controle biológico vem crescendo, devido às exigências ecológicas e ambientais da sociedade (ALVES, 1998). Dentre os agentes microbianos utilizados, as bactérias têm se destacado, especialmente, a espécie *Bacillus thuringiensis* (Bt) (VALADARES-INGLIS et al., 1998). Esta bactéria é o principal agente de controle biológico utilizado atualmente. Este impulso foi verificado quando novos isolados de Bt começaram a apresentar um amplo e variado espectro de ação, controlando insetos de várias ordens como: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera e atualmente ácaros e nematóides (MELO; AZEVEDO, 1998), conforme às premissas do manejo integrado de pragas. Além das inúmeras vantagens de se utilizar produtos a base de Bt para o controle de pragas, dentre as principais destacam-se: alta especificidade aos insetos suscetíveis, não poluente ao meio ambiente, inocuidade aos mamíferos e a outros vertebrados e ausência de toxicidade as plantas (HÖFTE; WHITELEY, 1989).

2.6.2 Atividade Tóxica de *B. thuringiensis*

Trata-se de uma bactéria cosmopolita de solo, gram-positiva, esporulante e anaeróbia facultativa, encontrada também em insetos mortos, na água e em algumas plantas (MONNERAT; BRAVO, 2000). Durante a fase vegetativa e de esporulação, é capaz de produzir inclusões cristalinas responsáveis pela atividade tóxica desta espécie (POLANCZYK; ALVES, 2003). Contaminam os insetos por via oral, multiplicando-se no seu interior. Essas toxinas sintetizadas como protoxinas, provocam lesões no epitélio intestinal dos insetos em seu estágio larval. Após a ingestão, os cristais são solubilizados dentro do tubo digestivo graças a um pH alcalino, o que explica a alta susceptibilidade dos insetos com pH intestinal acima de 8,0 e são ativados por proteases contidas no fluido intestinal. A toxina liga-se a receptores específicos presentes na superfície da membrana das células epiteliais, formando poros e causando o desequilíbrio osmótico entre o meio intra e extracelular, em seguida, causa a lise celular e a morte da larva. Dentre as proteínas, a de maior interesse são as δ -endotoxinas, denominadas também como proteína-cristal ou proteínas Cry. (DE MAAGD et al., 2003).

A patogenicidade e a especificidade de uma linhagem de Bt são determinadas pelas proteínas *cry* funcionais que a mesma possui, aliado ao fato de se evidenciar alto grau de variabilidade genética nesta espécie. A caracterização molecular dos genes *cry* é geralmente a forma escolhida para a realização de buscas por novos isolados. A técnica de PCR (MULLIS; FALOONA, 1987) tem-se tornado essencial na caracterização de isolados a partir de regiões conhecidas do gene *cry*, além de comparar isolados pouco conhecidos e indicar a especificidade de cada gene para várias ordens de insetos (CAROZZI et al., 1991; BRAVO et al., 1998; PORCAR; JUAREZ-PEREZ, 2003).

A ação do Bt é muito relatada no controle de diversos lepidópteros, KOTA et al., (1999) observaram mortalidade de 100% em lagartas de *Helicoverpa zea* (Boddie) alimentadas com milho transgênico. Porém, segundo Aranda et al., (1996), as espécies do gênero *Spodoptera* são pouco suscetíveis à maioria das delta-endotoxinas produzidas pelo Bt. De acordo com Navon (1993), as espécies deste gênero não são sensíveis às linhagens comerciais de *B. thuringiensis kurstaki*. No entanto, os isolados de *B. thuringiensis aizawai* são considerados particularmente ativos contra lagartas de *Spodoptera* spp. (BEEGLE; YAMAMOTO, 1992).

Entretanto, Pereira et al., (2009) observaram que, tanto nos tratamentos com *B. thuringiensis aizawai*, quanto com *B. thuringiensis kurstaki*, as lagartas de *Spodoptera eridania* mostraram-se suscetíveis com mortalidade de 80 e 100% para lagartas de 1^o e 3^o ínstar, respectivamente. Estes resultados são compatíveis com diversos estudos realizados com linhagens originárias do Brasil que também obtiveram resultados promissores no controle de *Spodoptera* spp (POLANCZYK, 2004; BARRETO, 2005).

Já em relação a sua seletividade sobre inimigos naturais: como parasitóides e predadores em laboratório e a campo, foi evidenciado pouco ou nenhum efeito sobre estes organismos (SCHULER et al., 1999; WRAIGHT et al., 2000). Lembrando que os inimigos naturais são extremamente importantes no manejo de pragas, pois pragas secundárias podem tornar-se um problema, caso a população de insetos benéficos seja reduzida pelo uso de inseticidas químicos de amplo espectro.

É relatado na China, que o uso de algodão-Bt determinou a redução do uso de inseticidas químicos, resultando em aumento de 24% na população de inimigos naturais dos insetos-praga, quando comparado com campos de plantas de algodão não modificadas geneticamente e submetidas ao controle químico convencional. (XIA et al., 1999)

Em estudos sobre a inocuidade a vertebrados, foi comprovado aumento nos níveis de anticorpos em humanos (IgG e IgE), todavia não houve observação de desenvolvimento de doenças decorrentes da exposição ao patógeno (SIEGEL, 2001; BERNSTEIN et al., 1999).

Para Moraes et al., (1998), o Bt pode ser considerado o agente biológico de maior potencial inseticida devido não só às características de esporulação que lhe conferem resistência às condições adversas e de processamento industrial (BENINTENDE; MARQUEZ, 1996), mas também a alta compatibilidade com inimigos naturais e organismo não alvo; inocuidade sobre os vertebrados; biodegradabilidade ao meio ambiente; alto potencial como fonte de genes para desenvolvimento de plantas transgênicas (BAUER, 1995).

2.6.3 Pós Inertes

O uso de pós inertes para controlar pragas de grãos armazenados é uma técnica revisada por vários autores (EBELING, 1971; LOSCHIAVO, 1988; ALDRYHIM, 1990). Com a preferência dos químicos sintéticos, esse método foi negligenciado, porém, os

problemas que os inseticidas químicos estão hoje apresentando, como falhas de controle, resíduos em alimentos, resistência pelas pragas etc., estão proporcionando a retomada desse método muito eficaz no controle de pragas de grãos armazenados. Os pós inertes, além de muito seguros no uso e de apresentarem baixa toxicidade aos mamíferos, não afetam a qualidade dos grãos (EBELING, 1971; ALDRYHIM, 1990).

Existem quatro tipos básicos de pós inertes:

a) terra de diatomáceas proveniente de fósseis de algas diatomáceas possui naturalmente uma fina camada feita de sílica amorfa hidratada. O maior componente desses fósseis é a sílica, existindo também outros minerais, como alumínio, ferro, magnésio, sódio etc. Esse pó misturado com os grãos controla a maioria das pragas de grãos armazenados de forma eficaz (BANKS; FIELDS, 1995). Experimentos realizados na Embrapa Trigo com as principais pragas de trigo, arroz, milho e cevada demonstraram excelente desempenho da terra de diatomáceas (LORINI, 1994), o que salienta o potencial desse produto para ser empregado no Brasil como protetor de grãos. A dose eficaz do produto comercial Insecto® (terra de diatomáceas) é de 1-2 kg/t de grãos. Pode ser uma alternativa para controlar as pragas resistentes aos inseticidas químicos sintéticos e ser usado no manejo integrado de pragas de grãos armazenados.

b) argilas, areias e terra que têm sido empregadas como uma camada protetora na parte superior dos grãos, podendo ser misturados com a massa de grãos nas doses de 10 kg/t ou mais. As grandes quantidades necessárias do produto é um ponto negativo de seu uso, na atualidade, e que inviabiliza a sua ação eficaz de controle de pragas.

c) sílica aerogel produzida pela desidratação da solução aquosa de silicato de sódio. São pós não higroscópicos que são efetivos em doses mais baixas que a da terra de diatomáceas.

d) não derivados da sílica, como a pulverização de rochas fosfatadas. Na Austrália o hidróxido de cálcio é usado para proteger grãos destinados à alimentação animal (BANKS; FIELDS, 1995).

No Brasil os pós inertes são bastante difundidos na agricultura orgânica como fornecedores de nutrientes na adubação de plantas. Por serem ricos em silício, são associados também à resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995). A atividade prolongada destes pós, aliada à dificuldade dos insetos de desenvolverem resistência a eles, os fazem potencialmente competitivos. (ATUI et al., 2003).

O efeito inseticida dos pós inertes caulim e bentonita assim como acontece com a terra de diatomácea não tem sido muito estudado no Brasil, deixando a eficiência

destes ainda discutida, principalmente pela escassez de pesquisas e informações mais precisas permanecendo ainda muitas dúvidas.

2.6.4 Terra de Diatomáceas

A terra de diatomáceas (TD) é um sedimento amorfo que se origina de organismos unicelulares, como algas microscópicas aquáticas (ANDRADE et al., 2001) (Figura 1). É constituída predominantemente por dióxido de silício 86% amorfa, com partículas de aproximadamente 15 μm ; que provoca danos à cutícula dos insetos pela adsorção da cera da epicutícula e pela abrasão da cutícula, o que a torna permeável à água e promove a morte do inseto por dessecação (KORUNIC, 1998). É um material leve e de baixa massa específica aparente, cuja coloração varia do branco ao cinza escuro. Por ser praticamente atóxica, pode ser facilmente manuseada por trabalhadores rurais e de unidades armazenadoras, conferindo proteção à massa de grãos não deixando resíduos nos alimentos destinados ao consumo humano (MARIANO et al., 2006).

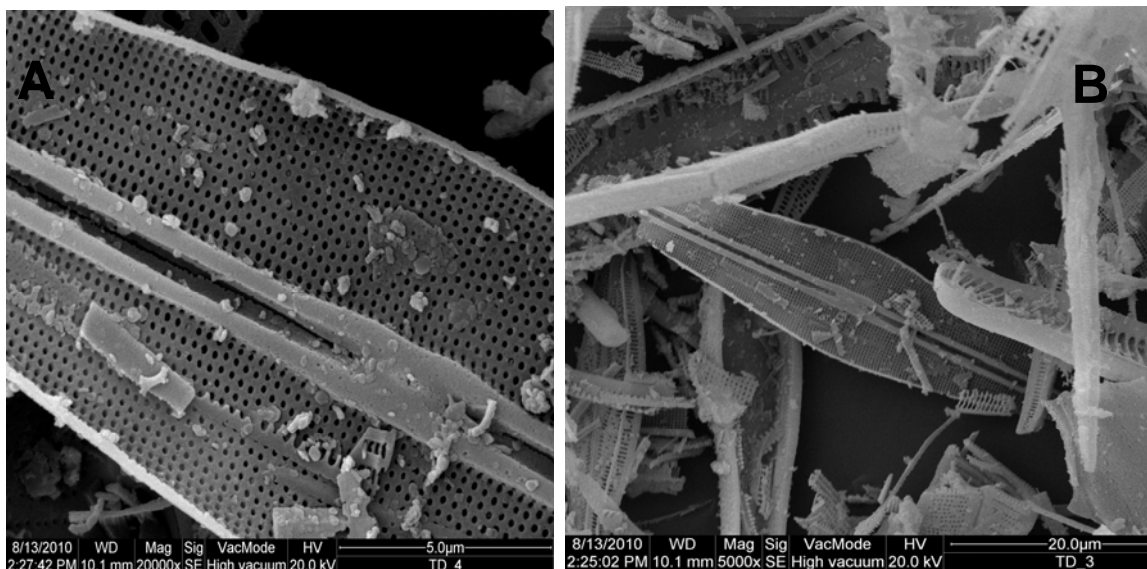


Figura 1 – Terra de diatomáceas observada em microscopia eletrônica de varredura, (A) - 5 μm , (B) 20 μm .

Foto: Kelly Christiane Constanski Silva

Oliveira et al., (2007) observaram atividade inseticida até oito meses após a aplicação da TD (60% de mortalidade) de *Alphitobius diaperinus*, demonstrando a persistência da ação inseticida na cama de aviário. Além disso, o produto apresentou ação repelente para os insetos, a qual deve ser considerada no estabelecimento de estratégias de controle deste inseto. Para esta mesma praga, Alves et al., (2006) constataram ação inseticida da TD, independente da concentração testada e da temperatura do aviário. E ainda, quando aplicada na cama de frango a TD provocou 78,1 e 49,1% de mortalidade de *A. diaperinus*, respectivamente para concentração equivalente a 172 e 86 g/m², indicando o potencial para utilização. Lorini e Schneider (1994), testando TD nas dosagens de 500, 750 e 1000g t⁻¹, obtiveram, após sete dias de tratamento, uma eficiência de mortalidade para *Sitophilus oryzae* de 19, 87 e 100%, respectivamente. PAULA (2001), utilizando as dosagens de 500, 750 e 1000g t⁻¹ em grãos de arroz para controle de *Cryptolestes ferrugineus*, *Rhyzopertha dominica* e *S. oryzae*, obteve, aos 7 dias após o tratamento, uma mortalidade de 35% na dosagem de 750g t⁻¹ e 47% com 1000g t⁻¹.

2.6.5 Caulim e Bentonita

Caulim e a bentonita são produtos em pó, balanceados e preparados através de moagens, micronização e standardização de argilas especiais, que têm mostrado um significativo aumento na vitalidade e resistência a doenças e alguns tipos de pragas, além de ter sido observado melhor desenvolvimento vegetativo da planta e características organolépticas do produto agrícola (ROCKSIL, 2007).

O caulim é uma argila primária, composto basicamente por argila mineral caulinita (Al₂Si₂O₅(OH)₄), com 46,5% de SiO₂; 39,5% de Al₂O₃ e 13,9% de H₂O (GRIM, 1968) (Figura 3). Funde-se a 1800°C, pouco plástica e utilizada na fabricação de massas para porcelanas, entre outras (ROSSI, 2007), além do uso na fabricação de produtos agrotóxicos e afins (BRASIL, 2008).

