



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES  
CLAROS**

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS  
SOBRE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

**BRUNA ANTUNES SANTOS**

**2012**

**BRUNA ANTUNES SANTOS**

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

**Orientadora**  
**Prof<sup>a</sup> D. Sc. Teresinha Augusta Giustolin**

**JANAÚBA**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2012**

S237b Santos, Bruna Antunes.  
Bioatividade de extratos vegetais sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).  
[manuscrito] / Bruna Antunes Santos. – 2012.  
68 p.  
Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2012.  
Orientadora: DSc. Teresinha Augusta Giustolin.

1. Controle alternativo de pragas. 2. Lagarta-do-cartucho do milho. 3. Plantas inseticidas. I. Giustolin, Teresinha Augusta. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 632.951

**BRUNA ANTUNES SANTOS**

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS A *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

**APROVADA em 06 de Setembro de 2012.**

Profa. D.Sc. Teresinha Augusta  
Giustolin  
UNIMONTES  
(Orientadora)

Profa. D.Sc. Clarice Diniz Alvarenga  
Corsato  
UNIMONTES  
(Coorientadora)

Prof. D.Sc. Carlos Augusto Rodrigues  
Matrangolo  
UNIMONTES

D.Sc. Beatriz Aguiar Jordão  
Paranhos  
EMBRAPA SEMIÁRIDO

**JANAÚBA**  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2012

*Aos meus pais, Osvaldo e Neuza;  
A Luciano Soares;  
A toda minha família,  
Pelo amor, esforço, dedicação, incentivo e contribuição para a obtenção deste  
título;*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, pela vida, pela saúde e por ter permitido que eu chegasse até aqui;  
À UNIMONTES e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, pela oportunidade na concessão do Título de Mestre;

À CAPES, pela concessão da bolsa;

À professora Teresinha Augusta Giustolin, pela ajuda, orientação e ensinamentos durante o curso;

À professora Clarice Diniz Alvarenga Corsato, pela orientação, atenção e auxílio;

Aos professores Beatriz Aguiar Jordão Paranhos e Carlos Augusto Rodrigues Matrangolo, pela colaboração;

Aos professores que direta ou indiretamente contribuíram para que eu pudesse obter esse título;

Aos **meus pais**, Osvaldo e Neuza, pelo amor e por todos os momentos de cuidados e dedicação;

Ao meu namorado, **Luciano**, que, com paciência, compreensão e amor, soube me ajudar nos momentos mais difíceis, “You will always be boo”;

A minha família e aos amigos, que me acompanharam durante todo o curso e entenderam minha ausência em muitos momentos;

Aos colegas do mestrado e principalmente aos colegas do laboratório de entomologia: Pelo carinho e ajuda com os experimentos.

**Muito obrigada a todos!!!**

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	13
2.1.1 Descrição.....	13
2.1.2 Biologia.....	15
2.1.3 Dano.....	16
2.1.4 Controle.....	18
2.1.4.1 Controle Químico.....	18
2.1.4.2 Controle Biológico.....	20
2.1.4.3 Controle com extratos vegetais.....	23
2.2 Plantas inseticidas para o controle de pragas.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Coletas de espécies vegetais e preparação dos extratos.....	31
3.2 Seleção de espécies vegetais bioativas a lagartas de <i>S. frugiperda</i> .....	34
3.3 Bioatividade de extratos aquosos de espécies vegetais aplicados em folhas de milho, para o controle de <i>S. frugiperda</i> .....	35
3.4 Programa Estatístico.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Resultados.....	37
4.1.1 Seleção de espécies vegetais bioativas a lagartas de <i>S. frugiperda</i> .....	37
4.1.2 Primeiro experimento.....	37
4.1.3 Segundo experimento.....	40
4.1.4 Terceiro experimento.....	41
4.1.5 Bioatividade de extratos aquosos de espécies vegetais aplicados em folhas de milho, para o controle de <i>S. frugiperda</i> .....	45
4.2 Discussão.....	47
5 CONCLUSÃO.....	55
Referências.....	56

## RESUMO

SANTOS, Bruna Antunes. **Bioatividade de extratos vegetais sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2012. 68 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

*Spodoptera frugiperda*, praga-chave do milho, tem sido controlada por produtos químicos que são eficientes, mas causam distúrbios ambientais. Estudou-se o efeito inseticida de extratos aquosos para o controle de *S. frugiperda*. Assim, folhas e caules das espécies vegetais algodão-de-seda, *Calotropis procera* (Ait), pinhão-mansão, *Jatropha curcas* (L.), citronela, *Cymbopogon nardus* (L.), juá, *Zizyphus joazeiro* (Mart.), noni, *Morinda citrifolia* (L.), tingui, *Magonia pubescens* (A. St. Hil.), e pinha, *Annona squamosa* (L.) foram coletados em Janaúba, MG. As amostras foram lavadas, secas em estufa e moídas em moinho de facas. O pó obtido foi colocado em vidro, coberto com papel alumínio e armazenado em geladeira. Com esse pó foram preparados extratos aquosos a 10%. Para a extração dos compostos hidrossolúveis, os extratos permaneceram em geladeira por 24 horas. Posteriormente, os extratos foram filtrados e adicionados à dieta artificial de *S. frugiperda* que foi vertida em tubos de vidro esterilizados e tamponados com algodão hidrófugo. Em cada tubo, separados por tratamento, foi inoculada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*. Todos os experimentos permaneceram em laboratório (temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas). Diariamente, foram avaliadas a mortalidade larval e a ocorrência de pupas, que 24 horas após a formação foram sexadas, pesadas e individualizadas em novos tubos, onde permaneceram até a emergência dos adultos. No primeiro experimento, foram avaliados quatro tratamentos, extratos de pinha, algodão-de-seda, citronela e juá, mais a testemunha sem extrato. No segundo, foram avaliados três tratamentos, os extratos de noni, tingui e pinhão-mansão mais a testemunha. No terceiro, foram avaliados cinco tratamentos, extratos de algodão-de-seda, citronela, juá, noni e pinha, mais a testemunha. Foi realizado um experimento com três tratamentos mais testemunha, onde os extratos foram aplicados sobre as folhas de milho. Para isso, as folhas foram imersas por 10 segundos nos extratos de pinha, noni e algodão-de-seda. Todos os experimentos foram realizados em delineamento

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Profa. Teresinha Augusta Giustolin – UNIMONTES (Orientadora) – Profa. Clarice Diniz Alvarenga Corsato UNIMONTES (Coorientadora) – Prof. Carlos Augusto Rodrigues Matrangolo – UNIMONTES – Pesquisadora Beatriz Aguiar Jordão Paranhos – EMBRAPA



inteiramente casualizado e constituídos por 50 repetições, que foi inoculada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*. Todos os resultados obtidos, separados por experimentos, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Foram avaliadas as variáveis duração das fases larval e pupal, peso de pupas macho e fêmea, deformação de pupas e adultos. No primeiro experimento, a ingestão das dietas contendo os diferentes extratos afetou significativamente a duração larval, pupal e provocou elevada mortalidade larval. Quanto às pupas macho e fêmea, somente o extrato de juá reduziu o peso. No segundo, a ingestão de extrato de noni elevou a mortalidade larval, mas não alterou a duração larval. No terceiro, foi constatada elevada mortalidade larval quando as lagartas se alimentaram de dieta contendo extrato de pinha, noni e algodão-de-seda. A ingestão de folhas de milho impregnadas com extratos elevou a mortalidade larval e reduziu o peso de pupas, que foi maior para o tratamento pinha. Os extratos de pinha, noni e algodão-de-seda demonstraram maior atividade inseticida sobre lagartas de *S. frugiperda*, mas o extrato de pinha foi o mais efetivo.

**PALAVRAS-CHAVES:** Lagarta-do-cartucho do milho, planta inseticida, controle alternativo de pragas.

## ABSTRACT

SANTOS, Bruna Antunes. **Bioactivity of plant extracts to *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2012. 70

68 p. **Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semiárid) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brazil**<sup>2</sup>.

*Spodoptera frugiperda*, key pest of maize, has been controlled by chemical products, which are effective but cause environmental disturbances. The insecticide effect of aqueous extracts for control of *S. frugiperda* it was studied. Thus, leaves and stems of 'algodão-de-seda', *Calotropis procera* (Ait), physic-nut *Jatropha curcas* (L.), citronella, *Cymbopogon nardus* (L.), 'juá', *Zizyphus joazeiro* (Mart.), 'noni', *Morinda citrifolia* (L.), 'tingui', *Magonia pubescens* (A.St.Hil.), and sugar apple, *Annona squamosa* (L.) were collected in Janaúba, MG. The samples were washed, dried and ground into slicer. The obtained powder was put in glass, covered with foil and stored in refrigerator. With that powder were made aqueous extracts at 10%. For extracting water soluble compounds, the extracts stayed in refrigerator for 24 hours. After that, the extracts were filtered and added to artificial diet of *S. frugiperda* that was poured into sterile glass tubes and enclosed with water repellent cotton. In every tube, separated per treatment, was put a first instar larva of *S. frugiperda*. All the experiments stayed in laboratory (temperature of  $25 \pm 1$  °C, RH  $70 \pm 10\%$  and photoperiod of 14 hours). Daily, they were evaluated larva mortality and occurrence of pupae, that 24 hours after their formation were sexed, weighed and individually put in new tubes where stayed until adult emergence. In the first experiment, four treatments were evaluated, extracts of sugar apple, 'algodão-de-seda', citronella and 'juá', plus one control without extract. In the second one, three treatments, extracts of 'noni', 'tingui' and physic-nut, plus a control without extract. In the third experiment, five treatments, aqueous extracts of algodão-de-seda, citronella, 'juá', 'noni' and sugar apple, and a control without extract. It was also performed another experiment with three treatments plus control, where the plant extracts were applied on maize leaves. For that, the leaves were immersed for 10 seconds in extracts of sugar apple,

---

<sup>2</sup> Guidance Committee: Prof. Teresinha Augusta Giustolin – UNIMONTES (Adviser) – Prof. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - UNIMONTES (Co-adviser) – Prof. Carlos Augusto Rodrigues Matrangolo – UNIMONTES – Researcher Beatriz Aguiar Jordão Paranhos - EMBRAPA

‘noni’ or ‘algodão-de-seda’. All of the experiments were conducted in a completely randomized design and consisting of 50 repetitions (tube), in which one armyworm was inoculated a first instar larva of *S. frugiperda*. All obtained results, separate per experiments, were subjected to analysis of variance and means were compared by the Tukey test at 5% probability. In all the experiments were evaluated variables duration of larval and pupal phases, weight of male and female pupae, deformation of pupae and adults. In the first experiment, the intake by armyworm *S. frugiperda* of diets with different aqueous plant extracts significantly affected the larval and pupal duration, and caused high larva mortality. As for male and female pupae, only the extract of ‘juá’ decreased de their weight. In the second experiment, the ingestion of extracts of ‘noni’ increased larval mortality, but did not alter the larva duration. In the third experiment, high larva mortality was observed when the armyworms were fed with diets containing sugar apple, ‘noni’ or ‘algodão-de-seda’. The consumption of leaves impregnated with different plant extracts raised larva mortality and significantly decreased the pupa weight, which was greater for sugar apple treatment. The sugar apple extract, ‘noni’ and ‘algodão-de-seda’ showed higher insecticide activity on the armyworm of *S. frugiperda*, but the sugar apple extract was the most effective one.