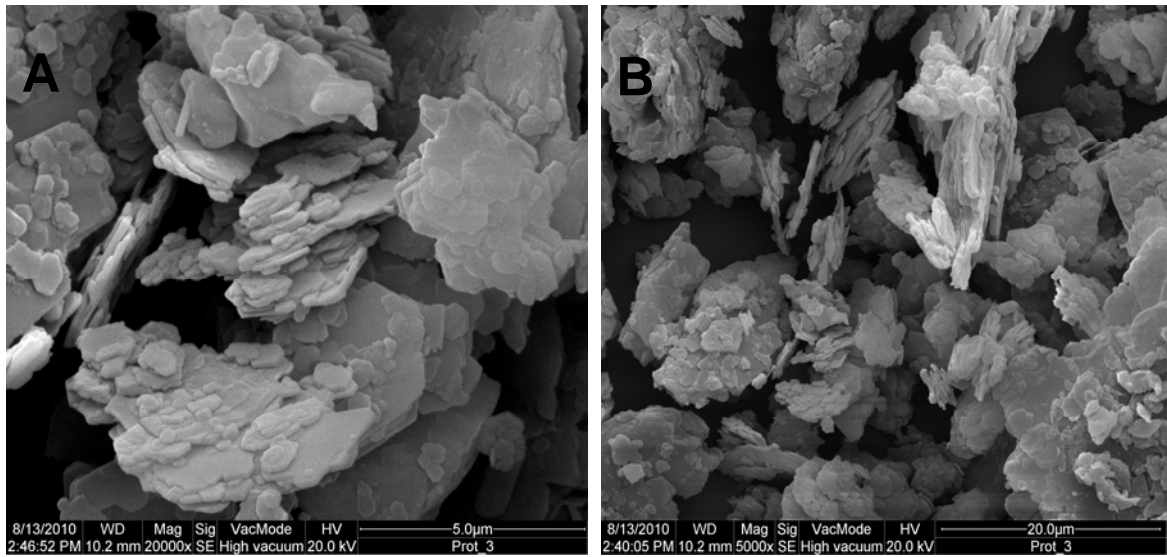


Figura 2 – Pó inerte caulim observado em microscopia eletrônica de varredura, (A) - 5µm, (B) 20µm.

Foto: Kelly Christiane Constanski Silva

Nos Estados Unidos, um produto que tem como base a argila de caulim é considerado não-sintético, permitido e comercializado para o controle de algumas pragas e doenças, principalmente para cultivos orgânicos, e já vem sendo utilizado em alimentos processados (aprovado pela U.S. Food and Drug Administration), como aditivo em cosméticos, em alguns produtos de higiene e em produtos de saúde. É usado também como veículo em alguns pesticidas, e realça o desempenho de alguns produtos microbiológicos (RASAD; RANGESHWARAN 2000; THOMAS, 2002).

Estudando o efeito de caulim sobre a alimentação e o comportamento de lagartas de *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae) foi observado que a barreira física é um dos maiores mecanismos de ação do produto em lagartas alimentadas com folhas de maçã pulverizadas com o produto. Este pó dificultou diretamente o consumo do tecido foliar e adicionalmente a esse efeito também pode ter inibido algum comportamento compensatório de alimentação que poderia ter ocorrido. Entretanto, o caulim produziu efeito fisiológico, pois machos alimentados com o produto em dieta artificial levaram maior tempo para empupar do que machos alimentados com dieta testemunha (SACKETT; BUDDLE; VINCENT, 2005).

Testando a eficiência de aplicações de formulações líquida e em pó de caulim, de partículas hidrofóbica e hidrofílica, no rendimento e qualidade dos frutos na cultura da pera, Puterka et al. (2000) obtiveram altos níveis de controle de pragas-chave nesta

cultura e preveniram danos de algumas doenças. Também observaram o efeito residual de uma safra para outra, na contenção de postura de insetos, porém a mudança da partícula de hidrofóbica para hidrofílica proporcionou baixo controle de determinadas doenças. O rendimento obtido foi quase o dobro em comparação à testemunha. Nenhuma das formulações do produto mostrou-se tóxica, nem para folhas, nem para fruto. A mudança das partículas de hidrofóbica para hidrofílica tornou mais fácil formular e dispersar o produto em água, possibilitando a utilização do equipamento de pulverização convencional. A multifuncionalidade e baixa toxicidade do caulim podem torná-lo uma alternativa interessante aos pesticidas convencionais.

Santoro et al., (2010) concluíram que os pós de rocha Protesyl® (caulim) e Rocksil® (bentonita), nas três concentrações estudadas, não apresentaram ação sobre *Alphitobius diaperinus*, com valores de mortalidade entre 1,4 e 4,9% diferenciando da TD com 60,2%. Esse resultado pode ser explicado pela menor concentração de dióxido de silício nos pós de rocha (17,4% no Rocksil® e 46,5% no Protesyl®) em comparação à concentração existente na TD (86,0%), visto que é o SiO₂ o responsável pelos danos à cutícula dos insetos e pela promoção da morte por dessecação (KORUNIC, 1998).

A bentonita, não tóxica, é composta de terra mineral, com 20,6% de Al₂O₃; 17,4% de SiO₂; 9,8% de S; 1,3% de CaO; 0,34% de TiO₂; 0,18% de MgO; 0,16% de Fe₂O₃ e 0,1% de P₂O₅; e traços de elementos minerais de origem vulcânica, tem recomendação para uso em agricultura, visando principalmente o mercado de produtos orgânicos, por ser um indutor de resistência (ALBUQUERQUE; UESUGI, 2000) (Figura 3). É facilmente dispersível em água e possui excelentes qualidades de adesão sobre os vegetais, sendo absorvido em duas horas. A eficiência e a não toxidez deste produto está documentada por uma série de experimentações em campo e em laboratório. Verduras, legumes, frutas, uvas, café, grãos, cogumelos, flores e outras culturas tratadas com bentonita, mostram um aumento significativo na vitalidade e resistência a doenças e algumas pragas. A bentonita substitui o uso de produtos à base de cobre no plantio orgânico e reduz o uso de fungicidas no manejo convencional, promovendo inclusive um melhor desenvolvimento vegetativo da planta e aumentando o teor de sólidos solúveis e açúcares (Brix) do produto final. Sendo recomendado para o manejo orgânico e viabiliza com sucesso o manejo integrado (LIA, 2010). Porém sua ação inseticida não é relatada na literatura.

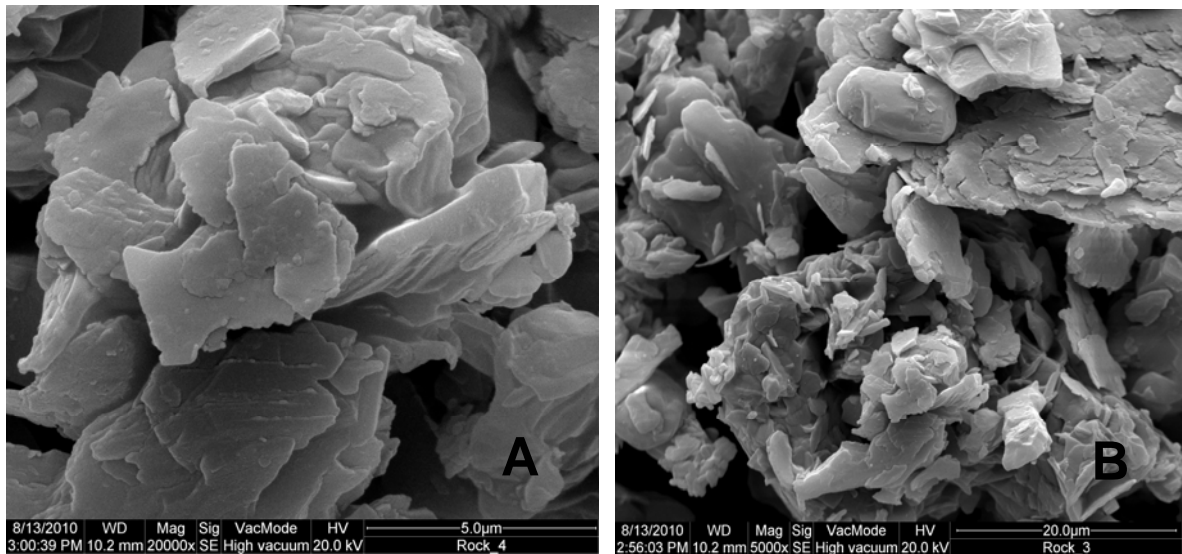


Figura 3 – Pó inerte bentonita em microscopia eletrônica de varredura (A) - 5µm, (B) 20µm.
Foto: Kelly Christiane Constanski Silva

2.6.6 Óleo de Nim

A família Meliaceae contém aproximadamente 11 espécies que possuem terpenóides com propriedades antialimentares a insetos (VanEMDEN, 2001; SIMMONDS et al., 1992 apud MARTINEZ 2001), como o nim (*Azadirachta indica* A. JUSS), que séculos antes dos inseticidas comerciais estarem disponíveis no mercado, seus derivados eram utilizados na Índia para proteger os cultivos agrícolas do ataque de insetos (SAXENA; JUSTO-JR; EPINO, 1984).

Esta família é muito estudada, pois contém um grande número de compostos repelentes e inseticidas, apresentando um potencial de controle por sua elevada eficiência e baixa toxicidade. Porém, o emprego de inseticidas botânicos depende da identificação dos compostos ativos, seu modo de ação, produção, formulação, estabilidade, doses, ação sobre inimigos naturais, persistência em campo, testes de toxicidade para registros, entre outros (MARTINEZ, 2002). Um considerável número de compostos ativos foram isolados das sementes de nim, como salanina, salanol, acetato de salanol, azadiradion, gedunin, nimbinem, entre outros, sendo que a maioria deles apresentou atividade antialimentar em bioensaios com *Epilachna varivestis* (SCHWINGER; EHHAMMER; KRAUS, 1984 apud SCHMUTTERER, 1990). Com relação aos isolados do óleo das sementes de nim, vilasinin, meliantriol, azadiradione, entre outros, também apresentaram forte

atividade antialimentar em insetos (KRAUS et al, 1987 apud SCHMUTTERER, 1990). Porém, dentre os compostos, a azadiractina é a que ocorre em maior concentração e apresenta maior atividade tóxica contra insetos (MARTINEZ; VanEMDEN, 2001), apresentando propriedades deterrente, anti-oviposição, antialimentar, reguladora de crescimento, redutora de fertilidade e “fitness” (SCHMUTTERER, 1990), sendo ideal para o manejo de pragas sem o uso de agrotóxicos (RICE, 1993).

A azadiractina é um triterpenóide e foi isolada de sementes de nim por Butterworth e Morgan (1968). É encontrada em vários órgãos da planta, principalmente, nas sementes, sendo mais utilizada na forma de óleo e extratos aquosos (GALLO et al., 2002).

Este composto afeta o desenvolvimento dos insetos de diferentes modos (MARTINEZ, 2002). De acordo com Rice (1993), a azadiractina tem dois principais sítios de ação nos insetos: receptores gustativos e células neuroendócrinas, sendo que, mesmo utilizando baixas concentrações desse triterpenóide, ocorre um distúrbio nas células do corpos cardíacos e corpos alados. Segundo Mordue; Blackwell (1993) apud Banken; Stark (1997), a azadiractina, age nos quimiorreceptores dos insetos, reprime a alimentação e a oviposição, além de afetar diretamente todas as atividades através de efeitos deletérios na mitose, na fisiologia do músculo e do intestino, e nos ritmos biológicos, retardando o desenvolvimento.

Seu primeiro modo de ação, entretanto, é através da inibição da liberação de hormônios (BANKEN; STARK, 1997). Pela sua semelhança com o hormônio da ecdise, altera a metamorfose ou a muda e, em altas concentrações, pode impedi-la, causando a morte do inseto. Por essa razão, as formas jovens de insetos são mais fáceis de controlar. Além disso, apresenta maior ação por ingestão, de modo que os insetos mastigadores são mais facilmente afetados. Porém, não causa a morte do inseto imediatamente, pois proporciona efeito fisiológico (MARTINEZ, 2002). Apresentando toxicidade em mais de 500 espécies de insetos (SILVA; MARTINEZ, 2004).

Estudos demonstraram que os produtos preparados a partir de nim são seguros para aranhas, adultos de várias espécies de insetos benéficos e ovos de muitos predadores, como coccinelídeos, e que estágios de ninfa/larva são mais ou menos suscetíveis, principalmente sob condições de laboratório, enquanto a campo não observou ou observou leves efeitos-colaterais (SCHMUTTERER, 1997). Segundo este mesmo autor, o uso de inseticidas contendo nim pode ser uma substancial contribuição para a preservação da biodiversidade no ecossistema, pela sua relativa seletividade.

Saxena; Justo; Epino (1984) também observaram que predadores como aranhas, insetos da família Veliidae (Heteroptera) e as espécies *Campylomma verbasci*

(Meyer) e *Atractotomus mali* (Meyer) (Heteroptera: Miridae) não são afetados pela torta de nim, nem pelo seu óleo, misturados a uréia, nas proporções de 1:10 e 2:10 (torta de nim: uréia) e 133 mL de óleo/Kg de uréia.

Cuidados devem ser tomados no uso de extrato de semente de nim e a avaliação do potencial impacto sobre populações de parasitóides deve ser realizada antes. Isso porque o extrato foi aplicado oral e topicamente sobre os 4º e 5º ínstaras de larvas de *Pieris brassicae* L. contendo larvas do parasitóide *Pholeastor (Apanteles) glomeratus* (L.), e topicamente sobre este, resultando em alta mortalidade do parasitóide devido à morte prematura do hospedeiro, aumento da mortalidade em estágios de vida posteriores e deformações em adultos emergidos, causando efeitos negativos diretos sobre o parasitóide (OSMAN; BRADLEY, 1993).

Boeke et al., (2004) também testaram produtos a base de nim e relataram que os extratos não aquosos foram os mais tóxicos para humanos, com uma dose de segurança estimada (DSE) de 0,002 a 12,5 g/peso corporal/dia. Os materiais não processados do óleo da semente e os extratos aquosos foram menos tóxicos (0,26 a 0,3 mg/Kg peso corporal/dia, 2 µL/Kg peso corporal/dia respectivamente). A maioria dos compostos puros mostrou uma toxicidade relativamente baixa (DSE da azadiractina 15mg/Kg peso corporal/dia). Para todos os preparados, efeito reversível na reprodução de mamíferos machos e fêmeas parece ser o mais importante efeito tóxico sob exposição sub-aguda ou crônica. Dos dados disponíveis, estimativas seguras para os vários preparados derivados de nim foram feitas e os resultados foram comparados para a ingestão de resíduos na comida tratada com preparados de nim como inseticidas. Os autores concluíram que, se aplicado com cuidado o uso de derivados de nim como inseticidas não deve ser desencorajado.

A ação de óleos e extratos de nim sobre os insetos é bastante variável de espécie para espécie e por isso tem sido relatado por pesquisadores como uma ferramenta promissora para o manejo integrado de pragas (BLEICHER; GONÇALVES; SILVA, 2007).

REFERÊNCIAS

- ALDRYHIM, Y.M. Efficacy of amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Dew. and *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**. v. 26, p. 207-210, 1990.
- ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A. Controle biológico da cigarrinha-da-raiz da canade-açúcar com o fungo *Metarhizium anisopliae*. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**, São Paulo, 19p, 2006.
- ANDRADE, M.S. et al. Especificação de sílica e estudo de metodologias de digestão de diatomito assistida por microondas com radiação focalizada. In: CONGRESSO ANUAL DA ABM INTERNACIONAL, 56., 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABM Internacional, 2001. p.1019-1028.
- ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Manole, 1998. 407p.
- ALVES, L.F.A. et al. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, p.115-118, 2006.
- ALVES, L.F.A; BUZARELLO, G.D; OLIVEIRA, D.G.P; ALVES, S.B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius Diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arq. Inst. Biol.** São Paulo, v.73, n.1, p.115-118, jan./mar., 2006
- ALDRYHIM, Y.N. Efficacy of the amorphous silica dust, dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.26, p.207-210, 1990.
- ARANDA, E. et al. Interactions of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins with the midgut epithelial cells of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.68, p.203-212, 1996.
- ATUI, M.B. et al. Evaluation of the methodology for detection of diatomaceous earth residue in wheat grain and flour. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.62, p.11-16, 2003.
- AZEVEDO, J.L. Microorganismos endofíticos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Ecologia Microbiana**. Jaguariúna : EMBRAPA, 1998. p.117-137.
- BANKS, H.J.; FIELDS, P.G. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. **Storedgrain ecosystems**. New York: Marcell Dekker, 1995. p.353-409.
- BANKEN, J. O; STARK, J. D. Stage and age influence on Susceptibility of *Coccinella septempunctata* after direct exposure to Neemix, a neem insecticide. **J. Econ. Entomol.** v. 90, n. 5, p. 1102-1105, 1997.

BARRETO, M.R. **Prospecção e caracterização de Genes de *Bacillus thuringiensis* com potencial para controle de insetos pragas da cultura da soja**. 2005. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BLEICHER E; GONÇALVES MEC; SILVA L. Efeito de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.110-113, 2007.

BRAVO, A.; SARABIA, S.; LOPEZ, L.; ONTIVEROS, H.; ABARCA, C.; ORTIZ, A.; ORTIZ, M.; LINA, L., VILLALOBOS, F. J.; PENA, G.; NUNEZ-VALDEZ, M. E.; SOBERON, M.; QUINTERO, R. Characterization of *cry* genes in a Mexican *Bacillus thuringiensis* strain collection. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 64, n.12, p. 4965-4972, 1998.

BEEGLE, C.C.; YAMAMOTO, T. Invitation paper (c.p. Alexander Fund): History of *Bacillus thuringiensis* Berliner research and development. **Canadian Entomologist**, v.124, p.587-616, 1992.

BERNSTEIN, I.; MILLER, M.; TIERZIEVA, S.; LUMMUS, Z.; SELGRADE. M, K.; DOERFLER, D. L.; SELIGYET, V. L. Immune responses in farm workers after exposure to *Bacillus thuringiensis* pesticides. **Environmental Health Perspectives**, v. 107, n. 7, p.575-582, 1999.

BENINTENDE, G.; MARQUEZ, A. Bactérias Entomopatógenas. In: LECUONA, R. E. **Microrganismos Patógenos Empleados em el Control Microbiano de Insectos Plaga**. Argentina, 1996. Cap. 4, 337p.

BRASIL. Instrução Normativa n. 64, de 18 de dezembro de 2008. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 dez. 2008.

BUENO, R.C.O.F.; CARNEIRO, T.R.; PRATISSOLI, D.; BUENO, A.F.; FERNANDES, O.A.. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1-6, 2008.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 55, p. 12-15, 2007.

BUTTERWORTH, J. H.; MORGAN, E. D.; **Chem. Commun.** 1968,

CAMPOS, Z. R. **Resistência de variedades de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2008. 67 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

CAROZZI, N. B.; KRAMER, V. C.; WARREN, G. W.; EVOLA, S.; KOZIEL, M.G. Prediction of insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* strains by polimerase chain reaction product perfíles. **Applied and Environmental Microbiology**, v.57, n.11, p.3057-3061, 1991.

CERUTI, F.C.; LAZZARI, S.M.N.; LAZZARI, F.A.; PINTO JR, A.R. Efficacy of diatomaceous earth and temperature to control the maize weevil in stored maize. **Scientia Agraria**. v.9, n.1, p.73-78, 2008.

SCHNEPF, E.; WHITELEY, H.R. Cloning and expression of the *Bacillus thuringiensis* crystal protein gene in *Escherichia coli*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v.78, p.2893-2897, 1981.

SIEGEL, J.P. The mammalian safety of *Bacillus thuringiensis*-based insecticides. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v.77, p.13-21, 2001.

CRICKMORE N., ZEIGLER D. R., E. SCHNEPF, J. VAN RIE, D. LERECLUS, J. BAUM, A. BRAVO, AND D. H. DEAN. **Bacillus thuringiensis toxin nomenclature**. 2005. Disponível em: <http://www.biols.susx.ac.uk/home/Neil_Crickmore/Bt/index.html>. Acesso em: 14 jun. 2010.

CRUZ, I. Manejo integrado da lagarta-do-cartucho do milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO .SAFRINHA., 4., 1997, Campinas. **Anais**. Campinas: IAC/CDV, 1997b. p.189-195.

CRUZ, I. Manejo integrado de Pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE O CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995, Campinas, SP. **Anais**. Campinas: SEB/Instituto Biológico, 1995b. p.48-92.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeitos da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.355- 359, 1982

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminum saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v. 45, p. 293-296, 1999

DEQUECH, S.T.B.; FIUZA, L.M.; SILVA, R.F.P.; ZUMBA, R.C. Histologia de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae) infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai* e com ovos de *Campoletis flavicincta* (Hym., Ichneumonidae). **Ciência Rural**, v. 37, n.1, p. 273-276, 2007.

DE MAAGD, R. A.; BRAVO, A; BERRY, C.; CRICKMORE, N.; SCNEPF, E. Structure, diversity, and evolution of protein toxins from spore-forming entomopathogenic bacteria. **Annual Review of Genetics**, v.37, p. 409-433, 2003.

EBELING, W. Sorptive dusts for pest control. **Annual Review of Entomology**, v.16, p.122-158, 1971.

FERREIRA, M. A. F. **Comportamento de oviposição, dispersão e alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro herbáceo**. 2003. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

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.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. C.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GRIM, R.E. **Clay mineralogy**. New York: McGraw-Hill, 1968. 596p.

HABIB, M.E.M.; ANDRADE, C.F.S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba : Fealq., 1998, p. 383-446.

HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTE, E. **Environmental risk assessment of genetically modified organisms**: methodologies for assessing Bt Cotton in Brazil. Cambridge: Cabi Publishing, 2006. 373 p.

HÖFTE, H.; WHITELEY, H.R. Insecticidal crystal protein of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiological Reviews*, v.53, n.2, p.242-255, 1989.

KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London: Overseas Development Administration, 166p. 1984.

KORNDÖRFER, G.H.; DATNOFF, L.E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, v.70, p.1-3, 1995.

KORUNIC, Z. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. **Journal of Stored Products Research**, v.4, p.87-97, 1998.

KOTA, M.; DANIELL, H.; VARMA, S.; GARCZYNSKI, S.F.; GOULD, F.; MOAR, W.J. Overexpression of the *Bacillus thuringiensis* (Bt) Cry2Aa2 protein in chloroplasts confers resistance to plants against susceptible and Bt-resistant insect. **Proceeding of the National Academy of Science**. Washington, v. 96, n. 5, p. 1840-1845, 1999.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LIA. R. **Insumo orgânico para todas as culturas, reforçador natural para vegetais**.

Dísponível em: <http://www.lia-ulmasud.com.br/pt_br/nossos-produtos/rocksil.html?Itemid=4>. Acesso em: 03 nov. 2010.

LOGUERCIO, L.L., SANTOS, C.G. ; BARRETO, M.R.; GUIMARÃES, C.T. ; PAIVA, E. Association of PCR and feeding bioassays as a large-scale method to screen tropical *Bacillus thuringiensis* isolates for a *cry* constitution with higher insecticidal effect against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Lett. Appl. Microbiol.**, v. 32, p. 362-367, 2001.

LOSCHIAVO, S.R. A safe method of using silica aerogel to control stored-product beetles in dwellings. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.81,p.1231-1236, 1988.

LORINI, I.; SCHNEIDER, S. **Pragas de grãos armazenados**: resultados de pesquisa. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1994. 48p.

MARKÓ, V.; BLOMMERS, L.H.M.; BOGYA, S.; HELSEN, H. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. **Journal of Applied Entomology**, v.132, n.1, p.26-35, 2008.

MARTINEZ, S.S. **O Nim - Azadirachta indica**: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR, 2002.

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

MULLIS, K.; FALOONA, F. Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase catalysed chain reaction. **Methods in Enzymology**, New York, v. 55, n. 2, p. 335-350, 1987.

MIRANDA, J. E. **Distribuição vertical de lagartas de *Spodoptera frugiperda* no algodoeiro**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2006. 4 p. (EMBRAPA/CNPA. Comunicado Técnico, 277).

MONNERAT, R. G.; BRAVO, A. Proteínas bioensetécidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: Modo de ação e resistência. In: ITAMAR MELO. (Org.). **Controle Biológico**. 1. ed. São Paulo: Embrapa, 2000. v. 3, p. 163-192.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F.; ARRUDA, R. O. M. Produção de bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 815-843.

NAVON, A. Control of lepidopteran pests with *Bacillus thuringiensis*. In: ENTWISTLE, P.F.; CORY, J. S.; BAILEY, M. J.; HIGGS, S. (Ed.). ***Bacillus thuringiensis*, an environmental biopesticide: theory and practice**. Chichester: John Wiley & Sons, 1993. p. 125-146.

NORA, I.; REIS FILHO, W.; STUKER, H. Danos de lagartas em frutos e folhas de macieira: mudanças no agroecossistema ocasionam o surgimento de insetos indesejados nos pomares. **Agropecuária Catarinense**, v. 2, p. 54-55, 1989.

OLIVEIRA, D.G.P.; ALVES, L.F.A. Interação do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. com terra diatomácea para o controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), o cascudinho dos aviários. **BioAssay**, v.2, p.6, 2007.

OSMAN, M.Z.; BRADLEY, J. Effects of neem seed extracts on *Pholeastor (Apanteles) glomeratus* L. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Pieris brassicae* L. (Lep., Pieridae). **Journal of Applied Entomology**, v.115, p.259-265, 1993.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 6. ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 2001. 134p.

PATEL, P. N. **Estudos de fatores bióticos de controle natural em populações de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 1981. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1981.

POLANCZYK, R.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: uma breve revisão. **Agrociência**, Montevideu, v.7, p. 1-10, 2003.

POLANZCZYK, R. A. **Estudos de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) visando o controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)**. 2004. 158p. Tese (Doutorado em Ciência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

PORCAR, M.; JUARÉZ-PÉREZ, V. pPCR-based identification of *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal genes. **FEMS. Microbiology Reviews**, v. 26, n. 5, p. 419-432, 2003.

PUTERKA, G.J.; GLENN, D.M.; SEKUTOWSKI, D.G.; UNRUH, T.R.; JONES, S.K. Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. **Environmental Entomology**, v.29, n.2, p.329–339, 2000.

RASAD, R.D.; RANGESHWARAN, R. Shelf life and bioefficacy of *Trichoderma harzianum* formulated in various carrier materials. **Plant Disease Research**, v.15, n.1, p.38-42, 2000.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO SUL., 28., 2000, Santa Maria.
Recomendações técnicas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2000/2001. Santa Maria: UFSM/CCR/Departamento de defesa Fitossanitaria, 2000. 148p.

PEREIRA, J. M.; SEII, A. M.; OLIVEIRA, M. F.; BRUSTOLIN; FERNANDES, P. M. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 39, n. 2, p. 140-143, abr./jun. 2009

RICE, M.J. Theory and practice of neem-based insect pest management. In: COREY, S.A., DALL, D.S., MILDE, W.N. (Ed.) **Pest Control and Sustainable Agriculture**. Camberra: CSIRO, 1993. p. 335-337.

RICIERI, J. A.; PASSOS, M. M.; SEBEM, M.; TURRA, S; GOUVEA, A.; FELTRIN, G.; GUDOSKI, M.; MAZARO, S. M.; DONAZOLLO, J. O manejo de pragas da soja no sudoeste do Paraná: 2005-2006. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v. 1, n. 1-4, p. 1-778, 2006.

ROCKSIL. **Agromix, Insumos Agrícolas**. Disponível em: <<http://www.agromixsp.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2010.