**KEYWORDS:** Fall armyworm, insecticide plant, alternative pest

## 1 INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é, no Brasil, a principal praga da cultura do milho, causando severos prejuízos. Alimenta-se de todas as fases de crescimento dessa cultura, tendo preferência pelo cartucho das plantas jovens, podendo causar perdas significativas à produção, se não controlada. As perdas provocadas por essa lagarta podem chegar a 34% (PURCINO *et al.*, 2009).

O controle através do uso de produtos químicos ainda é o método mais utilizado e mais eficiente. Entretanto, esses produtos podem causar problemas como eliminação de inimigos naturais, aparecimento de insetos resistentes, além de aumentar os custos de produção. Assim, existe a necessidade de se estudar métodos alternativos de controle dessa praga que não contaminem o meio ambiente, não eliminem os organismos benéficos, não favoreçam o aparecimento de insetos resistentes e também não deixem resíduos tóxicos nos alimentos. Essas características estão normalmente presentes nos extratos vegetais.

Segundo Almeida *et al.* (1999), a utilização de extratos vegetais, como método alternativo para o controle de pragas, é uma forma de contornar os problemas provocados pelos inseticidas químicos. As substâncias bioativas presentes nos extratos vegetais podem ser encontradas em diversas partes da planta. Estes compostos interferem no metabolismo dos insetos, causando deterrência alimentar e de oviposição, esterilização, bloqueio do metabolismo e interferência no desenvolvimento, sem necessariamente causar a morte do inseto (MEDEIROS, 1990; LACHER, 2000).

No Brasil, os estudos envolvendo o uso de plantas inseticidas têm avançado e tido bons resultados. Porém, ainda falta muita pesquisa para tornar o uso desses produtos uma realidade rural (SILVA, 2009). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inseticida de extratos vegetais aquosos na sobrevivência e no desenvolvimento de *S. frugiperda*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

*Spodoptera frugiperda* é considerada praga-chave da cultura do milho, devido aos danos que causa às plantas, provocando perdas pelo ataque da lagarta, que chegam a 34% da produção (AFONSO *et al.*, 2009). Para Sá *et al.* (2009), as perdas causadas pela lagarta na cultura variam de 15 a 37%, que, em termos econômicos, podem chegar a 500 milhões de dólares anuais. Esse inseto é responsável por mais de 25% dos prejuízos causados pelas pragas do milho, no Brasil, e pela maior parte dos 38,3 milhões de dólares gastos com pulverizações de inseticidas, resultando no prejuízo anual de aproximadamente 250 milhões de dólares (WAQUIL e VILELLA, 2003).

### 2.1 *Spodoptera frugiperda*

#### 2.1.1 Descrição

Esse inseto é originário das regiões tropicais e subtropicais das Américas, sendo também encontrado em regiões temperadas do continente norte-americano durante a primavera e o verão (SANTOS *et al.*, 2004). Ele é conhecido como lagarta-do-cartucho, lagarta-dos-milharais ou lagarta militar, sendo atualmente considerada a praga-chave da cultura do milho, amplamente distribuída por todas as regiões produtoras dessa cultura (MIRANDA e SUASSUNA, 2004).

Os adultos de *S. frugiperda* são mariposas que apresentam, aproximadamente, 15 mm de comprimento de 35 mm a 40 mm de envergadura (CRUZ *et al.*, 1999). Apresentam as asas anteriores pardo-escuras e as posteriores branco-acinzentadas, com o corpo de coloração cinza (BIANCO,

2005). Os machos se diferenciam das fêmeas por possuírem manchas mais claras nas asas anteriores, e, as asas posteriores, de ambos os sexos, são mais claras (CRUZ *et al.*, 1999). Esses insetos são mais ativos durante as noites quentes e úmidas (CAPINERA, 2008). Os adultos podem ser encontrados escondidos sob a folhagem próxima ao solo ou, no caso do milho, entre as folhas do cartucho. Sua atividade diária começa ao pôr do sol e atinge o pico entre duas e quatro horas mais tarde. O acasalamento ocorre nessa ocasião e a oviposição, três a quatro dias após a emergência da fêmea (CRUZ, 1995).

Os ovos de *S. frugiperda*, normalmente colocados em camadas, apresentam coloração verde clara, passando à alaranjada após algumas horas da postura. Próximo à eclosão das larvas, eles se mostram escurecidos devido à presença da lagarta em seu interior, que é de cor negra. As posturas são formadas por um número variável de ovos que estão distribuídos em camadas, oscilando de uma a três (CARDOSO, 2004).

As lagartas de cinco a seis ínstaes (CRUZ, 1995; CRUZ *et al.*, 1999) e quando completamente desenvolvidas chegam a medir cerca de 40 a 50 mm. Apresentam coloração variável de pardo-escuro a quase preta, com estrias longitudinais e pontuações negras no corpo, sendo a cabeça preta, com uma linha clara em forma de Y invertido, bastante visível (BIANCO, 2005).

Ao final do ciclo, as lagartas penetram no solo onde pupam, podendo também pupar no interior do cartucho ou mesmo nas espigas de milho, especialmente entre as palhas. A pupa apresenta inicialmente coloração verde-clara com o tegumento transparente, sendo que, após alguns minutos, torna-se alaranjada passando para o marrom-avermelhado, já, próxima à emergência torna-se quase preta. A pupa apresenta de 13 a 16 mm de comprimento por 4,5 mm de diâmetro (CRUZ, 1995).

### 2.1.2 Biologia

A fase de ovo de *S. frugiperda* tem duração de 3 dias, a 25 °C, e viabilidade média de 92% (MURÚA e VIRLA, 2004). Em temperaturas inferiores a 25 °C, esse período pode se prolongar por mais oito a 10 dias (CRUZ *et al.*, 1999).

As lagartas após a eclosão se alimentam do cório do ovo, entrando, após isso, em repouso por cerca de 10 horas (SILVA, 2000). Posteriormente, consomem as folhas raspando-as, mantendo a epiderme intacta (CRUZ *et al.*, 1999; GALLO *et al.*, 2002). As lagartas alimentam-se de todas as fases de crescimento da cultura do milho, tendo preferência pelo cartucho das plantas jovens (GIOLO *et al.*, 2002). A duração do período larval pode variar de 12 a 30 dias, estando diretamente relacionada à temperatura (GALLO *et al.*, 2002; CAPINERA, 2008).

Botton *et al.* (1998) avaliaram no Rio Grande do Sul os aspectos biológicos de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de arroz e do capim-arroz, constataram que esse inseto apresentou desenvolvimento mais rápido no capim-arroz. Esse inseto apresentou duração larval de 22 dias no arroz e de 18,6 dias no capim-arroz, com viabilidade larval de 78,0% em arroz e de 83,0 % no capim-arroz.

Lopes *et al.* (2008), trabalhando com *S. frugiperda* em folhas de mandioca, verificaram que as lagartas apresentaram o ciclo larval médio de 19,16 dias e viabilidade média de 81,66%. Giolo *et al.* (2002) avaliaram populações de *S. frugiperda* oriundas de diferentes localidades e hospedeiros e verificaram período larval médio de 16,45 dias para lagartas criadas em milho.

A duração da fase pupal é variável, sendo de oito dias no verão, e de 25 a 30 dias no inverno (CARDOSO, 2004; CAPINERA, 2008). Cruz (1995) comenta que a variação na duração pupal ocorre em função da temperatura, que é ótima para a emergência quando ocorre de 21 a 26,7 °C. Segundo Siloto

(2002), a duração da fase pupal foi de 11 dias a 25 °C. Lopes *et al.* (2008) constataram viabilidade pupal de 75,51% para *S. frugiperda* alimentadas com folhas de mandioca. Do mesmo modo, Bavaresco *et al.* (2003) registraram viabilidades pupais de 47% em soja, 65% em feijão, 65% em mamona e 74% em cebola.

A longevidade dos adultos e a fertilidade das fêmeas de *S. frugiperda* variam de acordo com a disponibilidade de alimento na fase larval, além da temperatura (MURÚA e VIRLA, 2004). Sem alimentação, as mariposas viveram aproximadamente 4,4 dias, enquanto que alimentadas viveram até 13,3 dias, independente do sexo (CRUZ, 1995). Conforme Murúa e Virla (2004), a longevidade foi de aproximadamente de 12 dias. As fêmeas podem colocar cerca de 1.500 a 2.000 ovos na face superior das folhas (SILVA, 2000; GALLO *et al.*, 2002), formando uma massa de tamanho variável, onde são colocados cerca de 100 a 200 ovos (SILVA, 2000). O ciclo total da *S. frugiperda* pode ser de cerca de 30 dias, a uma temperatura média de 25 °C, possibilitando a esse inseto apresentar várias gerações durante o ano (CRUZ *et al.*, 1999; CRUZ e MONTEIRO, 2004). Capinera (2008) observou que o ciclo completo de *S. frugiperda*, na primavera, foi de 60 dias e no inverno de 80 a 90 dias.

### **2.1.3 Dano**

O primeiro registro de surto de *S. frugiperda* ocorreu em 1899, nos EUA, quando essa lagarta causou severos danos em milho, feijão, arroz, sorgo e trigo. Posteriormente, esse inseto também foi encontrado atacando aveia, algodão e pastagens (CRUZ, 1995). No Brasil, *S. frugiperda* pode ser encontrada em praticamente todas as regiões produtoras, pois há grande disponibilidade de alimento e condições climáticas favoráveis (CRUZ, 1995; CRUZ *et al.*, 1999).



*Spodoptera frugiperda* tem preferência alimentar por gramíneas, apesar de ser polífaga, e ter sido observada atacando mais de 60 espécies de plantas, destacando-se o milho, o arroz, o sorgo, o algodão, a cana-de-açúcar, o amendoim, o feijão, o tomate e a batata-inglesa (CRUZ *et al.*, 1999; YU *et al.*, 2003).

Em milho, as lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* iniciam sua alimentação raspando uma das faces da folha, deixando a epiderme do outro lado intacta. Lagartas de instares mais avançados fazem furos na folha, e, quando passam para o 4º e 5º instares, podem destruir completamente o cartucho (CRUZ, 1995). Essa praga pode reduzir a área foliar através da sua alimentação e prejudicar a produção de milho, sendo o florescimento da planta considerado o período crítico de seu ataque (GALLO *et al.*, 2002). São encontradas somente uma a duas lagartas por planta, devido ao seu comportamento canibal (CAPINERA, 2008).

Quando em alta densidade populacional, além das injúrias provocadas no cartucho, acarretam diminuição na população de plantas de milho, devido ao corte realizado rente ao solo. Quando o ataque ocorre mais tardiamente, em que a planta já está em fase de produção, podem atacar as espigas (BIANCO, 2005).