ROSSI, M.A.P. **As argilas**. Cerâmica: artes plásticas e arte popular. Disponível em: <http://www.portorossi.art.br/as_argilas.htm>. Acesso em: 11 jan. 2011.

SACKETT, T.E.; BUDDLE, C.M.; VINCENT, C. Effect of kaolin on fitness and behavior of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, v.98, n.5, p.1648-1653, 2005.

SAXENA, R.C.; JUSTO-JR, H.D.; EPINO, P.B. Evaluation and utilization of neem cake against the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). **Journal of Economic Entomology**, v.77, n.2, p.502-507, 1984.

SANTORO, P. H.; NEVES, P. M. O. J.; AMARO, J. T.; CONSTANSKI, K.; LÓPEZ, E. A. L.; ALVES, L. F. A. Associação de pós inertes com fungo entomopatogênico para o controle do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) **Ciência Rural**. 2010.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; NEVES, P. M. O. J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical entomology**, v. 34, n. 6, p. 903-910, 2005.

SANTOS, W.J. **Manejo** de pragas do algodão com destaque para o Cerrado Brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p. 403-521.

SIEGEL, J.P. The mammalian safety of *Bacillus thuringiensis*-based insecticides. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v.77, p.13-21, 2001.

SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1245-1254, 1999.

SCHULER, T.H. et al. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v.17, p.210-215, 1999.

PAULA, M.C.Z. **Manutenção da qualidade do arroz armazenado: monitoramento e controle de insetos**. 2001. 74f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, v. 43, p. 1-202, 2002.

SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, v.34, n.7, p.713-719, 1988.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.271-297, 1990.

SCHMUTTERER, H. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites and insects. **Journal of Applied Entomology**, v.121, n.2, p.121-128, 1997.

SUBRAMANYAM, B.; ROESLI, R. Inert dust. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (Ed.). **Alternatives to pesticide in stored-product IPM**. New York: Marcell Dekker, 2000. p.321-380.

SILVA, F.A.C. da; MARTINEZ, S.S. Effect of neem seed oil aqueous solutions on survival and development of the predator *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Neotropical Entomology**, v.33, n.6, p.751-757, 2004.

SILVA-FILHO, M.C.; FALCO, M.C. Interação planta-inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteinase produzidos pelas plantas. **Biociência, Ciência & Desenvolvimento**, v.2, p.38-42, 2000.

THOMAS, A. Evaluation of kaolin-based particle film coatings on insect and disease suppression, and heat stress in apples. **Organic Farming Research Foundation Project Report**. 2002. Disponível em: <http://ofrf.org/funded/reports/thomas_99-46.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2008.

VALADARES-INGLIS, M. C.; SOUZA, M. T. de; SHILER, W. Engenharia genética de microrganismos agentes de controle biológico. In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. v. 1, p. 208-217.

XIA, J.Y. et al. The role of transgenic Bt cotton in integrated insect pest management. **Acta Gossypium Symposium**, Pequim, v.11, p.57-64, 1999.

WRAIGHT, C.L. et al. Absence of toxicity of *Bacillus thuringiensis* pollen to black swallowtails under field conditions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v.97, n.14, p.7700-7703, 2000.

3 CAPITULO 1: SELEÇÃO DE ISOLADOS DE *Bacillus thuringiensis* PARA O CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* E *Spodoptera eridania*

Resumo

Bacillus thuringiensis (Bt) é uma bactéria entomopatogênica que, durante a esporulação, produz proteínas cristal, codificadas pelos genes *cry*, podendo atingir pragas de diversas ordens. O objetivo deste trabalho foi selecionar estirpes de Bt, por meio de bioensaios, determinando a patogenicidade contra *S. frugiperda* e *S. eridania* que são importantes pragas de diversas culturas. Avaliou-se qualitativamente 40 estirpes de Bt, liofilizadas. Lagartas de 2º instar foram alimentadas com folhas de milho cortadas (2,25 cm²) tratadas por meio de imersão em suspensão de esporos a 1% (p/v). As avaliações foram realizadas após 24, 48 e 72 horas, selecionando três estirpes (BR 37, BR 58 e BR 94) que foram responsáveis pela mortalidade acima de 85% das lagartas. Destas estirpes foram preparadas sete concentrações (0,015; 0,03; 0,06; 0,12; 0,25; 0,5 e 1,0% p/v) para determinação da CL₅₀. A estirpe responsável pela menor concentração letal foi a BR 58 para ambas as espécies sendo a dose de 0,12 (p/v) para *S. frugiperda* e 0,14 (p/v) para *S. eridania*. De acordo com os resultados obtidos a CL₅₀ desta estirpe não diferiu da CL₅₀ da estirpe padrão HDI subespécie *Kurstaki* para *S. eridania*, mostrando-se tão patogênica quanto a estirpe padrão.

Palavras chaves: Bioinseticidas. Controle biológico. Lagarta-do-cartucho. Bt.

3.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta grande importância por englobar várias espécies capazes de causar danos a diversas culturas. Cerca de metade das espécies desse gênero são consideradas pragas agrícolas, apresentando alto grau de polifitofagia, (POGUE, 2002).

Na América do Sul, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) é considerada praga-chave da cultura do milho e causa perdas significativas na produção quando não controlada, devido principalmente à voracidade das lagartas e sua ocorrência em todas as fases fenológicas da cultura (CRUZ et al., 1999). Já *S. eridania* (Cramer, 1782) é comumente encontrada na cultura da soja assumindo importância, normalmente, a partir do início da fase reprodutiva da cultura, quando além de se alimentar das folhas, ataca também as vagens da planta (SANTOS et al., 2005, BUENO et al., 2008,).

A medida de controle mais utilizada no manejo de *Spodoptera* spp. tem sido a aplicação de inseticidas (VAN LENTEREN; BUENO, 2003), muitas vezes utilizada de

maneira abusiva (FIGUEIREDO et al., 1999). Apesar do controle químico constituir uma ferramenta de grande importância na agricultura, o uso errôneo desse recurso pode ocasionar efeitos indesejáveis, como a rápida seleção de populações resistentes a determinado princípio ativo (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001). No manejo adequado de uma cultura agrícola é fundamental a adoção de estratégias de controle de insetos. A busca por métodos alternativos de controle tem sido realizada com afincos por vários laboratórios ao redor do mundo, devido à necessidade de uma agricultura mais sustentável e desenvolvida, preocupada com a preservação do meio ambiente (BOBROWSKI et al., 2003).

O uso de bioinseticidas formulados a base de *B. thuringiensis* (Bt), vem contribuindo para o início da substituição ou redução dos inseticidas convencionais em diversas áreas, além de incentivar novas pesquisas sobre a utilização desta bactéria na agricultura (van FRANKENHUYZEN, 1993). Os investimentos em produção de agentes microbianos para controle biológico no Brasil vem crescendo desde a década de 80, devido às exigências ecológicas e ambientais da sociedade (ALVES, 1998). Dentre os agentes utilizados, as bactérias têm se destacado, especialmente na família Bacillaceae com a espécie *B. thuringiensis* (VALADARES-INGLIS et al., 1998), sendo o principal agente de controle biológico utilizado atualmente tanto para o controle de pragas na agricultura e áreas de reflorestamento, como no controle de vetores de doenças humanas e de animais (LEMOS; ALVES, 2000).

O grande impulso na comercialização de Bt foi verificado com a descoberta de linhagens com um amplo e variado espectro de ação, controlando insetos das ordens Lepidoptera, Diptera, Coleoptera e também ácaros e nematóides (MELO; AZEVEDO, 1998). Desde o primeiro produto lançado na França em 1938, mais de 100 formulações foram colocadas no mercado mundial, sendo atualmente responsáveis por mais de 90% do faturamento de bioinseticidas. (TAMEZ-GUERRA et al., 2001).

A variabilidade genética existente entre diferentes isolados de Bt é estudada principalmente por meio da utilização de técnicas como a PCR (Reação de Polimerase em Cadeia), que se baseia na atividade da enzima DNA polimerase capaz de produzir uma cadeia de DNA complementando a outra já existente. Através desta técnica é possível detectar indícios da presença de genes que codificam para as proteínas tóxicas já conhecidas, ou não; o que pode indicar a patogenicidade dos isolados de Bt (KUO; CHARK, 1996).

Para tanto são necessários testes preliminares para seleção de linhagens patogênicas as espécies de insetos – pragas, justificando a necessidade de mais trabalhos para buscar isolados mais ativos para o controle de *Spodoptera*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Origem das Estirpes

Foram avaliadas 40 estirpes de *B. thuringiensis* pertencentes ao banco de entomopatógenos do Laboratório de Genética e Taxonomia de Bactérias da Universidade Estadual de Londrina (estirpes BR) e da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (estirpes S), originadas de amostras de solo e água em diferentes regiões do Brasil. As estirpes foram recebidas na forma liofilizada, em seguida foram dissolvidas na concentração de 1% (p/v) em água destilada esterilizada e Tween 20 (0,005% v/v) e agitadas em Vortex® por 60 segundos.

3.2.2 Bioensaios Seletivos

Os bioensaios foram realizados em condições de laboratório com lagartas de 2° instar de *S. frugiperda* e *S. eridania* provenientes de criação de insetos da Embrapa-Soja. Folhas de milho, previamente desinfetadas com solução de água destilada e hipoclorito (1%), foram cortadas (2,25 cm²) e após a secagem completa, imergidas na suspensão de Bt e após duas horas, oferecidas às lagartas. Para a testemunha foram oferecidas folhas de milho imergidas apenas em solução aquosa de Tween 20. As lagartas foram individualizadas para evitar o comportamento de canibalismo, para isso foi confeccionado um recipiente formado de tampas de garrafa pet (20 tampas) coladas em placa de acrílico (20X25cm). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de 20 insetos, mantidos em câmara climatizada (25 ± 1°C e fotófase de 12 horas). As avaliações de mortalidade foram realizadas 24, 48, e 72 horas após a inoculação.

3.2.3 Determinação da Concentração Letal (CL₅₀)

Para as estirpes responsáveis por mortalidade acima de 85% nos bioensaios seletivos, foi determinada a concentração letal CL₅₀. Foram preparadas sete concentrações (0,015; 0,03; 0,06; 0,12; 0,25; 0,5 e 1,0%) como descrito anteriormente. A concentração letal CL⁵⁰ de algumas estirpes responsáveis pela mortalidade acima de 85% não foi realizada pela

falta de material. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de 20 insetos (lagartas de segundo ínstar). Os dados de mortalidade foram submetidos a análise de Probit (FINNEY, 1971).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 40 estirpes de *B. thuringiensis* testadas (tabela 1), foram selecionadas três para determinação da CL₅₀ (BR 37, BR 58, BR 94) e mais a estirpe padrão HDI subespécie *kurstaki* (BtK), sendo estas estirpes responsáveis pela mortalidade acima de 85% das duas espécies de *Spodoptera*.

Embora existam relatos na literatura de que espécies de *Spodoptera* apresentam baixa suscetibilidade aos produtos a base de BtK (MORALES; NOVOA, 1992; NAVON, 1993; BOHOROVA et al., 1997; NYOUKI et al., 1996), os bioensaios realizados demonstraram que as estirpes HDI-BtK, apresentou alta atividade às duas espécies de *Spodoptera* estudadas. É interessante mencionar que a alta eficiência de HDI-BtK com 100% de mortalidade para ambas as espécies, foi também constatada por Santos et al., (2008). Das 40 estirpes testadas, 16 foram responsáveis por uma mortalidade acima de 70% para *S. frugiperda* e 13 para *S. eridania* (Tabela 1).

Tabela 1 – Mortalidade (%) provocada por diferentes estirpes de *B. thuringiensis* contra *S. frugiperda* e *S. eridania* de segundo ínstar nos bioensaios seletivos após três dias de inoculação.

Estirpes	% mortalidade		Estirpes	% mortalidade	
	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. eridania</i>		<i>S. frugiperda</i>	<i>S. eridania</i>
Br 06	86	72	S 325	31	54
Br 14	67	11	S 390	22	76
Br 16	87	17	S 545	9	72
Br 26	48	52	S 550	2	*
Br 36	82	14	S 1122	69	6
Br 37	96	96	S 1264	8	86
Br 40	67	63	S 1265	92	86
Br 46	68	16	S 1269	100	70
Br 48	86	51	S 1342	3	64
Br 56	62	58	S 1365	13	61
Br 58	94	94	S 1460	88	86
Br 78	91	85	S 1534	6	10
Br 79	74	68	S 1538	22	*
Br 87	54	7	S 1552	1	*
Br 94	93	88	S 1704	0	*
Br 128	56	0	S 1834	0	*
Br 138	71	55	S 1975	27	*
Br 139	72	60	S 1989	77	48
S 147	22	98	HDI	100	100
S 198	100	88	Testemunha	0	0

*Estirpes não testadas.

Nos bioensaios de doses as CL_{50} variaram de 0,14 a 0,19 (p/v) para *S. eridania* e de 0,12 a 0,35 (p/v) para *S. frugiperda* (Tabela 2).

A estirpe responsável pela menor concentração letal foi a BR 58 para ambas as espécies sendo a dose de 0,12 (p/v) para *S. frugiperda* e 0,14 (p/v) para *S. eridania*. De acordo com os resultados obtidos a CL_{50} desta estirpe não diferiu da CL_{50} da estirpe HDI-BtK para *S. eridania*, mostrando-se tão patogênica quanto a estirpe padrão.

Tabela 2 – CL_{50} de estirpes de *B. thuringiensis* contra lagartas de *S. eridania* e *S. frugiperda* de 2º ínstar após 72 horas de incubação.

Espécies	Estirpes	CL_{50} (p/v)	Intervalo de confiança (95%)	χ^2	Equação de regressão
<i>S. eridania</i>	HDI	0,14	0,11 – 0,18	5,83*	$Y = 6,58 + 1,888. \log X$
	BR 37	0,18	0,14 – 0,25	9,62*	$Y = 6,43 + 1,974. \log X$
	BR 58	0,14	0,10 – 0,19	13,91	$Y = 6,75 + 2,034. \log X$
	BR 94	0,19	0,17 – 0,23	3,09*	$Y = 6,45 + 2,038. \log X$
<i>S. frugiperda</i>	HDI	0,13	0,19 – 0,52	13,60	$Y = 6,72 + 1,963. \log X$
	BR 37	0,35	0,24 – 0,47	20,92	$Y = 6,23 + 2,723. \log X$
	BR 58	0,12	0,08 – 0,17	14,59	$Y = 6,83 + 1,995. \log X$
	BR 94	0,24	0,16 – 0,32	9,66*	$Y = 6,50 + 2,463. \log X$

*Não-significativo pelo teste Qui-quadrado, a 5% de probabilidade.

Nota-se uma variação de toxicidade entre as estirpes para as espécies de *Spodoptera*, sendo as maiores CL_{50} encontradas para a espécie *S. frugiperda* (0,24 e 0,35 p/v) para as estirpes BR 37 e BR 94, respectivamente. Porém estatisticamente não houve diferença entre estas estirpes para as duas espécies de *Spodoptera*.

Existe uma grande variação nos relatos de seleção de estirpes de Bt para espécies de *Spodoptera*. Em estudo onde se testaram 352 estirpes, nativas do México, contra *S. frugiperda*, somente uma causou mortalidade acima de 70% (BOHOROVA et al. 1996). Em outro estudo de 52 estirpes testadas somente duas promoveram mortalidade de 100% (HERNANDEZ, 1988) e também em estudo realizado por Polanczyk (2004) de 139 estirpes avaliadas somente sete isolados mostraram-se ativos contra *S. frugiperda*, destacando-se UFRGS 68-5 que causou 45,0% de mortalidade, seguido por UFRGS 98-4 com 30,0%, níveis considerados baixos.

Porém, maiores taxas de mortalidade foram obtidas em um estudo onde de 23 estirpes oito provocaram 100% de mortalidade de *S. frugiperda* DIAS et al., (1999). Também avaliando 100 estirpes, Santos et al., (2008) obtiveram sete que provocaram mortalidade acima de 70% para três espécies: *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. cosmioides*. Excelentes resultados são relatados por Pratissoli et al., (2007), onde 31 estirpes causaram 100% de mortalidade de *S. frugiperda*.

Essa variação encontrada nos estudos de seleção para *Spodoptera* spp pode ser explicada por fatores como o inibidor presente no suco gástrico (*S. frugiperda*) a solubilização do cristal, ativação da protoxina e a ligação da toxina ativada a receptores no

epitélio intestinal. Nesse último há maior complexidade funcional e é, geralmente, determinante no desenvolvimento da doença no inseto-alvo (POLANCZYK; ALVES, 2003; PEYRONNET et al. 1997). Estes e outros mecanismos podem também estar presentes em algumas populações e ausentes em outras explicando a diferença dos resultados obtidos. Já em relação aos receptores, há afirmação de que em *S. frugiperda* não exista relação entre a capacidade de ligação aos receptores e a toxicidade, considerando ainda que a atuação da proteína é um processo complexo, no qual a ligação com um receptor é uma etapa necessária, mas insuficiente para conferir atividade inseticida (ARANDA et al., 1996).

Porém, mesmo sendo difícil selecionar estirpes eficientes para o controle de *Spodoptera* spp, em alguns países, principalmente na América Latina, este patógeno tem sido utilizado no controle de *S. frugiperda* em várias culturas, além de ser produzido de forma artesanal (GUERRA et al., 2001; PÉREZ; VASQUÉZ, 2001).

3.4 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste trabalho mostram que das 40 estirpes testadas, 29 possuem potencial para o controle de *S. frugiperda* e *S. eridania* pois causaram mortalidade acima de 70%.

As estirpes mais virulentas poderão ser utilizadas em produtos comerciais bem como estudadas como possíveis fontes de genes a serem utilizados no desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas de forma disponibilizar novas tecnologias para os produtores.

REFERÊNCIAS

ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ,1163p. 1998.

ARANDA, E. et al. Interactions of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins with the midgut epithelial cells of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.68, p.203-212, 1996.

BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 34. p.843-850, 2003.

- BOHOROVA, N.; MACIEL, A.M.; BRITO, R.M.; AGUILART, L.; IBARRA, J.E.; HOISINGTON, D. Selection and characterization of mexican strains of *Bacillus thuringiensis* active against four major lepidopteran maize pests. **Entomophaga**, v.41, n.2, p.153-165, 1996.
- DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 311-316, 2001.
- FIGUEIREDO, MLC; OLIVEIRA, AC; VASCONCELOS, CA. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, v.45, p.293-296. 1999.
- GUERRA, P.T.; WONG, L.J.G.; ROLDÁN, H.M. Bioinseticidas: su empleo, producción y comercialización em México. **Ciencia UANL**, Ciudad del México, v.4, n.2, p.143-152, 2001.
- HERNANDEZ, J.L.L. Évaluation de la toxicité de *Bacillus thuringiensis* sur *Spodoptera frugiperda*. **Entomophaga**, v. 33, p. 163-171, 1988.
- KUO, W. A.; CHARK, K. F. Identification of novel cry-type genes from *Bacillus thuringiensis* strains on the basis of restriction fragment length polymorphism of the PCR-amplified DNA. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 62, n.4, p. 1369-1377, 1996.
- LEMOES, M. V. F.; ALVES, L. M. C. . Methodology for fast evaluation of *Bacillus thuringiensis* crystal protein content. **Brazilian Journal Of Microbiology**, v. 31, p. 216-219, 2000.
- MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. de. **Controle biológico**. Jaguariúna : Embrapa-CNPMA, 1998. 264 p.
- MORALES, G.G.; NOVOA, A.S. Selección de cepas de *Bacillus thuringiensis* para control de insectos lepidópteros. **Southwestern Entomologist**, v.17, n.1, p.63- 67, 1992.
- NAVON, A. Control of lepidopteran pests with *Bacillus thuringiensis*. In: ENTWISTLE, P.F.; CORY, J.S.; BAILEY, M.J.; HIGGS, S. (Ed.). **Bacillus thuringiensis, an environmental biopesticide: theory and practice**. Chichester : John Wiley & Sons, 1993. p.125-146.
- NYOUKI, F.F.R.; FUXA, J.R.; RICHTER, A.R. Spore-toxin interactions and sublethal effects of *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Entomological Science**, v.31, n.1, p.52-62, 1996.
- PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; GRECCO, E. D.; FERREIRA, R. A.; HOLTZ, A. Efeito entomotóxico de novos isolados de *Bacillus thuringiensis* em duas populações de *Spodoptera frugiperda* oriundas de minas gerais e do espírito santo. **Rev. Bras. Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 2, p. 140-148, 2007.

PÉREZ, N.; VASQUÉZ, L. L. Manejo ecológico de plagas. In: FUNES, F. et al., (Ed.). **Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible**. La Habana: Cuba, 2001. p.191-226.

PEYRONNET, O.; VACHON, V.; BROUSSEAU, R. Effect of *Bacillus thuringiensis* toxins on the membrane potential of lepidopteran insect midgut cells. **Applied and Environmental Microbiology**, Massachusetts, v.63, n.5, p.1679-1684, 1997.

POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, v. 43, p. 1-202, 2002.

POLANCZYK, R. A.; SILVA, R. F. P. da; FIUZA, L. M. Isolamento de *Bacillus thuringiensis* Berliner a partir de amostras de solos e sua patogenicidade para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n. 2, p. 209-214, 2004.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: uma breve revisão. **Agrociência**, v. 7, n. 2, p.1-10, 2003.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; NEVES, P. M. O. J. Biología de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical entomology**, v. 34, n. 6, p. 903-910, 2005.

SANTOS, K. B. **Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* tóxicas à *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera : Noctuidae)**. 2008. 75 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

TAMEZ-GUERRA, P.; GALÁN-WONG, L.J.; MEDRANO-ROLDÁN, H.; GARCIAGUTIÉRREZ, C.; RODRIGUEZ-PADILLA, C.; GOMEZ-FLORES, R. A.; TAMEZ GUERRA, R.S. Bioinseticidas: su empleo, producción y comercialización en México. **Ciencia UANL**, v.4, p.143-152, 2001.

VALADARES-INGLIS, M. C.; SOUZA, M. T. & SHILER, W. Engenharia genética de microrganismos agentes de controle biológico. In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. v. 1, p. 208-217.

VAN FRANKENHUYZEN K. The challenge of *Bacillus thuringiensis*. In: ENTWISTLE, P. F.; CORY, S.; BAILEY, M. J.; HIGGS, E. S. (Ed.). ***Bacillus Thuringiensis*, an Environmental Biopesticide: theory and practice**. Chichester, UK: Wiley, 1993. p. 1–23.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, Paris, v. 48, n. 2, p. 123-138, 2003.

4 CAPITULO 2: CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH) E *Spodoptera eridania* (CRAMER) COM PÓS INERTES ASSOCIADOS AO ÓLEO DE NIM

Resumo

Dentre as pragas de grande importância agrícola no Brasil, as lagartas do gênero *Spodoptera* ocupam lugar de destaque, pois atacam diversas culturas. A principal estratégia de controle desse inseto é a aplicação de inseticidas sintéticos, porém métodos alternativos vem sendo pesquisados e utilizados. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência dos pós inertes caulim, bentonita e da terra diatomácea (TD), na forma sólida e suspensos em água, isoladamente ou em associações com o óleo de nim para o controle de *S. frugiperda* e *S. eridania*. Os pós inertes foram aplicados na forma sólida (1; 1,5 e 2 g em 32 folíolos de tomate com aproximadamente 15 cm² e 32 pedaços de folha de milho com 36 cm²) e oferecidos as lagartas de segundo ínstar. A maior mortalidade foi observada para a bentonita com 100% nas concentrações de 1,5 e 2g e para *S. eridania* e de 93,3% para *S. frugiperda* na concentração de 2g. Já a TD provocou 65% de mortalidade para *S. eridania* e 46,6% para *S. frugiperda*. O caulim só diferiu da testemunha para *S. eridania* na maior concentração com 41,2% de mortalidade. Para avaliar a preferência para alimentação, lagartas de segundo ínstar foram colocadas em gerbox contendo alimento tratado e não tratado com os diferentes pós, a repelência ao alimento tratado foi observado já na primeira hora de exposição em todos os tratamentos mantendo-se nas avaliações seguintes para as duas espécies de *Spodoptera*. Para analisar os aspectos biológicos, as lagartas foram alimentadas com plantas tratadas com os pós durante todo ciclo larval. Somente para *S. eridania* houve aumento de dois dias na duração larval nos tratamentos com TD. Já em relação a razão sexual a (%) de machos foi superior nos tratamentos com caulim com 84,62% para *S. frugiperda* e 73,97 para *S. eridania*. *S. eridania* alimentadas com TD tiveram peso pupal menor em relação as alimentadas com caulim, porém este peso não diferiu da testemunha. Ocorreu mortalidade de 100% nos insetos alimentadas com bentonita. Quando este pó foi aplicado nas plantas em casa de vegetação (2g/planta) e após duas horas as folhas e os folíolos foram oferecidas as lagartas foi observada a mortalidade de 86,7% para *S. frugiperda* e 83,3% demonstrando o potencial deste agente no controle destas pragas. No teste com pós suspensos em água (5; 7,5 e 10% p/v), isoladamente ou associados ao óleo de nim (3%), o alimento foi pulverizado com 0,2 ml da calda sobre cada face do folíolo ou folha, as maiores mortalidade foram obtidas nas associações dos pós bentonita e caulim com o óleo de nim nas maiores concentrações para *S. frugiperda* sendo estes tratamentos classificados como não aditivos sinérgicos. Para esta mesma espécie as menores concentrações de TD e caulim foram classificados como não aditivos antagônicos. Já para *S. eridania* os três pós nas três concentrações associadas ao óleo de nim não foram diferentes entre si, sendo superiores a testemunha e classificados como não aditivos sinérgicos.

Palavras-chave: Caulim. Terra de diatomácea. Bentonita. Controle alternativo.

4.1 INTRODUÇÃO

O complexo de lagartas do gênero *Spodoptera* sp. (Lepidoptera–Noctuidea) são exemplos de pragas que vem crescendo em importância econômica atacando diversas culturas. As lagartas de pelo menos metade das espécies de *Spodoptera* constituem-se pragas agrícolas, e apresentam alto grau de polifitofagia (POGUE, 2002). Dentre as espécies que ocorrem no Brasil destacam-se *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides* que são pragas importantes de várias plantas cultivadas, como: algodão, milho, tomate, soja, sorgo, feijão, hortaliças e frutíferas, danificando os órgãos das plantas e ocasionando prejuízos significativos (KING; SAUNDERS, 1984).

O controle destas lagartas tem sido realizado frequentemente com produtos químicos, que são aplicados logo que detectada sua ocorrência na cultura. No entanto, a má regulação dos equipamentos, a escolha incorreta de produtos químicos e a condução nem sempre adequada da cultura têm aumentado o número médio de aplicações de inseticidas, sem um adequado controle da praga (CRUZ, 1997). Além do uso excessivo de produtos químicos resultar em problemas para os aplicadores e consumidores, também pode causar efeitos negativos em inimigos-naturais e polinizadores; facilitar o desenvolvimento de resistência e ressurgência de insetos, além de contaminar o ambiente (BOIÇA-JÚNIOR; ANGELINI; COSTA, 2006).

Várias técnicas são estudadas e empregadas como métodos de controle de insetos: inimigos naturais como: predadores e parasitóides, os agentes de controle microbiano como: fungos, bactérias, vírus, e também o uso de substâncias repelentes ou inseticidas, naturalmente produzidas por algumas plantas, conhecidas como bioinseticidas (KUMAR; POEHLING, 2006; LOVATTO; GOETZE; THOMÉ, 2004), além de produtos de origem mineral como os pós de inertes (SANTORO et al., 2010). Estes são bastante difundidos na agricultura orgânica como fornecedores de nutrientes na adubação de plantas. Por serem ricos em silício, são associados também à resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995). Sua atividade prolongada, aliada à dificuldade dos insetos de desenvolverem resistência a eles, os fazem potencialmente competitivos para o controle de pragas.