*Spodoptera frugiperda* prejudicam as plantas de milho através da destruição do cartucho, devido à redução da área fotossintética e comprometimento da produção. As lagartas também podem atacar a base da espiga, destruindo os grãos, abrindo caminho para a entrada de microorganismos ou, até mesmo, provocando a queda da espiga. O percentual de redução na produtividade de grãos de milho é dependente dos danos provocados pelas lagartas, além do estágio de desenvolvimento da planta, do local de ataque da praga, da cultivar utilizada, do local e época de cultivos, do sistema de produção e da prática agrônômica adotada (SILOTO, 2002).

Camillo *et al.* (2005) comentaram que o sistema de plantio direto, utilizando o milho como cultura de cobertura, tem beneficiado *S. frugiperda*. Esse inseto se alimenta e se reproduz sobre a cultura de milho e depois as lagartas descem, abrigando-se no solo, e, passando a cortar as plantas recentemente emergidas, causando redução no “stand” de plântulas de milho, provocando danos semelhantes à *Agrotis ipsilon* (Hufnagel).

## **2.1.4 Controle**

### **2.1.4.1 Controle químico**

*Spodoptera frugiperda* é considerada uma das pragas mais importantes da cultura do milho pelos prejuízos que acarreta e pelas dificuldades de controle. O controle é feito, normalmente, através do uso de inseticidas sintéticos. O uso frequente desses produtos tem resultado em diversos problemas de resíduos nos alimentos, de desequilíbrio biológico, de intoxicação de operadores e de aparecimento de populações resistentes aos inseticidas, entre outros. A busca por métodos alternativos ao controle químico tem sido uma preocupação dos pesquisadores, visando a métodos menos agressivos ao ambiente (MARONEZE *et al.*, 2007).

No Brasil, o consumo de agrotóxicos cresceu bastante nas últimas décadas, transformando o país em um dos líderes mundiais no consumo de agrotóxicos (FARIA *et al.*, 2007). Esse elevado consumo está relacionado às perdas agrícolas provocadas pelas pragas e doenças que correspondem a 37% da produção, sendo aproximadamente 13% devido aos insetos-praga (SILVA FILHO e FALCO, 2003).

O método químico aumenta os riscos de contaminação ambiental, além de elevar os custos em decorrência dos problemas relacionados à tecnologia de aplicação, para atingir a lagarta no interior do cartucho. Além disso, *S.*

*frugiperda* tem desenvolvido, ao longo do tempo, resistência às principais classes de inseticidas (CUNHA *et al.*, 2008). Segundo Negrisoni *et al.* (2010), a resistência a inseticidas é considerada uma ameaça mundial, reconhecida em mais de 440 espécies de insetos e ácaros.

*Spodoptera frugiperda* é difícil de ser controlada, pois as fêmeas ovipositam na face inferior das folhas. Por esse motivo, o controle químico nem sempre é eficiente. Outra dificuldade é que esse inseto é polífago, apresentando diversos hospedeiros. As lagartas após a eclosão podem se dispersar para outras culturas, uniformizando o ataque da lavoura (RIBEIRO *et al.*, 2005).

O tratamento de sementes com inseticidas pode prevenir o ataque de *S. frugiperda* sobre plantas de milho recém-germinadas (FIGUEIREDO, 2006). O produto recomendado é o tiodicarbe (CECCON *et al.*, 2004). Conforme Camillo *et al.* (2005), esse produto foi o que demonstrou o melhor resultado quanto à redução de corte de plantas por *S. frugiperda*, na fase inicial do milho. Inseticidas sistêmicos possibilitaram o controle de *S. frugiperda* por até 17 dias após a semeadura, sob condições satisfatórias de suprimento de água, porém, sob estresse hídrico, o tratamento de semente não apresentou a mesma eficiência, necessitando de pulverizações suplementares, que foram dirigidas para o sítio de ataque do inseto (VIANA *et al.*, 2002).

De acordo com Figueiredo *et al.* (2006), existe um grande número de produtos químicos registrados para o controle de *S. frugiperda*, como o clorpirifós, que é eficiente para o controle desse inseto, pois proporcionou menor dano às plantas e maiores rendimentos, quando comparado às parcelas não tratadas.

Silva (1999) avaliou o inseticida metomil aplicado no início do ataque de *S. frugiperda* em plantas de milho, e verificou que a eficiência de controle dessa espécie foi de 88%. Esse autor observou maior eficiência de controle das lagartas de *S. frugiperda* quando as pulverizações foram realizadas sobre as

plantas logo após os primeiros sintomas de ataque da praga. Esse é o momento em que, normalmente, é realizado o controle de *S. frugiperda*. Entretanto, consoante Cruz (2008), as aplicações não devem ser imediatas, e sim serem realizadas quando as lagartas já estiverem entre o 3º e 4º ínstar. Nessa fase, as lagartas ainda são suscetíveis aos inseticidas, e não estão causando dano à cultura. Bogorni e Vendramim (2003) afirmaram que as aplicações com inseticidas realizadas de forma incorreta causam impactos negativos sobre os inimigos naturais, polinizadores e organismos não alvos, além de resultarem no desenvolvimento da resistência das pragas e resíduos tóxicos nos alimentos.

Figueiredo *et al.* (2006) explicaram que a primeira pulverização com inseticida realizada para o controle de lagartas de *S. frugiperda*, em áreas onde são constatadas a presença de inimigos naturais, deve ser realizada somente 10 dias após a detecção das posturas desse inseto nas plantas de milho.

Michereff Filho *et al.* (2002), trabalhando com deltametrina, constataram que a densidade de lagartas de *S. frugiperda* nas parcelas pulverizadas foi 78% menor em relação ao constatado nas parcelas-testemunhas, e que esse produto manteve a eficiência até sete dias após a aplicação. Tomquelski e Martins (2007) avaliaram a mistura de novalurom e metomil e obtiveram eficiências de controle de 90%, 83% e 28%, aos três, sete e 14 dias após a pulverização, respectivamente.

#### **2.1.4.2 Controle biológico**

O controle biológico também tem sido utilizado para o manejo de *S. frugiperda*. Esse método não é poluente, não provoca desequilíbrio biológico, aproveita o potencial biótico do agroecossistema, além de não ser tóxico ao homem e aos animais. O controle biológico da lagarta-do-cartucho do milho tem sido feito através de parasitoides de ovos, sendo considerado, na maioria das

vezes, como um método preventivo. O inseto mais utilizado é o *Trichogramma* spp. (MEGABIO, 2008). *Trichogramma* parasita os ovos dos insetos-praga antes da eclosão das lagartas, além de ser facilmente multiplicado em laboratório. Dessa forma, controla a praga antes que ela cause danos à cultura (EMBRAPA, 2012).

Em programas de controle biológico aplicado, o gênero *Trichogramma* vem sendo bastante utilizado, uma vez que inclui parasitoides que atacam ovos de diferentes espécies, porém possuem preferência por determinados hospedeiros. Esse parasitoide se desenvolve dentro do ovo de seu hospedeiro, emergindo do ovo da praga somente na fase adulta, sendo o parasitismo observado pelo escurecimento dos ovos do inseto-praga (CRUZ e MONTEIRO, 2002).

Variações no comportamento de parasitismo de um inimigo natural podem ser influenciadas por diversos fatores, como o hospedeiro, o habitat, a espécie e/ou linhagem do parasitoide e as condições climáticas (SMITH, 1994; CRUZ *et al.*, 1999).

Sá (1991) observou que ocorreu parasitismo natural de ovos de *S. frugiperda* por *Trichogramma pretiosum* (Riley) e que esse percentual variou de 0,06 a 98% em função do número de camadas de ovos presentes na postura e da presença ou não de escamas da praga sobre as mesmas.

Martinazzo *et al.* (2007) observaram que a liberação de *T. pretiosum* reduziu significativamente o dano da *S. frugiperda* na cultura do milho. Contudo, quando consideraram o percentual de plantas danificadas nas parcelas sem a liberação, que em média foi de 7,9%, verificaram que este se manteve abaixo do nível de dano dessa praga. Os autores explicaram que pode ter ocorrido dispersão de *T. pretiosum* das parcelas liberadas para as parcelas sem liberação. Isso pode ter acontecido, pois não foram realizadas aplicações de

produtos químicos na área e a população de inimigos naturais pode ter se elevado, mantendo a população da praga em níveis baixos.

*Doru luteipes* (Scudder) é descrita como uma espécie com grande potencial como agente de controle de *S. frugiperda*, sendo encontrada no campo durante o ano todo e, principalmente, na fase de desenvolvimento da cultura do milho, quando a ocorrência da lagarta do cartucho é mais frequente (GUERREIRO *et al.*, 2003). A tesourinha (*D. luteipes*) destaca-se por ser presença constante nas lavouras de milho e por sua capacidade de predação de ovos e lagartas pequenas de *S. frugiperda*. Cruz (1995) comenta que um único adulto de tesourinha na planta de milho é suficiente para reduzir a população de *S. frugiperda* em 70%. Tanto as ninfas quanto os adultos são predadores de ovos e de lagartas de primeiros ínstaes da lagarta-do-cartucho, sendo que cada indivíduo é capaz de consumir cerca de 496 ovos e 12 lagartas por dia. Em condições naturais, esse inseto coloniza a planta de milho apenas nas fases tardias, quando os danos mais severos provocados pela lagarta-do-cartucho já ocorreram (CRUZ *et al.*, 1999; OVEJERO, 2001).

A Embrapa Meio Ambiente desenvolveu um trabalho de liberação de *D. luteipes* no início do ciclo da cultura do milho, visando a avaliar os danos causados pela lagarta-do-cartucho sobre o rendimento da cultura, quando controlada precocemente por esse predador. Os resultados do trabalho demonstram que com a liberação de *D. luteipes* na proporção de oito predadores para cinco lagartas, houve redução significativa das perdas de produção por meio dos menores danos da lagarta ao cartucho da planta e maior rendimento final de grãos. As correlações obtidas permitiram verificar que quanto maior a relação: predador-versus-lagarta, menores os estragos causados, e maior o potencial produtivo das plantas, devido à produção de espigas com maior diâmetro e comprimento (OVEJERO, 2001).

#### **2.1.4.3 Controle com extratos vegetais**

Os extratos vegetais também podem ser uma alternativa viável ao uso exclusivo de produtos químicos para o controle de *S. frugiperda* e, com isso, mais uma opção no manejo integrado de pragas. A utilização de plantas inseticidas associadas a outras práticas de controle de insetos podem contribuir para a redução das doses e aplicações de inseticidas químicos, evitando os problemas que podem ser causados aos organismos benéficos e ao meio ambiente (MACHADO *et al.*, 2007).

O emprego de substâncias extraídas de plantas com poder inseticida apresenta vantagens quando comparado aos inseticidas químicos. As substâncias produzidas pelas plantas são renováveis, facilmente degradáveis e não contaminam o meio ambiente. O desenvolvimento da resistência dos insetos a essas substâncias é lento, além de não deixarem resíduos nos alimentos são seguras aos operadores e de baixo custo, sendo acessível aos pequenos produtores (ROEL e VANDRAMIM, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

As plantas dependem, para a sua sobrevivência, de algumas defesas mecânicas, como espinhos, estruturas lenhosas e de substâncias químicas, que funcionam como repelentes alimentares ou toxinas, as quais provocam desde pequenos distúrbios no organismo dos fitófagos até morte. Com relação às substâncias químicas, estas são chamadas de aleloquímicos ou metabólito secundário. Essas substâncias são biossintetizadas, sendo matéria-prima originada do metabolismo primário das plantas (LACHER, 2000).