Dentre os pós inertes mais estudados destacam-se o caulim e a terra de diatomáceas. O caulim tem como principal mecanismo de ação a barreira física, pois dificulta diretamente o consumo de tecido foliar pelo inseto (SACKETT; BUDDLE; VINCENT 2005), já a terra de diatomáceas, constituída predominantemente por dióxido de silício (86%),

provoca danos à cutícula dos insetos pela adsorção da cera da epicutícula e pela abrasão da cutícula, o que a torna permeável à água e promove a morte do inseto por dessecação (KORUNIC, 1998).

Entre as plantas, estão as da família meliácea (SOUZA; VENDRAMIM, 2004), como o nim (*Azadirachta indica* A. Juss), contendo a azadirachtina, um triterpenóide com forte ação anti-alimentar, repelente e redutora de oviposição. Também age como regulador de crescimento, atrasando ou impedindo a muda para uma variedade de insetos polípagos, além de causar significativa mortalidade, particularmente nos estágios imaturos (COUDRIET et al., 1985; SCHUMUTTERER, 1990).

O efeito dos pós de rocha sobre o controle de insetos por contato, como acontece com a terra de diatomáceas, não tem sido muito estudado. Na busca de alternativas para reduzir os prejuízos com ataques de *Spodoptera* sp. com métodos menos agressivos ao meio ambiente, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de pós inertes, na forma sólida e diluída, isoladamente e em associações com óleo de nim para o controle destas pragas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em condições de laboratório com lagartas de segundo instar de *S. eridania* e *S. frugiperda* cedidas pelo laboratório de criação de insetos da Embrapa – Soja. Os produtos, seus componentes e as concentrações utilizadas estão descritos no quadro 1.

Quadro 1 – Agentes de controle testados para *S. eridania* e *S. frugiperda* seguidos de nome comercial, componentes e concentração utilizada.

Agentes de controle	Nome comercial	Componentes	Concentração utilizada
TD	Keepdry	86% de dióxido de sílica amorfa	1; 1,5 e 2 g - sólidos 5; 7,5 e 10% - suspensão
Bentonita	Rocksil	Terra mineral, com 20,6% de Al ₂ O ₃ ; 17,4% de SiO ₂ ; 9,8% de S; 1,3% de CaO; 0,34% de TiO ₂ ; 0,18% de MgO; 0,16% de Fe ₂ O ₃ e 0,1% de P ₂ O ₅	1; 1,5 e 2 g - sólidos 5; 7,5 e 10% - suspensão
Caulim	Protesyl	Argila mineral caulinita (Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄), com 46,5% de SiO ₂ ; 39,5% de Al ₂ O ₃ e 13,9% de H ₂ O	1; 1,5 e 2 g - sólidos 5; 7,5 e 10% - suspensão
Óleo de nim	Neem Azal	Azadirachtina A	3%

4.2.1 Pós inertes Aplicados de Forma Sólida

Para a realização dos bioensaios foram utilizados folíolos de tomate e folhas de milho de plantas com 40 dias de emergência, produzidos em casa de vegetação sem pulverização ou aplicação de produtos fitossanitários e ou adubos. Após a lavagem e retirada do excesso de água, 32 folíolos de aproximadamente 15 cm² cada e 32 pedaços de folhas de milho 36 cm² foram acondicionados em sacos de polipropileno contendo os pós inertes. Os sacos foram agitados manualmente por 30's. Para as lagartas de *S. eridania* foram colocados quatro folíolos de tomate em uma placa de acrílico de 9 cm de diâmetro contendo 10 lagartas (repetição). Para as lagartas de *S. frugiperda* foi colocado um pedaço da folha de milho em cada placa, contendo uma lagarta (repetição), pois são canibais. Após o segundo dia o alimento foi substituído por alimento não tratado. Para a testemunha foi oferecido alimento não tratado. O experimento foi mantido em câmara climatizada (25 ± 1 e fotoperíodo 12 horas) a mortalidade foi avaliada no 3° e 6° dia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições de 10 insetos para *S. eridania* e de 30 repetições de um inseto para *S. frugiperda*, as médias foram analisadas pelo teste de qui-quadrado, e os dados de mortalidade total foram corrigidos pela fórmula de Schneider e Orelli (NAKANO et al., 1981).

4.2.2 Preferência Alimentar de *S. eridania* e *S. frugiperda*

Para *S. eridania* foram utilizados 32 folíolos de tomate de aproximadamente 15 cm² e para *S. frugiperda* 32 pedaços de folhas de milho 36 cm², tratados com pós na forma sólida na concentração de 2g por saco, como descrito no experimento anterior possibilitando a total cobertura do tecido foliar em ambas as faces. Após serem tratados os folíolos foram presos em uma fita de papel filtro (2x10 cm) e dispostos de um lado da caixa do outro lado foram acondicionados três folíolos não tratados (testemunha) também presos a fitas de papel filtro o recipiente utilizado foi uma caixa acrílica com tampa (gerbox: 11×11×3,5cm). Para *S. frugiperda* foi realizado um pré teste para observar se haveria comportamento de canibalismo durante o período de avaliação, como este comportamento não foi detectado as lagartas foram acondicionadas em recipiente iguais os utilizado para *S. eridania*. Foi oferecido um pedado de folha de milho (2x6 cm) tratado e um não tratado, dispostos da mesma maneira citada anteriormente. As avaliações ocorreram 1, 16 e 40 horas após a liberação das lagartas no centro de cada caixa. Foi avaliado o número de insetos presentes nos folíolos e pedaços de folha tratados e não tratados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 repetições de seis insetos, mantidos em câmara climatizada (25±1 e fotoperíodo de 12 horas). As médias foram analisadas pelo teste de Wilcoxon $p < 0,05$.

4.2.3 Aspectos Biológicos de *S. eridania* e *S. frugiperda*

Folíolos de tomate de aproximadamente 15 cm² e folhas de milho de 36 cm² foram tratados com 0,25g dos pós inertes como descrito anteriormente. Esta concentração foi determinada em pré-testes para que fosse diminuída a mortalidade dos insetos durante as avaliações. Lagartas de *S. eridania* foram mantidas em caixas acrílicas com tampa (gerbox: 11×11×3,5cm) contendo uma fina camada de vermiculita coberta com papel filtro, ambos esterilizados para evitar a umidade excessiva. As *S. frugiperda* foram individualizadas em placas de acrílico de 9 cm diâmetro. Durante todo o teste as lagartas receberam alimentos tratados diariamente. Para a testemunha foi oferecido alimentos sem tratar. As variáveis avaliadas foram: tempo larval, peso médio das pupas e razão sexual. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 repetições de 10 insetos para as lagartas de *S. eridania* e 30 repetições de um inseto para as lagartas de *S. frugiperda*, mantidos em câmara climatizada (25± 1 e fotoperíodo de 12 horas). As médias do período larval e peso

médio das pupas foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis, para os dados de mortalidade e razão sexual foi utilizado o teste qui-quadrado.

4.2.4 Mortalidade de *S. eridania* e *S. frugiperda* Alimentadas com Plantas Tratadas com Bentonita

Para este teste foi selecionado o pó inerte responsável pela mortalidade acima de 80% das lagartas nos teste com aplicação de forma sólida. Em casa de vegetação, plantas de tomate e milho, com 30 dias após a emergência, foram tratadas com bentonita. A aplicação do pó foi feita com uma polvilhadeira leve Guarany®, a dose utilizada foi de 2 g de pó para cada planta. Após 2 horas os folíolos de tomate e pedaços de folhas de milho foram coletados das plantas, colocados em placas de acrílico de 9 cm de diâmetro e oferecidos às lagartas de segundo instar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições de 10 insetos para as lagartas de *S. eridania* sendo as médias comparadas pelo teste de Mann-Whitney e de 30 repetições de um inseto para as lagartas de *S. frugiperda* sendo as médias comparadas pelo teste de qui-quadrado. O experimento foi mantido em câmara climatizada (25 ± 1 e fotoperíodo de 12 horas).

4.2.5 Pós Inertes Suspensos em Água e Associados ao Óleo de Nim

Os pós inertes foram suspensos em água destilada nas concentrações de 5; 7,5 e 10% p/v isoladamente e associados ao óleo de nim (1% de azadiractina A) a 3% (Azadiractina é o termo aplicado a um grupo de compostos limonóides com ação inseticida, extraídos de sementes da árvore Nim. O grupo de compostos não é completamente identificável e quantificável e, assim, a Azadiractina A refere-se ao principal composto do grupo sendo utilizada para identificação e quantificação). Folíolos de tomate de aproximadamente 15 cm² e pedaços de folhas de milho 12 cm² previamente lavados e secos foram pulverizados individualmente com pulverizador Airbrush, acoplado a um compressor aspirador Fanem-Diapump® (1,0 kgf cm⁻¹), aplicando-se 0,2 ml das caldas, sendo 0,1 ml por face. Após 1 hora as lagartas de segundo instar foram colocadas em placas de acrílico de 9 cm de diâmetro contendo um folíolo para as lagartas de *S. eridania* e uma folha de milho para as lagartas de *S. frugiperda*. Após 48 horas o alimento foi substituído por outro não tratado. Para

a testemunha o alimento foi pulverizado com água destilada. O experimento foi mantido em câmara climatizada (25 ± 1 e fotoperíodo 12 horas) e a mortalidade foi avaliada no 3º e 6º dia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições de 10 insetos para as lagartas de *S. eridania* e e de 30 repetições de um inseto para as lagartas de *S. frugiperda*, as médias foram comparadas pelo teste de qui-quadrado e os dados de mortalidade total foram corrigidos pela fórmula de Schneider e Orelli (NAKANO et al., 1981) e em seguida analisados pelo método proposto por Koppenhofer et al., (2000), que avalia os efeitos das interações entre os agentes, onde a soma das mortalidades provocadas pelos agente deve ser inferior a 116% para que seja possível observar efeitos não aditivos sinérgicos ou antagônicos. Se a soma for igual ou superior a 116%, os valores de χ^2 calculado serão sempre inferiores ao tabelado, caracterizando interação aditiva. Considera-se $\chi^2 = (MPN - ME)^2 / ME$, em que MPN é a mortalidade no tratamento, sendo aplicados os agentes em associação; e ME é a mortalidade esperada, indicada como $ME = MP + MN \times (1 - MF/100)$, MP é a mortalidade causada pelo pó, e MN é a mortalidade provocada pelo óleo de nim. Para χ^2 significativo (3,84 para 1 grau de liberdade, $P < 0,05$), o efeito foi considerado não aditivo sinérgico, quando $MPN - ME > 0$, ou não aditivo antagônico, quando $MPN - ME < 0$. Se χ^2 foi não significativo, o efeito foi considerado aditivo.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Pós Inertes Aplicados de Forma Sólida

Os maiores níveis de mortalidade total de *S. eridania* e *S. frugiperda* foram observados com a bentonita, que provocou em *S. eridania* 100% de mortalidade nas concentrações de 1,5 e 2g (Tabela 1). Para *S. frugiperda*, a bentonita foi superior aos demais pós apenas na maior concentração, provocando 93,3% de mortalidade. Entretanto, este pó não apresentou diferença entre as diferentes concentrações (Tabela 1). A ação inseticida da bentonita não é relatada na literatura, porém neste trabalho foi verificado seu potencial no controle das espécies de *Spodoptera*. A elevada mortalidade pode estar relacionada a algum componente químico presente em sua composição, como o enxofre, que além de ser acaricida, possui também ação inseticida como observado no desenvolvimento de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) onde doses de enxofre de 3,0 mg (i a g⁻¹) em 30g de grãos de trigo afetou negativamente a população do inseto (GONÇALVES et al.,

2007). Resultados semelhantes foram constatados em *Trichogramma* spp (Hymenoptera: Trichogrammatidae) onde estudos de laboratório e de campo indicaram que o enxofre é prejudicial para os adultos e imaturos de *Trichogramma carverae* e *Trichogramma funiculatum* aumentando a porcentagem de mortalidade (THOMSON et al., 2000), estes resultados também foram verificados em *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomídeo) (TORRES et al., 2002).

A TD foi superior a testemunha nas três concentrações, com mortalidade acima de 65% para as concentrações de 1,5 e 2,0%, as quais não diferiram entre si para *S. eridania*. Para *S. frugiperda* a TD causou uma mortalidade superior a 46% nas concentrações de 1,5 e 2,0g e não diferiu da testemunha na menor concentração. Uma relação entre o aumento da concentração de TD e da mortalidade foi observada para *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) (MARSARO JÚNIOR et. al., 2008). Segundo Marsaro Júnior et al., (2006) dosagens baixas de TD necessitam de um período maior de exposição dos insetos para causar uma maior mortalidade. Essa relação também foi observada por Mewis e Ulrichs (2001) para a mesma espécie. Resultados satisfatórios também foram verificados para *Alphitobius diaperinus* em estudos de laboratório, onde insetos alimentados com ração de milho tratada com TD tiveram uma mortalidade de 60% (SANTORO et al., 2010).

Estes resultados corroboram com os obtidos neste estudo, onde foi observada uma maior mortalidade das lagartas de *S. eridania* e *S. frugiperda* nos tratamentos com maior concentração de TD.

Tabela 1 – Mortalidade total e corrigida (%) de *Spodoptera eridania* (n = 80) e *Spodoptera frugiperda* (n=30) seis dias após a alimentação com folíolos de tomate tratados com pós inertes, aplicados de forma sólida em diferentes concentrações.