Os metabólitos secundários diferem dos primários por apresentarem distribuição restrita no reino vegetal, sendo produzido por uma espécie vegetal ou um grupo de espécies, enquanto os primários são encontrados em todo o reino vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2009). A concentração dos metabólitos secundários varia entre os órgãos, tecidos e até mesmo entre células das plantas. A concentração destes metabólitos também pode se alterar ao longo do

desenvolvimento da planta e da idade do indivíduo, bem como dependendo da estação do ano. Essa alteração pode ocorrer em poucos dias ou até mesmo poucas horas. O estado nutricional da planta, bem como o estresse pelo qual o indivíduo estiver passando pode levar a uma alteração na composição química do vegetal. Assim, plantas sob estresse, bem como aquelas cultivadas em solo rico em nitrogênio são, preferencialmente, mais atacadas por insetos (LACHER, 2000).

Extratos de plantas com potencial inseticida tem sido objeto de muitas pesquisas, como uma alternativa no manejo integrado de pragas. As substâncias inseticidas podem ser oriundas dos produtos intermediários ou finais do metabolismo secundário das plantas. Essas substâncias podem ser encontradas nas raízes, folhas, caules e sementes das plantas, podendo ser rotenonas, piretroides, alcaloides e terpenoides. Elas podem interferir no metabolismo, causando deterrência alimentar e de oviposição, esterilização, bloqueio do metabolismo e interferência no desenvolvimento, sem necessariamente causar a morte do inseto (MEDEIROS, 1990; LACHER, 2000).

Machado *et al.* (2007) afirmaram que existem variações na eficiência de controle dos extratos de plantas sobre os insetos. Explicam que isso é devido, principalmente, às diferenças nas concentrações do ingrediente ativo, além do baixo efeito residual. Isso tem determinado a necessidade de haver várias aplicações desses produtos em períodos relativamente curtos.

Segundo Vendramim (1997), as plantas inseticidas podem ser utilizadas de diversas formas, sendo a mais comum o emprego na forma de pó seco, óleos, extratos aquosos e não aquosos. Para esse autor, os pós e extratos aquosos são as melhores opções, já que são de fácil obtenção e aplicação.

Vários estudos já foram realizados com extratos botânicos sobre *S. frugiperda*. Hernández e Vendramim (1996), analisando extratos de caules de *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. e *Trichilia pallida* (Swartz), de sementes de



*Cedrella fissilis* (Vell.), de folhas e caules de *Mellia azedarach* (L.), observaram que a sobrevivência das lagartas de *S. frugiperda* se reduziu a zero quando estas foram alimentadas com dietas artificiais misturadas aos extratos. Hernández e Vendramim (1997) verificaram o peso de pupas de *S. frugiperda* foi reduzido quando as lagartas foram alimentadas com dietas artificiais misturadas aos extratos de folhas de *C. canjerana* e *Swietenia macrophylla* (King). As lagartas dessa espécie, criadas em dieta artificial com extrato de sementes de *Azadirachta indica* (A. Juss) (5%), morreram no início do seu desenvolvimento. Vendramim e Scampini (1997) também observaram a diminuição no peso de pupas. Diferentes autores relatam que o menor peso das pupas foi consequência da inibição da alimentação ou da menor eficiência de conversão do alimento ingerido pelas lagartas (RODRIGUEZ e VENDRAMIM, 1997; XIE *et al.*, 1994; MARTINEZ e VAN EMDEN, 2001; LOWERY e SMIRLE, 2000).

Roel *et al.* (2000) avaliaram o efeito de diferentes concentrações do extrato de folhas e ramos de *T. pallida* em acetato de etila sobre *S. frugiperda* e verificaram que esse extrato causou 100% de mortalidade larval, em concentrações igual ou superior a 0,05%. Torrecillas e Vendramim (2001) também verificaram mortalidade de 100% de lagartas de *S. frugiperda* quando estas foram alimentadas com extrato de *T. pallida*. Da mesma forma, Silva Filho (2003) conseguiu controle eficiente de *S. frugiperda* na cultura do milho, utilizando extrato vegetal da planta do nim.

Plantas do gênero *Cymbopogon* spp., capim-citronela, são muito conhecidas por fornecerem matéria-prima (óleo essencial) para a fabricação de repelentes contra insetos. Esse óleo é composto de aldeído citronelal (aproximadamente 40%) e limoneno, substâncias que apresentam alta atividade repelente a insetos, além de ação antimicrobiana e acaricida. O óleo essencial também possui pequenas concentrações de geraniol, citronelol e ésteres. *Cymbopogon nardus* (L) Rendle é a espécie que possui maior concentração

dessas substâncias, apesar de outras espécies de plantas de outras famílias também as possuírem (MATTOS, 2000; SAITO, 2004). O óleo de citronela tem sido muito estudado para o controle de pragas, visto que tem mostrado ser tóxico a diferentes artrópodes (CARROLL, 1994).

Labinas e Crocomo (2002) demonstraram que o óleo de citronela foi repelente e apresentou propriedades inseticidas sobre lagartas de *S. frugiperda*, causando mortalidade total em concentrações próximas a 1%. O óleo essencial de citronela também apresentou efeito sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied).

Oliveira *et al.* (2007) avaliaram a viabilidade de utilização do óleo, extrato aquoso de folhas e ramos de *A. indica*, *M. azedarach*, *Quassia amara* (L.) e *T. pallida*, em condições de campo, para o controle de *S. frugiperda* em milho. Foram realizadas avaliações aos três, sete e 10 dias após a pulverização dos extratos. Os autores concluíram que os produtos vegetais utilizados começaram a afetar o desenvolvimento da lagarta alguns dias após a pulverização nas folhas, em geral, aos sete dias após a aplicação dos extratos. O óleo ou extrato aquoso de *A. indica* teve efeito mais acentuado na diminuição da população das lagartas em relação aos extratos aquosos de *M. azedarach*, *Q. amara* e *T. pallida*.

Santiago *et al.* (2008) utilizaram extratos aquosos de folhas de *Lippia sidoides* (Cham), folhas e ramos de *Ruta graveolenses* (L.), *Mormodica charantia* (L.) e frutos verdes de *Ricinus communis* (L.), na concentração de 10%, e observaram que na fase larval de *S. frugiperda*, o tratamento contendo extrato aquoso de frutos verdes de *R. communis* provocou significativo alongamento na duração das fases larval e pupal, redução na viabilidade larval e deterrência alimentar, demonstrando os efeitos tóxicos dos extratos sobre essas fases do ciclo biológico do inseto. Os autores observaram também que os extratos de *R. graveolens* e *M. charantia* exerceram efeito sobre a fase adulta

desse inseto, inibindo totalmente a postura e reduzindo a longevidade, respectivamente.

Melo (2010), trabalhando com sementes e polpa de *Piper tuberculatum* (Jacq) para o controle de *S. frugiperda*, observou que, apesar dos tratamentos não diferirem da testemunha, as lagartas tratadas com os extratos apresentavam menor tamanho, crescimento mais lento e pouca mobilidade, muitas vezes, aparentando estarem mortas, sendo necessária a observação minuciosa e toque com o pincel para a avaliação correta. Resultados semelhantes foram obtidos por Rodriguez e Vendramim (1997) que também registraram um crescimento mais lento em lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com extratos de meliáceas.

## **2.2 Plantas inseticidas para o controle de pragas**

Vários outros insetos-pragas têm sido estudados quanto ao controle feito por meio de extratos de plantas. Silva *et al.* (1996) e Guimarães *et al.* (2001) verificaram que as concentrações letais do extrato da casca e do caule de *Magonia pubescens* (St. Hil.) foi de 140 e 150 mg/100 mL para *Aedes aegypti* (L.) e *A. albopictus* (Skuse), respectivamente. Arruda *et al.* (2003) avaliaram o efeito do extrato bruto etanólico da casca do caule de *M. pubescens*, no tubo digestivo de larvas de *A. aegypti*. Observaram que a maior parte das alterações ocorreu no mesentério, sendo as principais: destruição total ou parcial das células, alta vacualização citoplasmática, aumento do espaço subperitrófico, hipertrofia das células e aparente estratificação epitelial. Zanon *et al.* (2006) também constataram atividade larvicida do extrato bruto etanólico da casca e do caule de *M. pubescens* sobre o mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say). Os autores verificaram que a concentração letal do extrato foi de 170 mg/100 mL.

Torres *et al.* (2001), avaliando a ação de diferentes extratos vegetais no desenvolvimento de *Plutella xylostela* (L.), observaram que o extrato aquoso de

*M. azedarach* aumentou a duração da fase larval e afetou a viabilidade da fase pupal. Observaram ainda que os extratos de *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.) e *A. indica* ocasionaram mortalidade total das larvas. Resultados semelhantes de alongamento da fase larval também foram observados por De-Ling *et al.* (2000), Rodriguez e Vendramim (1996) e Brito *et al.* (2004). Conforme Parra (2001), o alongamento da fase larval pode estar associado a um maior número de ínstaes, uma vez que em condições desfavoráveis o inseto tende a aumentar esse número.

Morandi Filho *et al.* (2006), quando analisaram *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) alimentadas com óleo de nim e extrato pirolenhoso incorporados à dieta artificial, constataram que não houve alteração na fase pupal, porém ocorreu aumento na duração da fase larval. Os autores explicaram que, provavelmente, a ação dos extratos foi mais drástica na fase larval do que pupal porque na fase de larva o inseto ingere o alimento contendo as substâncias tóxicas. Resultados semelhantes foram encontrados por Roel; Vendramim (1999) que trabalharam com *S. frugiperda*, alimentadas com extrato de acetato de etila de *T. pallida*, e observaram que a duração e viabilidade da fase pupal não foram afetadas. Por outro lado, deformações nas fases de pupa e adulto foram encontradas por Santiago (2005) quando lagartas de *S. frugiperda* foram alimentadas com dieta contendo o extrato aquoso da oiticica (*Licania rigida* Benth) a 10%; por Thomazini *et al.* (2000), trabalhando com extratos aquosos de *T. pallida* na traça do tomateiro; por Fernandes *et al.* (1996), trabalhando com *Anthonomus grandis* (Boh).

Andrade *et al.* (2007) avaliaram as concentrações de 1%, 5% e 10% dos extratos de sementes de pinhão-mansão, *Jatropha curcas* (L.), e de mamona, *Ricinus communis* (L.), através da aplicação tópica de 1 µL do extrato na região do pronoto dos adultos de *Tenebrio molitor* (L.). Os autores constataram que os extratos de mamona causaram mortalidade dos insetos proporcional ao aumento

na concentração do produto, e que a 10%, após 120 horas, a mortalidade foi de 100%. Os extratos de pinhão-manso não causaram mortalidade dos insetos.

Gonçalves *et al.* (2007), estudando ameixeiras cultivadas em sistema orgânico, avaliaram a associação do óleo essencial de citronela à terra de diatomáceas e verificaram que ocorreu alteração na densidade de larvas da mosca-das-frutas, *A. fraterculus* por fruto, apesar de não ter havido redução nas perdas de frutos.

Biermann (2009) observou 100% de mortalidade larval de *Ascia monuste* (Orseis) alimentada com extratos aquosos de pó de fumo aplicados sobre folhas de couve.

Em estudos farmacológicos realizados com as folhas de *Calotropis procera* (R. Br.), algodão-de-seda, Meshram (1995) observou atividade inseticida dessa planta.

Espécies da família annonaceae apresentam em sua composição substâncias com potencial inseticida, sendo a principal a acetogenina, que vem sendo estudada, ainda que de forma restrita, para o controle de alguns insetos-praga (ALALI *et al.*, 1999; FERAS *et al.*, 1999). Souza *et al.* (2007) avaliaram a ação inseticida de diferentes extratos de sementes de *Annona coriacea* (Mart) sobre ninfas do percevejo-barriga-verde-da-soja, *Dichelops melacanthus* (Dallas). Verificaram que o extrato hexânico de *A. coriacea* causou 78% e 86% de mortalidade nas concentrações de 4% e 8%, respectivamente. O extrato etanólico causou 100% de mortalidade nas mesmas concentrações. O extrato metanólico causou de 96%, 94% e 94% de mortalidade nas concentrações 8%, 4% e 2%, respectivamente. Os autores observaram também que as ninfas nos três tratamentos (solventes) paravam de se alimentar e morriam de inanição já nos quatro primeiros dias da avaliação. Os extratos metanólico e hexânico causaram anormalidades morfológicas às ninfas que apresentavam dificuldades no rompimento e eliminação da cutícula durante o processo de ecdise.

A atividade inseticida de espécies da família annonacea também foi mencionada por Leatemala e Isman (2004), quando *P. xylostella* apresentou-se susceptível à atividade inseticida dos extratos de *Annona squamosa* (L.).

Rodrigues *et al.* (2008) observaram redução na duração da fase larval quando alimentaram lagartas de *S. frugiperda* com dieta contendo extratos de *Ocotea minarum* (Nees) Mez, *Mascagnia pubiflora* (A. Juss.) e *Nectandra megapotamica* (Spreng).

Webber (2009) avaliou o efeito dos extratos de barbatimão, *Stryphnodendron coriaceum* Benth. na biologia de *S. frugiperda*. O autor verificou que as concentrações de 2%, 4% e 8% apresentaram efeito adverso sobre a biologia desse inseto, como redução da viabilidade larval, alongamento do período larval, redução do peso de pupas, além de redução na taxa de oviposição. O autor comenta que o aumento na duração larval pode ter proporcionado a degradação dos componentes tóxicos dos extratos vegetais.

Coutinho (2010) avaliou a aplicação de óleo de citronela sobre a biologia da *S. frugiperda* nas concentrações 0,01%, 0,05%, 0,1%, 0,5% e 1,0%. O autor observou mortalidade total das lagartas de 1º ínstar, quando estas foram alimentadas com folhas tratadas com o óleo essencial de citronela em diferentes concentrações. Para lagartas de 1º e 3º instares alimentadas com óleo de citronela ocorreu alongamento das fases larval e pupal. Já, o extrato aquoso de citronela provocou diminuição na duração da fase larval das lagartas de 3º ínstar. O óleo e o extrato de citronela reduziram a longevidade dos adultos, fecundidade e fertilidade das fêmeas.

A identificação de um extrato vegetal com uma concentração capaz de diminuir a população de um inseto-praga a um nível que não cause dano à cultura, não afetando o ambiente, nem a população dos inimigos naturais, é o que se busca dentro do manejo ecológico de pragas, permanecendo o agroecossistema o mais próximo do seu equilíbrio natural (WEBBER, 2009).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle Biológico e Bioatividade de Produtos Vegetais da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Campus de Janaúba, MG.

Folhas e caule de espécies vegetais foram utilizados para o preparo de extratos aquosos, que foram avaliados para o controle de lagartas de *Spodoptera frugiperda*. Este inseto foi obtido da criação-estoque, mantida no Laboratório de Criação de Insetos da UNIMONTES. As lagartas foram criadas em dieta artificial à base de feijão, germe de trigo, caseína e proteína de soja (GREENE *et al.*, 1976). A criação e os experimentos foram realizados em condições de laboratório à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $60 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

#### 3.1 Coleta de espécies vegetais e preparação dos extratos aquosos

Folhas de pinha, *Annona squamosa* (L.), algodão-de-seda, *Calotropis procera* (Ait) R. Br., citronela, *Cymbopogon nardus* (L.), pinhão-manso, *Jatropha curcas* (L.), juá, *Zizyphus joazeiro* (Mart.) e noni, *Morinda citrifolia* (L.) foram coletadas no Campus de Janaúba, MG, Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES (nas coordenadas geográficas  $15^\circ 49' 56''$  de latitude Sul,  $43^\circ 16' 20''$  de longitude Oeste e altitude de 556 m. O clima predominante na região estudada é o tropical seco do tipo (AW), segundo a classificação climática de Köppen.) (SILVA, 2011). Folhas de tingui, *Magonia pubescens* (A. St. Hil) foram coletadas na Fazenda Experimental da UNIMONTES (Tabela 1), (localizada nas coordenadas geográficas  $15^\circ 47' 50''$  de latitude sul e  $43^\circ 18' 31''$  de longitude oeste, com altitude de 516 metros, cujo clima, segundo Köppen n (Ometto, 1981), é do tipo (AW).

Após a coleta, as folhas foram levadas ao Laboratório de Controle Biológico e Bioatividade de Produtos Vegetais, onde foram limpas. Na limpeza

foram retiradas as folhas danificadas, com sintomas visuais de doença, os insetos presentes e outros organismos. O material foi lavado com água corrente para completar a retirada das impurezas e colocados para secar em temperatura ambiente, onde permaneceu por 24 horas. Após estes procedimentos os materiais foram pesados, separadamente por espécie, colocados em sacos de papel e levados para uma estufa de circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 35 °C, para secar. Os materiais permaneceram na estufa até que atingiram um peso constante. Os materiais já secos foram triturados em um moinho de facas até a obtenção de um pó. Os pós foram colocados em frascos de vidro (12 cm x 18 cm) que foram fechados hermeticamente com tampa de rosca e cobertos com papel alumínio. Esses frascos foram armazenados em geladeira a 10 °C, onde permaneceram até sua utilização nos experimentos.



**TABELA 1** Identificação, fenologia da planta no dia da coleta, estrutura vegetal coletada e data de coleta das espécies vegetais utilizadas nos experimentos de bioatividade de extratos aquosos para o controle de *Spodoptera frugiperda*.

<b>Identificação</b>				<b>Coleta</b>
<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>	<b>Fenologia</b>	<b>Estrutura Vegetal</b>	
<i>Annona squamosa</i> L. (Pinha)	Annonaceae	Frutificação	Folhas	06/out/11
<i>Calotropis procera</i> (Ait) R. Br. (Algodão-de-seda)	Asclepiadaceae	Florescimento	Folhas/Caules	06/out/11
<i>Cymbopogon nardus</i> (L.) (Citronela)	Poaceae	Florescimento	Folhas	06/out/11
<i>Jatropha curcas</i> L. (Pinhão-manso)	Euforbiaceae	Frutificação	Folhas	10/jan/12
<i>Magonia pubescens</i> A. St. Hil. (Tingui)	Sapindacea	Frutificação	Folhas	18/dez/11
<i>Morinda citrifolia</i> L. (Noni)	Rubiaceae	Frutificação	Folhas	10/jan/12

---

<i>Zizyphus</i>	Rhamnaceae	Vegetativo	Folhas	06/out/11
<i>joazeiro</i> Mart.				
(Juá)				

---

### 3.2 Seleção de espécies vegetais bioativas a lagartas de *S. frugiperda*

Inicialmente foi realizado um experimento onde foram avaliados os extratos de folhas de pinha, algodão-de-seda, citronela e juá e, posteriormente, em outro experimento foram avaliados os extratos de noni, tingui e pinhão-manso (Tabela 1). Adicionalmente foi realizado um terceiro experimento em que foram avaliados os extratos aquosos de algodão-de-seda, citronela, juá, noni e pinha.

Para a preparação dos extratos, foram pesados 85 g do pó seco de cada uma das espécies vegetais avaliadas, os quais foram adicionados a 544 mL de água deionizada esterilizada, visando à obtenção da proporção de 10%, em relação à quantidade total de água utilizada no preparo da dieta artificial de *S. frugiperda*. A extração dos compostos hidrossolúveis ocorreu em geladeira a 10 °C, onde as suspensões permaneceram pelo período de 24 horas, para então serem filtradas com o auxílio de um tecido fino tipo *voil*.

Os extratos aquosos obtidos foram adicionados à dieta artificial de lagartas de *S. frugiperda*, no final do preparo das mesmas. O extrato aquoso foi colocado na dieta artificial em substituição à água utilizada em seu preparo. Após a adição dos extratos, as dietas foram vertidas em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm), previamente tamponados com algodão hidrófugohidrófugo e esterilizados. Em cada tubo foi inoculada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*. Para cada um dos experimentos realizados foi adicionado um tratamento testemunha, onde as lagartas foram inoculadas em dieta artificial sem adição de extrato vegetal.

Os experimentos foram realizados em delineamentos experimentais inteiramente casualizados, sendo para o primeiro experimento avaliado quatro tratamentos mais testemunha e, para o segundo, três tratamentos mais testemunha. Cada tratamento constou de 50 repetições (tubo), em que foi inoculada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*, totalizando 50 lagartas por tratamento.

Os tubos contendo as lagartas foram mantidos em laboratório (temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas). Diariamente foi observada a mortalidade larval e a ocorrência de pupas, que, 24 horas após a formação, foram sexadas, pesadas e individualizadas em novos tubos, visando à emergência dos adultos.

### **3.3 Bioatividade de extratos aquosos de espécies vegetais aplicados em folhas de milho, para o controle de *S. frugiperda***

Os extratos aquosos de algodão-de-seda, noni e pinha foram avaliados quanto a sua efetividade para o controle de *S. frugiperda*. Os procedimentos quanto ao preparo dos extratos, quantidade de pó utilizada e concentração avaliada foram as mesmas já descritas nos itens 3.1 e 3.2. Da mesma forma, os procedimentos adotados quanto à filtragem dos extratos foram os mesmos que os descritos no item 3.1.

Para a avaliação dos extratos, pedaços de folhas de milho de cerca de 6 cm de comprimento, retirados da planta, foram imersos, por 10 segundos, nos extratos vegetais. As folhas de milho que compunham a testemunha foram imersas somente em água deionizada. Após a secagem das folhas ao ar livre, elas foram colocadas em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm) tamponados com algodão hidrófugo, e, em cada um dos tubos foi inoculada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*.

As folhas de milho foram tratadas uma única vez antes de serem oferecidas como alimento às lagartas. As demais folhas de milho fornecidas como alimento às lagartas não foram imersas nos extratos aquosos, sendo as lagartas alimentadas com folhas de milho não tratadas. Os tubos contendo as lagartas foram mantidos em laboratório (temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas). Diariamente, foi observada a mortalidade das lagartas e a ocorrência de pupas, que, 24 horas após a formação, foram sexadas, pesadas e individualizadas em novos tubos, visando à emergência dos adultos.