Tratamentos	<i>Spodoptera eridania</i>		<i>Spodoptera frugiperda</i>	
	^a MT (%)	^b MC (%)	MT (%)	MC (%)
Caulim 1,0	7,5 c	0,0	0 f	-11,1
Caulim 1,5	25 bc	18,9	16,6 def	7,33
Caulim 2,0	41,2 abc	36,4	26,6 cde	18,4
Bentonita 1,0	32,5 bc	27,3	60 abc	55,5
Bentonita 1,5	100 a	100,0	70 ab	66,6
Bentonita 2,0	100 a	100,0	93,3 a	92,5
TD 1,0	23,7 bc	17,5	23,3 cde	14,7
TD 1,5	65 ab	62,1	46,6 bcd	40,6
TD 2,0	76,2 ab	74,3	46,6 bcd	40,6
Testemunha	7,5 c		10 ef	

^aMédias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Qui-quadrado para várias proporções, $p < 0,01$; MT (Mortalidade total) ^b MC Mortalidade corrigida pela fórmula de Schneider e Orelli.

O caulim, nas duas menores concentração (1 e 1,5%), não diferiu da testemunha para as lagartas *S. eridania* e na a concentração de 2,0%, este pó foi responsável por 41,2% de mortalidade desta mesma espécie. Já para as lagartas de *S. frugiperda* nenhuma das concentração do caulim diferiu da testemunha. A menor mortalidade no tratamento com caulim em relação a TD pode estar relacionada com a menor concentração de dióxido de silício presente no caulim (46,5%) em comparação com a TD (86,0%), visto que é o silício o responsável pelos danos à cutícula dos insetos e pela promoção da morte por dessecação (KORUNIC, 1998). Para *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) o caulim não apresentou efeito sobre a sobrevivência, taxa de crescimento e reprodução, quando os insetos foram alimentados com plantas tratadas (BARKER et al., 2007). A mistura deste pó com ração de milho, utilizada para alimentar adultos de *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:

Tenebrionidae), também não diferiu da testemunha em relação a mortalidade dos insetos (SANTORO, et al., 2010).

4.3.2 Preferência Alimentar de *S. eridania* e *S. frugiperda*

O comportamento de repelência dos insetos ao alimento tratado com os pós inertes foi observado já na primeira avaliação (1 h) em todos os tratamentos (Tabela 2). Esse comportamento se manteve nas avaliações seguintes (16 e 40 h) para as duas espécies de *Spodoptera*.

A ação repelente da TD também foi observada em *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus oryzae*, quando este pó foi aplicado em grãos armazenados, não sendo constatada a entrada destes insetos nos grãos tratados (PINTO JR, 1994).

Estudando o efeito do caulim sobre a alimentação e o comportamento de lagartas de *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) em macieiras pulverizadas com este produto foi observado que a barreira física que ele forma sobre as folhas é um dos maiores mecanismos de ação do produto sobre as lagartas. Os autores salientam que o caulim dificulta diretamente o consumo do tecido foliar devido a esta barreira (SACKETT et al., 2005).

No presente trabalho foram observados danos nos pedaços de folhas de milho e nos folíolos de tomate devido ao início da alimentação das lagartas, porém a alimentação não foi contínua. A barreira física formada pelo caulim e pela TD pode estar relacionada a repelência das lagartas ao alimento tratado. Já no alimento tratado com bentonita não houve injúrias, pois as lagartas mostraram-se repelidas pelo pó sem haver início de alimentação.

Tabela 2 – Número médio de lagartas (2º ínstar) de *S. frugiperda* e *S. eridania* presentes no alimento tratado e não tratado com pós inertes de forma sólida.

Espécies	Tempo (Hrs)	^a Tratamento					
		Controle	Caulim	Controle	Bentonita	Controle	TD
<i>S. frugiperda</i>	1	3,7 a	2,3 b	4,0 a	2,0 b	3,6 a	2,4 b
	16	4,2 a	1,8 b	6,0 a	0,0 b	4,3 a	1,7 b
	40	4,3 a	1,7 b	6,0 a	0,0 b	3,5 a	2,5 b
<i>S. eridania</i>	1	4,3 a	1,7 b	4,3 a	1,7 b	3,6 a	2,4 b
	16	4,0 a	2,0 b	4,0 a	2,0 b	5,0 a	1,0 b
	40	4,9 a	1,1 b	4,9 a	1,1 b	4,8 a	1,2 b

^aMédias seguidas das mesma letras na linha não diferem entre si pelo Teste de Wilcoxon $p < 0,05$.

É importante salientar a preferência das lagartas de *S. frugiperda* e *S. eridania* sempre para o alimento não tratado, pois houve diferença estatística entre alimento tratado e não tratado para todos os pós inertes em todas as concentrações e em todas as horas de avaliação. Esta informação mostra que os pós podem ter, em alguns casos como a TD e o caulim ação de repelência associada a mortalidade quando os insetos se alimentam de folhas tratadas. Deste modo o uso de alguns pós inertes poderá ser uma alternativa ao uso e redução de produtos químicos sintéticos.

4.3.3 Aspectos Biológicos de *S. frugiperda* e *S. eridania* Alimentadas com Plantas Tratadas com Pós Inertes

Fase larval: Não houve diferença na duração do estágio larval de lagartas *S. frugiperda* alimentadas com folhas tratadas com pós inertes em relação a testemunha (Tabela 3). Essa diferença foi observada somente para *S. eridania*, para os tratamentos com caulim e TD. Sendo o maior período larval observado com a TD (Tabela 3).

Tabela 3 – Aspectos biológicos de *S. eridania* e *S. frugiperda* alimentadas com folíolos de tomate tratados com pós inertes (0,25g) de forma sólida.

	Tratamento	^a Duração larval (dias)	Mortalidade (%)	Peso pupas (g)	Razão sexual	
					Fêmeas	Machos
<i>Spodoptera eridania</i>	Testemunha	10,83 a	19 d	0,19 ab	64,20 a	35,80 b
	Caulim	11,29 b	27 c	0,21 a	26,03 b	73,97 a
	Bentonita	... *	100 a
	TD	12,67 c	85 ab	0,17 b	50 ab	50 ab
	p-valor ^b	<0,01 ^{KW}	<0,01 ^{QQ}	<0,01 ^{KW}	<0,01 ^{QQ}	<0,01 ^{QQ}
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Testemunha	10,44	16,67 c	0,14	54,17 a	45,83 b
	Caulim	10,54	56,57 ab	0,14	15,38 b	84,62 a
	Bentonita	9,54	76,67 a	0,12	28,57 ab	71,43 ab
	TD	10,68	36,67 bc	0,14	57,89 a	42,11 b
	p-valor ^b	0,64 ^{KW}	<0,01 ^{QQ}	0,18 ^{KW}	<0,05 ^{QQ}	<0,05 ^{QQ}

^aValores seguidos das mesmas letras na coluna não diferem entre si; ; ^bp-valor com "KW" indicam a significância no teste Kruskal-Wallis e com as letras "QQ" indicam a significância no teste Qui-Quadrado; * (...) não foi possível avaliar devido à mortalidade das lagartas (100%).

Peso das pupas: Para as lagartas de *S. frugiperda* não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já para as lagartas de *S. eridania* alimentadas com TD originaram pupas mais leves com um peso médio de 0,17g (Tabela 3), porém estes valores não diferiram da testemunha. Já as lagartas alimentadas com caulim deram origem a pupas mais pesadas em média 0,21g (Tabela 3).

Segundo Santos e Boiça Junior (2001) o menor peso de pupas observado em um determinado hospedeiro está provavelmente relacionado à não-preferência das lagartas pelo alimento ou à ingestão de substâncias que podem prejudicar o desenvolvimento. No presente trabalho foi observado que nos tratamentos com pós inertes a alimentação das lagartas sempre foi menor em relação a testemunha.

Os tratamentos não afetaram somente o período larval e o peso das pupas mas também provocaram diferentes taxas de mortalidades. As maiores porcentagens foram observadas para as lagartas de *S. eridania* alimentadas com plantas tratadas com bentonita e TD com 100 e 85% respectivamente (tabela 4). Para *S. frugiperda* não houve diferença na mortalidade de lagartas alimentadas com folhas tratadas com bentonita (76,67%) e caulim (56,57%) porém esta diferença foi observada entre TD e bentonita (tabela 4).

Razão sexual: As maiores porcentagens de machos foram obtidas nos tratamentos com caulim para ambas as espécies (Tabela 4). Sendo de 84,62% para as lagartas de *S. frugiperda* e de 73,97% para as lagartas de *S. eridania*. Esta elevada porcentagem de machos nos tratamentos com caulim, pode estar relacionada a algum efeito fisiológico causado por este pó nos insetos. Foi observado por Sackett et al., (2005) que machos de *Choristoneura rosaceana* alimentadas com dieta artificial contendo caulim, levaram mais tempo para empupar do que machos alimentados com dieta controle.

Esta variação na razão sexual proporcionada pelo caulim pode ser importante para o controle da praga, pois quanto menor o número de fêmeas no ambiente menor será a quantidade de posturas e conseqüentemente ocorrerá uma diminuição danos causados por este inseto.

Já para a TD não houve diferença significativa na porcentagem de machos em relação a testemunha para as duas espécies. Na literatura não há registros deste tipo de ação por parte da TD em insetos.

4.3.4 Mortalidade de *S. frugiperda* e *S. eridania* Alimentadas com Plantas Tratadas com Bentonita

Observou-se 86,7% de mortalidade para *S. frugiperda* e 83,3% para *S. eridania* (Tabela 4) ao sexto dia de avaliação. Não foram observados sinais de alimentação nas folhas e folíolos o que leva a supor que somente o contato das lagartas com o pó e ou a falta de alimentação foram responsáveis pela morte dos insetos. No terceiro dia já foi constatada uma elevada mortalidade para *S. frugiperda* (40%).

Tabela 4 – Mortalidade de *S. frugiperda* e *S. eridania* de 2º instar alimentadas com plantas tratadas com bentonita.

Tratamentos	^a Mortalidade (%)			
	3 dias		6 dias	
	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. eridania</i>	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. eridania</i>
Bentonita	40 a	8,8 a	86,7 a	83,3 a
Testemunha	6,7 b	0,0 b	6,7 b	2,5 b
p-valor ²	<0,01 ^{QQ}	<0,01 ^{MW}	<0,01 ^{QQ}	<0,01 ^{MW}

^aMédias (\pm erro padrão) seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si; ²P-valores com "QQ" indicam a significância no teste Qui-Quadrado, e com "MW" indicam a significância do teste de Mann-Whitney.

Não foi encontrada nenhuma citação da ação de bentonita como inseticida. Entretanto, resultados observados na utilização de outro pó inerte, o caulim, em macieiras, evitou danos por insetos e as doenças foram controladas. Ainda observou-se que a frequência de aplicação é muito importante, pois quando é mantido um bom revestimento e uniformidade do produto sobre as superfícies o controle de insetos e doenças foi ainda mais eficaz, ocorrendo também uma redução do estresse das plantas em condições ambientais adversas (THOMAS, 2002).

Em outro estudo a eficiência de caulim também foi testada a campo no controle de insetos em pereira, ocorrendo ainda prevenção de danos por algumas doenças. Também foi observado um efeito residual de uma safra para outra, na contenção de postura de insetos (PURTEKA, et al., 2000).

Esta ação dos pós inertes no controle de doenças provocadas por fungos em plantas pode ter ocorrido pelo elevado teor de óxido de alumínio Al_2O_3 presente no caulim, que, de acordo com Grim (1968), é de 39,5% e na bentonita de 20,6% (ROCKSIL, 2010). O alumínio é um elemento utilizado na composição de alguns fungicidas na agricultura. Santoro et al., (2009) ao associarem *Beauveria bassiana* ao caulim observaram uma diminuição da mortalidade de *Alphitobius diaperinus* constatando ainda efeito não aditivo antagônico nesta associação. Esses resultados podem incentivar estudos que tenham como objetivo testar a utilização destes pós no controle de doenças fúngicas em plantas.

4.3.5 Pós Inertes Suspensos em Água e Associados ao Óleo de Nim

Quando o alimento foi tratado apenas com óleo de nim foram obtidos percentuais de mortalidade de 46,6% para *S. frugiperda* e 35% para *S. eridania*. Entretanto, em alguns dos tratamentos onde houve associação de pós com óleo de nim, esse percentual chegou a 100%. Vários autores citam a eficiência do óleo de nim no controle de *Spodoptera* spp. Góes et al., (2003) ao testarem extratos de diversas plantas no controle de *S. frugiperda*, concluíram que um dos mais eficientes foi o de nim, destacando que as substâncias presentes no extrato impedem a ecdise do inseto, provocando grande mortalidade, porém mais lenta quando comparado a um produto químico.

Para *S. frugiperda* observou-se mortalidade em todos os tratamentos (Tabela 5), sendo as maiores com bentonita associada ao óleo de nim nas concentrações de 7,5% e 10% mais nim com 86,6 e 100%, respectivamente. Quando este pó não foi associado ao nim a

mortalidade foi inferior, mas mesmo na menor concentração foi superior à testemunha. Ainda para *S. frugiperda* não foi observada diferença entre o caulim e a testemunha nas três concentrações (5; 7,5 e 10%), com mortalidades variando de 10 a 26,6% bem como na menor concentração de caulim associado ao nim (5%). Porém quando o nim foi associado ao caulim a 10% a mortalidade chegou a 80%. Resultados semelhantes foram observados por Mikami et al., (2010), onde a associação de caulim e óleo de nim proporcionaram uma mortalidade de 100% de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae).

Tabela 5 – Mortalidade total e corrigida (%) de *S. frugiperda* (n=30) e *S. eridania* (n=80) seis dias após a alimentação com folhas de milho tratadas com pós inertes suspensos em água e associados ao óleo de nim.