O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos mais testemunha. Cada tratamento constou de 50 repetições (tubo), no qual foi inoculada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*, totalizando 50 lagartas por tratamento.

### **3.4 Programa Estatístico**

Para todos os experimentos realizados foram avaliadas as variáveis durações e viabilidades das fases larval e pupal, peso de pupas (machos e fêmeas) e porcentagens de deformação de pupas e de adultos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Seleção de espécies vegetais bioativas a lagartas de *S. frugiperda*

#### 4.1.2 Primeiro experimento

Ocorreu variação na duração da fase larval de *S. frugiperda*, quando as lagartas foram alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos das espécies vegetais (Tabela 2). As lagartas alimentadas com as dietas contendo os extratos de citronela e de algodão-de-seda causaram significativas reduções na duração larval ( $F= 107,53$ ;  $P < 0,00001$ ), que variaram de 7,6 a 15,4 dias, em relação à testemunha e aos demais tratamentos. Já, para as lagartas alimentadas com as dietas artificiais contendo os extratos de juá e pinha ocorreu o inverso, ou seja, um alongamento dessa fase, em relação à testemunha e aos demais tratamentos.

Ocorreu significativa mortalidade larval ( $F= 14,424$ ;  $P < 0,00001$ ) quando as lagartas de *S. frugiperda* foram alimentadas com dieta artificial contendo os diferentes extratos vegetais (Tabela 2). Os extratos de algodão-de-seda, citronela, juá e pinha provocaram semelhantes mortalidades larvais, diferindo apenas da testemunha.

A ingestão de dieta artificial contendo diferentes extratos vegetais por lagartas de *S. frugiperda* provocou significativo alongamento da fase pupal ( $F= 15,512$ ;  $P < 0,00001$ ) (Tabela 2). As lagartas alimentadas com dietas contendo os extratos apresentaram maiores durações pupais, em relação à testemunha. A ingestão do extrato de citronela pelas lagartas fez com que os adultos

demorassem 3 dias a mais que a testemunha para emergir; a pinha provocou um alongamento de 2 dias e os demais tratamentos de cerca de 1,5 dias a mais.

**TABELA 2** Duração e mortalidade da fase larval e duração da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de *Calotropis procera* (algodão-de-seda), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Zizyphus joazeiro* (juá) ou *Annona squamosa* (pinha).

Tratamentos	Fase larval		Fase pupal
	Duração (dias) $x \pm \delta (x)$	Mortalidade (%)	Duração (dias) $x \pm \delta (x)$
Testemunha	25,0 $\pm$ 0,4 c	14,0 a	7,0 $\pm$ 0,2 a
Algodão-de-seda	17,4 $\pm$ 1,0 b	74,0 b	8,6 $\pm$ 0,5 b
Citronela	14,1 $\pm$ 0,6 a	60,0 b	10,4 $\pm$ 0,4 c
Juá	29,5 $\pm$ 0,6 d	56,0 b	8,5 $\pm$ 0,4 b
Pinha	28,6 $\pm$ 1,1 d	72,0 b	9,0 $\pm$ 0,5 bc
CV	12,2	81,1	19,8

\* Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As mortalidades pupais ( $F= 1,970$ ;  $P > 0,1042$ ) de *S. frugiperda* não foram afetadas significativamente pela ingestão dos extratos de algodão-de-seda, citronela, juá e pinha incorporados à dieta artificial das lagartas, sendo somente observada mortalidade das pupas no tratamento algodão-de-seda (7,7%).

A ingestão de extratos aquosos de diferentes plantas pelas lagartas de *S. frugiperda* afetou significativamente os pesos das pupas machos ( $F= 9,204$ ;  $P < 0,00001$ ) e fêmeas ( $F= 4,878$ ;  $P < 0,0050$ ) (Tabela 3). Para os machos ocorreu redução no peso das pupas provenientes das lagartas alimentadas com extratos

de juá e pinha, em relação à testemunha e aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. Para pupas fêmeas, o tratamento algodão-de-seda não foi incluído na análise estatística devido ao pequeno número de repetições provocado pela elevada mortalidade larval ocorrida neste tratamento, resultando em reduzido número de pupas fêmeas. Com relação à análise estatística, para as pupas fêmeas, somente a ingestão de extrato de juá pelas lagartas de *S. frugiperda* provocou significativa redução no peso, em relação aos demais tratamentos, à exceção daquelas que ingeriram extrato de pinha.

**TABELA 3** Peso de pupas machos e fêmeas de *Spodoptera frugiperda*, provenientes de lagartas alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de *Calotropis procera* (algodão-de-seda), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Zizyphus joazeiro* (juá) ou *Annona squamosa* (pinha).

Tratamentos	Peso de pupas (mg)	
	Macho $x \pm \delta (x)$	Fêmea $x \pm \delta (x)$
Testemunha	232,8 ± 6,7 b	224,2 ± 6,4b
Algodão-de-seda	249,9 ± 10,9 b	-
Citronela	252,3 ± 12,7 b	221,9 ± 12,0 b
Juá	189,3 ± 9,1 a	180,9 ± 9,4 a
Pinha	188,3 ± 4,0 a	199,4 ± 15,0 ab
CV	14,3	15,7

\* Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O extrato aquoso do algodão-de-seda foi o único a causar efeito adverso significativo sobre a variável deformação de pupas ( $F= 9,112$ ;  $P < 0,00001$ ) e adultos ( $F= 3,010$ ;  $P < 0,0214$ ). Nas pupas de *S. frugiperda* a ingestão desse extrato pelas lagartas causou 38,5% de deformação, já nos adultos emergidos foi

de 16,7%. O juá causou uma pequena quantidade de deformação de pupas (9,1%) e nos adultos (4,5 %), mas foi semelhante à testemunha.

#### **4.1.3 Segundo experimento**

A ingestão de extratos aquosos de diferentes espécies vegetais por lagartas de *S. frugiperda* afetou significativamente a duração da fase larval ( $F=19,503$ ;  $P < 0,00001$ ) desse inseto (Tabela 4). Os extratos de tingui e de pinhão-manso provocaram alongamento dessa fase, em relação à testemunha e ao tratamento noni. Apesar de o tratamento noni não ter afetado a duração larval de *S. frugiperda*, provocou significativa mortalidade das lagartas ( $F=40,881$ ;  $P < 0,00001$ ) que foi superior aos tratamentos tingui, pinhão-manso e testemunha. O tratamento tingui também causou significativa mortalidade larval que foi superior à testemunha, mas semelhante ao tratamento pinhão-manso.

A alta mortalidade larval ocorrida no tratamento contendo extrato de noni impossibilitou a inclusão deste na análise estatística das variáveis pesos de pupas machos e fêmeas (Tabela 4). Para os demais tratamentos ocorreu efeito significativo da ingestão de extratos aquosos pelas lagartas de *S. frugiperda* sobre os pesos das pupas machos ( $F=249,238$ ;  $P < 0,00001$ ) e fêmeas ( $F=56,401$ ;  $P < 0,00001$ ). A ingestão das dietas contendo os extratos de tingui e pinhão-manso provocou redução nos pesos das pupas machos e fêmeas, em relação à testemunha.



**TABELA 4** Duração e mortalidade da fase larval e peso de pupas (machos e fêmeas) de *Spodoptera frugiperda*, provenientes de lagartas alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de *Magonia pubescens* (tingui), *Morinda citrifolia* (noni) ou *Jatropha curcas* (pinhão-manso).

Tratamentos	Fase larval		Peso de pupas (mg)	
	Duração (dias) x ± δ (x)	Mortalidade (%)	Macho x ± δ (x)	Fêmea x ± δ (x)
Testemunha	14,7 ± 0,2 a	6,0 a	287,9 ± 3,7 b	277,3 ± 10,3b
Tingui	16,1 ± 0,2 b	26,0 b	187,1 ± 3,5 a	187,7 ± 3,4 a
Noni	13,7 ± 0,4 a	82,0 c	-	-
Pinhão-manso	16,5 ± 0,2 b	18,0 ab	196,2 ± 3,5 a	200,0 ± 4,7 a
CV	9,1	112,9	7,5	12,4

\* Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ingestão dos extratos de pinhão-manso, pinha ou tingui por lagartas de *S. frugiperda* não afetou a duração pupal (F= 3,153; P > 0,059), como também não causou mortalidade pupal, deformação de pupas ou adultos desse inseto.

#### 4.1.4 Terceiro experimento

A ingestão dos extratos de pinha, noni ou algodão-de-seda provocou significativas mortalidades larvais (F= 36.673; P < 0,00001) de *S. frugiperda*, que foram maiores que aquelas observadas nos tratamentos juá e citronela, e, também na testemunha (Tabela 5). Adicionalmente, os tratamentos juá e citronela também provocaram significativas mortalidades larvais, superiores somente à testemunha.

A alta mortalidade larval ocorrida no tratamento contendo o extrato de pinha impossibilitou a inclusão deste nas análises estatísticas das variáveis

duração das fases larval e pupal, peso de pupas machos e fêmeas e deformação de pupas e adultos (Tabelas 5 e 6 e Figuras 6 e 7). O mesmo ocorreu para os tratamentos noni e algodão-de-seda, para os quais não foram realizadas as análises estatísticas para as variáveis pesos de pupas machos e fêmeas (Tabela 6).

Os extratos aquosos das espécies vegetais afetaram significativamente a duração da fase larval ( $F= 2,345$ ;  $P < 0,050$ ) deste inseto (Tabela 5). O tratamento juá promoveu a maior duração larval de *S. frugiperda*, mas somente em relação ao extrato de noni. Já os extratos de citronela, algodão-de-seda e a testemunha promoveram durações larvais semelhantes entre si e aos tratamentos juá e noni.

Os extratos aquosos também afetaram significativamente a duração da fase pupal ( $F= 5,638$ ;  $P < 0,0004$ ) de *S. frugiperda* (Tabela 5). A ingestão dos extratos de algodão-de-seda ou de noni pelas lagartas provocou o alongamento de 1 dia na duração pupal de *S. frugiperda*, em relação a testemunha e ao tratamento juá. As lagartas alimentadas com dieta contendo o extrato de citronela apresentaram duração pupal intermediária entre a testemunha e os tratamentos juá e noni.

**TABELA 5** Duração das fases larval e pupal e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de *Zizyphus joazeiro* (juá), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Annona squamosa* (pinha), *Morinda citrifolia* (noni) ou *Calotropis procera* (algodão-de-seda).

Tratamentos	Fase larval		Fase pupal
	Duração (dias)	Mortalidade	Duração (dias)
	$x \pm \delta (x)$	(%)	$x \pm \delta (x)$
Testemunha	13,8 $\pm$ 0,1 ab	12,0 a	7,1 $\pm$ 1,2a
Juá	14,0 $\pm$ 0,1a	50,0 b	7,1 $\pm$ 0,1a
Citronela	13,6 $\pm$ 0,1 ab	48,0 b	7,4 $\pm$ 0,1 ab
Pinha	-	96,0 c	-
Noni	12,8 $\pm$ 0,3b	88,0 c	8,2 $\pm$ 0,3bc
Algodão-de-seda	13,3 $\pm$ 0,5ab	88,0 c	8,4 $\pm$ 0,2c
CV	6,4	59,9	10,5

\* Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ingestão dos extratos de algodão-de-seda causou significativa mortalidade pupal (16,7%) (F= 4,814; P > 0,0013); entretanto, os extratos de noni, citronela, ou juá não causaram mortalidade das pupas de *S. frugiperda*.

A ingestão de extratos de juá ou citronela pelas lagartas de *S. frugiperda* provocou redução nos pesos das pupas machos (F= 49,617; P < 0,00001) e fêmeas (F= 41,039; P < 0,00001), em relação à testemunha (Tabela 6).

**TABELA 6** Peso de pupas machos e fêmeas de *Spodoptera frugiperda*, provenientes de lagartas alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de *Zizyphus joazeiro* (juá) ou *Cymbopogon nardus* (citronela).

Tratamentos	Peso de pupas (mg)	
	Machos	Fêmeas
	$x \pm \delta (x)$	$x \pm \delta (x)$
Testemunha	247,8 $\pm$ 5,5b	250,9 $\pm$ 5,7b
Juá	181,1 $\pm$ 4,1a	186,1 $\pm$ 4,0a
Citronela	194,3 $\pm$ 3,6a	196,1 $\pm$ 7,0a
CV	9,36	10,8

\* Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ingestão dos extratos de algodão-de-seda, noni ou juá pelas lagartas de *S. frugiperda* causou significativa deformação às pupas ( $F= 13,768$ ;  $P > 0,00001$ ) que foram de 66,7%, 16,7% e 12,0%, respectivamente; no entanto, o tratamento citronela juntamente com a testemunha não causaram deformação a essa fase do inseto.

A ingestão dos extratos de juá ou algodão-de-seda pelas lagartas de *S. frugiperda* causou deformação nos adultos desse inseto ( $F= 22,738$ ;  $P > 0,00001$ ), que foi de 12,0 e 80%, respectivamente, já a ingestão dos extratos de citronela ou noni não causou de deformação às pupas.

#### **4.1.5 Bioatividade de extratos aquosos de espécies vegetais aplicados em folhas de milho, para o controle de *S. frugiperda***

Ocorreu significativa mortalidade larval ( $F= 25,105$ ;  $P < 0,00001$ ) quando as lagartas de *S. frugiperda* foram alimentadas com folhas de milho tratadas com os diferentes extratos vegetais (Tabela 7). O extrato de pinha provocou significativa mortalidade larval que foi superior à observada na testemunha e demais tratamentos. Todavia, os extratos de algodão-de-seda e noni provocaram semelhantes mortalidades larvais entre si, e superiores à testemunha (Tabela7).

A alta mortalidade larval ocorrida no tratamento contendo o extrato de pinha impossibilitou a inclusão deste nas análises estatísticas das variáveis duração das fases larval e pupal, peso de pupas machos e fêmeas e deformação de pupas e adultos (Tabelas 7 e 8).

A ingestão de extratos aquosos de diferentes espécies vegetais por lagartas de *S. frugiperda* afetou significativamente a duração da fase larval ( $F= 8,782$ ;  $P < 0,0004$ ) (Tabela 7). As lagartas alimentadas com as folhas de milho tratadas com extrato de noni apresentaram significativa redução na duração larval. Os extratos de algodão-de-seda e a testemunha promoveram durações larvais semelhantes entre si.

A ingestão dos extratos de algodão-de-seda ou noni por lagartas de *S. frugiperda* não afetou a duração da fase pupal ( $F= 1,487$ ;  $P > 0,2331$ ) (Figura 7).

**TABELA 7** Duração e mortalidade da fase larval e duração da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos de *Calotropis procera* (algodão-de-seda), *Morinda citrifolia* (noni) ou *Annona squamosa* (pinha).

Tratamentos	Fase larval		Fase pupal
	Duração (dias) $x \pm \delta (x)$	Mortalidade (%)	Duração (dias) $x \pm \delta (x)$
Testemunha	16,3 $\pm$ 0,2b	28,0 a	7,6 $\pm$ 0,1a
Algodão-de-seda	16,3 $\pm$ 0,5b	70,0 b	7,6 $\pm$ 0,1a
Noni	14,4 $\pm$ 0,4a	52,0 b	8,0 $\pm$ 0,2a
Pinha	-	98,0 c	-
CV	11,4	67,2	12,6

\* Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ingestão dos extratos de algodão-de-seda ou noni aplicados à folha de milho não causou significativa mortalidade às pupas ( $F= 1,047$ ;  $P > 0,3564$ ), atingindo no máximo 6,7%.

A ingestão de extratos aquosos das diferentes plantas pelas lagartas de *S. frugiperda* afetou significativamente os pesos das pupas machos ( $F= 6,570$ ;  $P < 0,0039$ ) e fêmeas ( $F= 6,872$ ;  $P < 0,0030$ ) (Tabela 8).

Para as pupas machos e fêmeas ocorreu redução no peso, quando as lagartas foram alimentadas com extrato de noni, em relação ao tratamento algodão-de-seda e testemunha (Tabela 8).

**TABELA 8** Peso de pupas machos e fêmeas de *Spodoptera frugiperda*, provenientes de lagartas alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos *Calotropis procera* (algodão-de-seda) ou *Morinda citrifolia* (noni).

Tratamentos	Peso de pupas (mg)	
	Machos	Fêmeas
	$x \pm \delta (x)$	$x \pm \delta (x)$
<b>Testemunha</b>	143,4 $\pm$ 5,4b	132,2 $\pm$ 3,6b
<b>Algodão-de-seda</b>	148,7 $\pm$ 6,5b	128,8 $\pm$ 7,3b
<b>Noni</b>	120,8 $\pm$ 4,5a	102,6 $\pm$ 9,0a
<b>CV</b>	14,3	17,6

\* Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ingestão de extratos aquosos das plantas pelas lagartas de *S. frugiperda* não causou significativa deformação às pupas ( $F= 0,714$ ;  $P > 0,5468$ ), e nem aos adultos, visto que não apresentaram nenhuma deformação.

## 4.2 Discussão

A variável mortalidade larval foi a mais afetada pela ingestão dos extratos vegetais pelas lagartas de *S. frugiperda*, seja quando esses foram aplicados sobre as folhas de milho ou quando foram adicionados à dieta artificial desse inseto. Neste trabalho foram avaliadas as espécies vegetais *Calotropis procera* (algodão-de-seda), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Zizyphus joazeiro* (juá), *Annona squamosa* (pinha), *Magonia pubescens* (tingui), *Morinda citrifolia* (noni) e *Jatropha curcas* (pinhão-manso).

Considerando a mortalidade larval, no primeiro experimento, todas as plantas avaliadas (algodão-de-seda, citronela, juá e pinha) se mostraram tóxicas

às lagartas e promoveram mortalidades que foram superiores à testemunha (Tabela 2). No segundo experimento foram avaliados os extratos de tinguí, noni e pinhão-manso, mas somente noni se mostrou eficiente para o controle deste inseto, tanto em relação aos demais tratamentos como em relação à testemunha (Tabela 4). No terceiro, na tentativa de selecionar o extrato mais efetivo para o controle de *S. frugiperda*, foram reavaliadas as espécies juá, citronela, pinha, noni e algodão-de-seda. Nesta situação pinha, noni e algodão-de-seda foram os mais tóxicos às lagartas, causando mortalidades superiores aos demais tratamentos e à testemunha (Tabela 5). Quando estas três espécies vegetais avaliadas a partir da adição em dieta artificial foram utilizadas para tratar folhas de milho, uma única vez no quarto experimento, o extrato de pinha se mostrou mais efetivo que os demais (Tabela 7). O extrato dessa planta foi selecionado, baseado na variável mortalidade larval, como sendo o mais eficiente para ser utilizado para o controle de lagartas de *S. frugiperda*.

Outros autores também observaram elevadas mortalidades de lagartas de *S. frugiperda*, quando avaliaram extratos de plantas com potencial inseticida. Torrecillas e Vendramim (2001), avaliando o extrato aquoso de *T. pallida* (1%), observaram 100% de mortalidade larval desse inseto antes que as lagartas atingissem 10 dias de idade. Bogorni e Vendramim (2003) constataram 100% de mortalidade de *S. frugiperda* quando estas foram alimentadas com folhas de milho imersas em extrato aquoso de sementes de nim (*A. indica*) (5%), no 5º dia após a instalação do bioensaio. Zanon *et al.* (2002) constataram 68% de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, quando utilizaram o extrato aquoso de folhas de nim (4%) pulverizado sobre as plantas de milho. Silva Filho (2003) também utilizou o extrato aquoso de nim (4%) aplicado na cultura do milho, obtendo controle eficiente de *S. frugiperda*.

A variável biológica duração larval de *S. frugiperda* também foi afetada pela ingestão de extratos pelas lagartas, sendo que, em algumas ocasiões,



ocorreu alongamento dessa fase, mas, em outras, redução da mesma, em relação à testemunha. No primeiro experimento, os extratos de algodão-de-seda ou citronela promoveram redução na duração larval desse inseto, já os extratos de juá ou pinha provocaram alongamento dessa fase (Tabela 2). No segundo experimento ocorreu alongamento da fase larval somente quando as lagartas ingeriram os extratos de tinguí ou pinhão-manso (Tabela 4). No terceiro, todas as plantas avaliadas promoveram resultados que foram semelhantes à testemunha, ou seja, não foi observado alongamento e nem redução na duração (Tabela 5). Entretanto, neste experimento o extrato de pinha, selecionado como o mais eficiente, baseado na variável mortalidade, não foi avaliado estatisticamente quanto à duração larval, já que praticamente todas as lagartas morreram, impedindo a comparação das médias e constatação do efeito adverso deste extrato sobre a duração larval do inseto. Já que o extrato de pinha foi o mais eficiente às lagartas, baseado na mortalidade larval, as substâncias tóxicas presentes neste extrato poderiam ter afetado a duração larval, se não houvesse ocorrido praticamente 100% de mortalidade. Neste sentido, a variável mortalidade larval proporcionou resultados mais efetivos para indicar o extrato mais bioativo. No quarto experimento, a planta noni reduziu a duração larval quando comparada à testemunha (Tabela 7), o que não foi observado no segundo experimento para esse mesmo extrato (Tabela 4). Assim, neste trabalho os valores obtidos para a duração larval em cada um dos tratamentos foram muito variáveis e pouco consistentes para indicar o extrato mais tóxico para esse inseto nessa fase de desenvolvimento.

Efeito de redução na duração larval de *S. frugiperda*, quando as lagartas foram alimentadas com extratos de plantas, já foram constatados por outros autores como Rodrigues *et al.* (2008) quando colocaram no alimento das lagartas de *S. frugiperda* os extratos de *Ocotea minarum*, *Mascagnia pubiflora* e *Nectandra megapotamica*. Os autores explicaram que essa redução na duração

larval poderia ser uma forma utilizada pelo inseto para compensar as condições inadequadas da fonte de alimento, pupando, então, em um menor tempo.