Tratamentos	<i>S. frugiperda</i>		<i>S. eridania</i>	
	^a Mortalidade Total	^b Mortalidade Corrigida	Mortalidade Total	Mortalidade Corrigida
Caulim 5,0	10,0 ef	3,60	0 f	-15,94
Caulim 7,5	10,0 ef	3,60	15 df	1,45
Caulim 10	26,6 def	21,4	12,5 df	-1,45
Caulim 5,0 + Nim	36,6 cdef	32,1	72,5 abc	68,12
Caulim 7,5 + Nim	66,6 bcd	64,2	97,5 a	97,1
Caulim 10 + Nim	80,0 abc	78,5	96,25 a	95,65
TD 5,0	43,3 cde	39,2	8,75 df	-5,8
TD 7,5	53,3 bcd	50,0	41,25 bc	31,88
TD 10	53,3 bcd	50,0	40 bc	30,43
TD 5,0 + Nim	33,3 de	28,5	63,75 abc	57,97
TD 7,5 + Nim	50,0 bcde	46,4	77,5 ab	73,91
TD 10 + Nim	66,6 bcd	64,2	93,75 a	92,75
Bentonita 5,0	30,0 de	25,0	0 f	-15,94
Bentonita 7,5	50,0 bcde	46,4	21,25 bcd	8,7
Bentonita 10	53,3 bcd	50,0	18,75 bcd	5,8

Bentonita 5,0 + Nim	43,3 cde	39,2	100 a	100
Bentonita 7,5 + Nim	86,6 ab	85,6	100 a	100
Bentonita 10 + Nim	100,0 a	100,0	100 a	100
Nim	46,6 cde	42,8	35 bc	24,64
Testemunha	6,6 f		13,75 df	

^aMédias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Qui-quadrado para várias proporções, $p < 0,01$; ^bmortalidade corrigida pela fórmula de Schneider e Orelli.

Para *S. eridania* não houve diferença estatística entre os pós associados ao óleo de nim, em todas as concentrações, sendo as menores mortalidades observadas nas associações de TD 5% e nim e caulim 5% e nim com 63,75 e 72,5, respectivamente. As maiores mortalidades ocorreram nas associações de bentonita e nim com 100% nas três concentrações testadas (tabela 5).

Para *S. frugiperda* a mortalidade pela TD foi superior à testemunha em todas as concentrações, porém não houve diferença da mortalidade entre as concentrações. Quando este pó foi associado ao nim nas menores concentração (5 e 7,5%) houve uma diminuição da mortalidade, em relação as maiores doses de TD aplicadas isoladamente. Já *S. eridania* na menor concentração de TD (5%) a mortalidade não diferiu da testemunha. Foi observada uma maior mortalidade quando a TD foi associada ao nim, obtendo na maior concentração (10% mais nim) uma mortalidade de 93,75%. Em *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) essa associação também produziu o melhor controle deste inseto quando estes agentes foram aplicados em alcachofra. Além da combinação ter se mostrado segura a predadores como Coccinelídios, Crisopídio e Antocorídio (EL-WAKEIL; SALEH, 2007), o que é muito importante para um manejo integrado de pragas.

Os efeitos não aditivos sinérgicos observados neste estudo (Tabela 6) e os níveis de mortalidade provocados pela bentonita e pelo caulim nas suas maiores concentrações (7,5 e 10%) associados ao nim mostram que esses agentes apresentam potencial no controle de *Spodoptera spp.*

Já para TD nas concentração de 5 e 7,5% associadas ao nim foram considerados efeitos não aditivos antagônicos para *S. frugiperda*. Esse efeito pode estar relacionado a ação da azadiractina que age nos quimiorreceptores dos insetos, repelindo-os e reprimindo a alimentação (BANKEN; STARK 1997) o que impediria a ação da TD, onde se

faz necessário o contato com o inseto para que sejam causados danos à cutícula dos insetos pela adsorção da cera da epicutícula e pela abrasão da cutícula, tornando-os permeáveis à água e promovendo a morte por dessecação (KORUNIC, 1998).

No tratamento TD 10% mais nim, este efeito foi aditivo, o que pode estar relacionado ao pequeno aumento na mortalidade, que, apesar de não diferir significativamente das menores concentrações de TD associadas ao nim, foi suficiente para não ser evidenciado o efeito antagônico. Resultados satisfatórios em estudos de interações de TD com outros agentes de controle (SANTORO et al., 2010; OLIVEIRA; ALVES, 2009), sugerem a importância da realização de trabalhos preliminares para verificação de potencial deste pó em associações com outros agentes de controle.

Tabela 6 – Interação do pós inertes associados ao óleo de nim para o controle de *Spodoptera frugiperda* ao 6º dia após os tratamentos analisada pelo teste do χ^2

	Tratamento	^a MO	^b ME	^c χ^2	Interação
	Bentonita 5% + Nim	39,2	57,1	3,63	Aditiva
	Bentonita 7,5% + Nim	85,2	69,3	8,34	Não aditiva sinérgica
<i>S. frugiperda</i>	Bentonita 10% + Nim	100,0	71,4	10,0	Não aditiva sinérgica
	TD 5% + Nim	28,5	65,2	20,68	Não aditiva antagônica
	TD 7,5% + Nim	46,4	71,4	8,55	Não aditiva antagônica
	TD 10% + Nim	64,2	71,4	0,73	aditiva
	Caulim 5% + Nim	32,1	44,8	5,61	Não aditiva antagônica
	Caulim 7,5% + Nim	64,2	44,8	3,81	aditiva
	Caulim 10% + Nim	78,5	55,0	11,46	Não aditiva sinérgica
	Bentonita 5% + Nim	100	12,6	604,5	Não Aditiva sinérgica
	Bentonita 7,5% + Nim	100	31,2	151,7	Não Aditiva sinérgica
<i>S. eridania</i>	Bentonita 10% + Nim	100	29,0	173,7	Não Aditiva sinérgica
	TD 5% + Nim	57,97	20,27	70,12	Não Aditiva sinérgica

TD 7,5% + Nim	73,91	48,66	13,1	Não Aditiva sinérgica
TD 10% + Nim	92,75	47,57	42,9	Não Aditiva sinérgica
Caulim 5% + Nim	68,12	12,63	243,8	Não Aditiva sinérgica
Caulim 7,5% + Nim	97,1	25,73	197,9	Não Aditiva sinérgica
Caulim 10% + Nim	95,65	23,6	220,7	Não Aditiva sinérgica

^a(MO) = Mortalidade observada e corrigida pela forma de Schneider e Orelli; ^b(ME) Mortalidade esperada, calculada pela fórmula: $ME=MP+MN*(1-MP/100)$, em que MP é a mortalidade causada pelo pó inerte, e MN é a mortalidade provocada pelo nim; ^c $\chi^2=(MPN-ME)^2/ME$, em que MPN é a mortalidade na associação do pó inerte com o nim; χ^2 (tabelado)=3,84; Grau de liberdade = 1; $P>0,05$.

Efeito aditivo: $\chi^2 \leq 3,84$

Efeito sinérgico: $\chi^2 > 3,84$ (Quando Mortalidade dos agentes – ME = valor positivo).

Efeito antagônico: $\chi^2 > 3,84$ (Quando Mortalidade dos agentes – ME = valor negativo).

Para *S. eridania* todos os tratamentos foram classificados com não aditivos sinérgicos (Tabela 8) notando-se o potencial em usá-los em conjunto no manejo destas pragas.

A diferença nas interações dos agentes de controle testados para as duas espécies de *Spodoptera*, podem estar relacionadas a diferenças genéticas entre as espécies que podem ser menos ou mais tolerantes a algum componente presente nestes produtos. Visto que estas diferenças podem existir entre populações de *Spodoptera* até mesmo dentro da mesma espécie (MONNERAT, et al., 2006).

Ressalta-se que no presente estudo, tratamentos com bentonita e caulim associados ao óleo de nim não diferiram na porcentagem mortalidade entre as suas concentrações, sendo todas as concentrações classificadas como não aditiva sinérgica para *S. eridania*. Estes resultados são muito importante do ponto de vista econômico, pois a aplicação em uma cultura normalmente demandaria grandes quantidades dos dois agentes.

4.4 CONCLUSÕES

Concluiu-se que os pós inertes tem potencial para uso na forma sólida ou suspensos em água associados ao óleo de nim como uma alternativa para o controle de *Spodoptera* spp, podendo ocorrer interações não aditivas sinérgicas entre agentes.

Além da ação inseticida da bentonita constatada neste estudo foi observada também ação repelente sobre as lagartas de *Spodoptera* spp, não havendo alimentação nos tratamentos contendo este pó.

REFERÊNCIAS

- BOIÇA-JÚNIOR, A.L.; ANGELINI, M.R.; COSTA, G.M. Efeito do uso de óleos vegetais, associados ou não a inseticida, na eficácia de controle de *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) e *Thrips tabaci* (LIND., 1888), em feijoeiro comum na época “de inverno”. **Bioscience Journal**, v.22, n.3, p.23-31, 2006.
- COUDRIET, D.L; PRABHAKER, N; MEYERDIRK, D.E. *Sweet potato whitefly* (Homoptera: Aleyrodidae): Effects of neem-seed extract on oviposition and immature stages. **Environ. Entomol.**, v.14, p. 776-779, 1985.
- CRUZ, I. Manejo integrado da lagarta-do-cartucho do milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO .SAFRINHA., 4., 1997, Campinas. **Anais**. Campinas: IAC/CDV, 1997b. p.189-195.
- EL-WAKEIL, N.E.; SALEH, S.A. Effects of neem and diatomaceous earth against *Myzus Persicae* and associated predators in addition to indirect effects on artichoke growth and yield parameters. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v.3, n.6, p.782-789, 2007.
- GÓES, G.B. et al. Efeito de extratos vegetais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Caatinga**, v. 16, n. 1/2, p. 47-49, 2003.
- GONÇALVEZ, J. R.; D’ANTONINO, L. R.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, C. R. F.; SILVA, R. M. Suscetibilidade de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) ao enxofre. **Ciência Rural**. v.37, n.4, 2007.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London: Overseas Development Administration, 1984. 166p.
- KORUNIC, Z. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. **Journal of Stored Products Research**, v.4, p.87-97, 1998.
- KUMAR, P.; POEHLING, H.M. Persistence of soil and foliar azadirachtin treatments to control sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) on tomatoes under controlled (laboratory) and field (netted greenhouse) conditions in the humid tropics. **Journal of Pest Science**, v.79, p.189-199, 2006.
- KOPPENHOFER, A.M. et al. Synergism of entomopathogenic nematodes and imidacloprid against white grubs: greenhouse and field evaluation. **Biological Control**, v.19, p.245-251, 2000.

- KORNDÖRFER, G.H.; DATNOFF, L.E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, v.70, p.1-3, 1995.
- LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; BARBIERI, I.; DEMAMAN, N. A.; MARTINS, R. R. D. O. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.2, n.4, out./dez. 2001.
- LOVATTO, P. B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *Acephala*). **Ciência Rural**, v.34, n.4, p. 971-978, 2004.
- MARSARO-JUNIOR, A. L. et al; Effectiveness of different dosages of diatomaceous earth to control *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). In corn stored in the state of Roraima; In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 9., 2006, Campinas. **Proceedings...** Campinas: Associação Brasileira de Pós-Colheita, 2006. p. 1264-1268.
- MARSARO-JÚNIOR, A. L.; MOURÃO-JÚNIOR, M.; MELO, A. E. B.; BARRETO, H. C. S.; PAIVA, W. R. S. Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Plodia interpunctella* em milho armazenado. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 39-44, 2008.
- MEWIS, I.; ULRICH, C. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium molitor*, *Sitophilus granaries* and *Plodia interpunctella*. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, p. 153-164, 2001.
- MIKAMI, A. Y.; PISSINATI, A.; FAGOTTI, D.; JÚNIOR MENEZES, A. O.; VENTURA, M.U. Control of the Mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* with kaolin. **Ciência Rural**, v.40, n.7. 2010.
- MONNERAT, R.G; MARTINS, E.; QUEIROZ, P.; ORDUZ, S; JARAMILLO, G.; BENINTENDE, G.; GOZZI, J.; REAL, M.D.; MARTINEZ-RAMIREZ, A.; RAUSELL, C.; CERÓN, J.; IBARRA, J. E.; RINCON-CASTRO, C. D.; ESPOINOZA, A. M.; MEZA-BASSO, L.; GABRERA, L.; SÁNCHEZ, J.; SOBERON, M.; BRAVO, A. Genetic variability of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Latin America is associated variations in susceptibility to *Bacillus thuringiensis* cry toxins. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 11, p. 7029-7035, 2006.
- NAKANO, O. et al. **Entomologia econômica**. São Paulo: Ceres, 1981. 314 p.
- OLIVEIRA, D. G. P; ALVES, L. F. A; MARCHESE, L. P. C; THOMAZONI, D. Persistência da ação inseticida e repelência da Terra de Diatomácea para o cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Semina**, v. 30, p. 201-210, 2009.
- PINTO Jr., A. R. Uso de pós inertes no controle de insetos de grãos armazenados. 1994. 80 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, UFPR, 1994.

- POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society** v. 43, p. 1-202, 2002.
- SACKETT, T.E.; BUDDLE, C.M.; VINCENT, C. Effect of kaolin on fitness and behavior of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, v.98, n.5, p.1648-1653, 2005.
- SANTORO, P. H; NEVES, P. M. O. J; AMARO, J. T; CONSTANSKI, K; LÓPEZ, E. A. L; ALVES, L. F. A. Associação de pós inertes com fungo entomopatogênico para o controle do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) **Ciência Rural**. 2010.
- SANTOS, T. M; A. L. BOIÇA-JÚNIOR. Resistência de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 297-303, 2001.
- SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.271-297, 1990.
- SOUZA, A.P. de; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade de extratos orgânicos e aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, n.4, p.493-497, out./dez., 2004.
- THOMSON, L.J. et al. Effects of sulfur on *Trichogramma* egg parasitoids in vineyards: measuring toxic effects and establishing release windows. **Australian Journal of Experimental Agriculture, Collingwood**, v.40, n.8, p.1165-1171, 2000.
- TORRES, J. B. Compatibilidade de inseticidas e acaricidas com o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p.311-317, 2002.