Efeitos de alongamento dessa fase também já foram observados por outros autores como Rodriguez e Vendramim (1997) que constataram crescimento mais lento em lagartas de *S. frugiperda*, resultante da ingestão de extratos de meliáceas (*A. indica*, *M. azedarach* e *T. ciliata*). Brito *et al.* (2004), quando as lagartas de *S. frugiperda* ingeriram extrato aquoso de folhas de caju (*A. occidentale*), jitó (*G. trichilioides*) ou cinamomo (*M. azedarach*). Webber (2009), avaliando extratos de barbatimão (*S. coriaceum*) sobre a biologia de *S. frugiperda* relatou que o aumento na duração também propiciou a ocorrência de degradação dos componentes tóxicos, presentes nos extratos vegetais.

A explicação para o fato de o extrato vegetal alterar a duração larval, em relação à testemunha, é, segundo Martinez e Van Emden (2001), que a inibição do crescimento após a exposição a extratos vegetais ocorre devido a pouca ingestão de alimento pela praga, em função de uma menor eficiência na conversão do alimento ingerido e digerido a ser transformado em nutrientes para crescimento. Para Parra (2001) o alongamento da fase larval pode estar associado a um maior número de ínstaras efetuados pelas lagartas, uma vez que, em condições desfavoráveis, o inseto tende a aumentar esse número. Do ponto de vista de Rodriguez e Vendramim (1996), a ocorrência de alongamento na fase larval do inseto, em campo, pode deixar o inseto por mais tempo suscetível ao ataque de parasitoides, predadores e entomopatógenos. Comentam ainda que os adultos emergidos nessa situação poderiam estar em assincronia com a população normal e, conseqüentemente, a cópula poderia ser dificultada ou, quando existir, poderia levar à consanguinidade pelo acasalamento de indivíduos da mesma geração.

O efeito dos extratos de plantas foi variável sobre a duração pupal de *S. frugiperda*, havendo situações em que ocorreu alongamento dessa fase, em

relação à testemunha, e, em outras, que a mesma planta avaliada não afetou essa fase do inseto, após a ingestão de extrato pela lagarta. No primeiro experimento, ocorreu alongamento da fase pupal, em relação à testemunha, quando foram avaliados os extratos algodão-de-seda, citronela, juá e pinha (Tabela 2). No segundo experimento, nenhum dos extratos avaliados afetou a duração pupal desse inseto (Figura 4). No terceiro experimento, somente noni e algodão-de-seda provocaram alongamento na duração da fase pupal, em relação à testemunha (Tabela 5). Desse modo, houve confirmação da ação do extrato somente com a planta algodão-de-seda (Tabela 2). Entretanto, não foi observado esse mesmo efeito do extrato do algodão-de-seda no experimento quatro, quando a planta inseticida foi utilizada para tratar as folhas de milho. Assim, constata-se que a duração pupal também proporcionou valores muito variáveis, fornecendo resultados instáveis e com pequena variação em relação à testemunha. Neste trabalho essa variável não foi considerada um bom indicador para mostrar o efeito do extrato da planta inseticida sobre esse inseto-praga.

A variável duração da fase pupal de *S. frugiperda* já foi muito estudada por outros autores, Rodriguez e Vendramim (1997) avaliaram os extratos de folhas de meliáceas adicionados à dieta artificial de *S. frugiperda*. Os autores também constataram alongamento dessa fase. Santiago *et al.* (2008), trabalhando com extrato aquoso de mamona, *R. communis*, (10%), adicionado à dieta artificial, verificaram significativo aumento na duração pupal de *S. frugiperda*, em relação à testemunha. Roel e Vendramim (1999) impregnaram folhas de milho com extratos de *T. pallida* e, após oferecerem às lagartas de *S. frugiperda*, não constataram efeito significativo dos tratamentos sobre a duração das pupas. Resultados diferentes foram observados por Rodríguez e Vendramim (1997) que, avaliando os extratos de folhas de *T. ciliata*, frutos de *M. azedarach*, incorporados à dieta artificial de *S. frugiperda* verificaram redução do período pupal.

Não foi constatado efeito dos extratos sobre a variável mortalidade pupal de *S. frugiperda* após as lagartas terem ingerido os extratos aquosos de algodão-de-seda, citronela, juá, pinha, noni, pinhão-manso ou tingui incorporados à dieta artificial das lagartas ou impregnados nas folhas de milho.

Rodríguez e Vendramim (1996) explicam que a não ocorrência de significativa mortalidade na fase pupal de *S. frugiperda* pode ter ocorrido pelo fato de não ser nessa fase que o inseto ingere o alimento contendo as substâncias tóxicas. Melo (2010) também não verificou efeito dos extratos de *P. tuberculatum* sobre o período pupal de *S. frugiperda*, após a ingestão das lagartas. Porém, os autores explicam que dos insetos que puparam mas antes entraram em contato com os extratos, alguns não chegaram à fase adulta, morrendo como pupa.

Alguns dos extratos aquosos das plantas inseticidas avaliadas foram efetivos na redução dos pesos das pupas machos e fêmeas de *S. frugiperda*. Reduziram os pesos das pupas machos e fêmeas, em relação à testemunha, os extratos de tingui e pinhão-manso (segundo experimento) (Tabela 4), juá e citronela (terceiro experimento) (Tabela 6) e noni (quarto experimento) (Tabela 8). Os extratos de juá e pinha (primeiro experimento) (Tabela 3) reduziram o peso das pupas macho, entretanto, somente o tratamento juá provocou redução no peso das pupas fêmea, o que não foi observado para a pinha.

Vários são os trabalhos em que os autores também constataram redução no peso de pupas quando avaliaram o efeito de extratos aquosos de plantas na alimentação de lagartas de *S. frugiperda* (RODRIGUEZ e VENDRAMIM, 1996, VENDRAMIM e SCAMPINI, 1997, ROEL *et al.*, 2000).

Webber (2009) verificou que tanto pupas macho como fêmea apresentaram redução no peso após as lagartas de *S. frugiperda* terem sido alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de extrato vegetal. O mesmo foi constatado por Santiago *et al.* (2008) após as lagartas de *S.*

*frugiperda* terem sido alimentadas com dieta artificial contendo extratos vegetais da arruda (*R. graveolens*), melão de São Caetano (*M. charantia*) e mamona (*R. communis*). Os autores comentaram que o peso das pupas foi reflexo da qualidade do alimento das lagartas. O peso das pupas de *S. frugiperda* também foi menor quando as lagartas foram alimentadas com dietas contendo extratos vegetais, dentre eles o nim. Segundo estes autores, o menor peso das pupas foi consequência da inibição da alimentação ou da menor eficiência de conversão do alimento ingerido pelas lagartas, que se prolongou pela fase de pupa devido à presença ainda de substâncias inseticidas na dieta (RODRIGUEZ e VENDRAMIM, 1997; XIE *et al.*, 1994).

A ingestão dos extratos aquosos de algodão-de-seda, noni ou juá pelas lagartas de *S. frugiperda* causaram deformação das pupas, e esses mesmos extratos, à exceção do noni, causaram deformação nos adultos desse inseto.

Santiago (2005) observou que os extratos aquosos de oiticica (*L. rigida*) avaliados para *S. frugiperda* causou deformação às pupas. Esse mesmo autor, avaliando os extratos de *R. graveolenses*, *M. charantia* e *R. communis* sobre esse mesmo inseto, observou deformações de pupa de 4%, 24,33%, e 3,33% respectivamente.

A ingestão de extrato de nim por *S. frugiperda* causou inibição da alimentação, redução do consumo alimentar, atrasos no desenvolvimento, deformações, além da esterilidade de adultos, alterações no comportamento sexual e mortalidade nas diversas fases (FERNANDES *et al.*, 1996; VENDRAMIM, 1997). Bogorni e Vendramim (2005), trabalhando com extratos de *T. pallida* aplicados às folhas de milho e oferecidos a *S. frugiperda*, observaram que esses não afetaram apenas as fases de larva e pupa, mas também a formação dos adultos. O principal defeito constatado nos adultos foi a má formação de asas e antenas, observado em todos os indivíduos deformados.

De modo geral, considerando-se os parâmetros biológicos avaliados nas diversas fases de desenvolvimento de *S. frugiperda*, verificou-se que, dentre as espécies de plantas avaliadas, a maior eficiência foi constatada quando na dieta artificial e na folha de milho foram adicionados os extratos aquosos de pinha, noni ou algodão-de-seda, que afetaram praticamente todas as variáveis avaliadas, principalmente a mortalidade larval. A constatação da atividade inseticida dessas espécies vegetais sobre *S. frugiperda*, principalmente da pinha, abre perspectiva para a realização de novos estudos sobre a ação dessas plantas na fecundidade, fertilidade e longevidade dessa praga, além da possibilidade de identificação das substâncias causadoras desse efeito tóxico.

## 5 CONCLUSÕES

- As espécies vegetais *Calotropis procera* (algodão-de-seda), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Zizyphus joazeiro* (juá), *Annona squamosa* (pinha), *Magonia pubescens* (tingui), *Morinda citrifolia* (noni) e *Jatropha curcas* (pinhão-manso) afetam o desenvolvimento de *S. frugiperda* após a ingestão dos extratos na proporção de 10% pelas lagartas recém-eclodidas.
- O efeito dos extratos de plantas inseticidas na sobrevivência de *S. frugiperda* é mais drástico na fase larval. Portanto, é a melhor fase para se avaliar esse tipo de estudo.
- Os extratos de pinha, noni e algodão-de-seda são os mais eficientes a lagartas de *S. frugiperda*, causando elevada mortalidade larval.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, A. P. S.; CHAVES, C. C.; PINTO, C. C. **Controle da lagarta do cartucho em lavoura de milho em área de várzea na safra 2007/2008 e 2008/2009 com base no monitoramento com feromônio.** Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/area/publicacoes/resumos/5%2001%20ECPD.pdf>>. Acesso em: 15/05/12.

ALALI, F. Q.; LIU, X.; MCLAUGHLIN, J. L. *Annonaceous Acetogenins: Recent Progress.* **Journal of Natural Products**, [s.l.], v. 1, n. 62, p. 504-540, 1999.

ALMEIDA, F. A. C.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA, J. P. G. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* spp. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.

ANDRADE, T. M. *et al.* Bioatividade de extratos aquosos de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) e pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em adultos de tenebrio molitor (Coleoptera, Tenebrionidae). In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: MCT/ABIPTI, 2007.

ARRUDA, W.; OLIVEIRA, G. M. C.; SILVA, E. G. DA. Toxicity of the ethanol extract of *Magonia pubescens* on larvae *Aedes aegypti*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 36, p. 17-25, 2003.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; JOSEMAR F.; RUDINEY R. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (WALK.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, nov-dez, 2003.



BIANCO, R. Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: INSTITUTO BIOLÓGICO DE SÃO PAULO (Org.). **Encontro de fitossanidade de grãos**. Campinas: Emopi Editora e Gráfica, 2005. p. 9.

BIERMANN, A. C. S. **Bioatividade de inseticidas botânicos sobre *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae)**. 2009. 63 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2009.

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 311-317, 2005.

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* ssp. Sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2003.

BOTTON, M. *et al.* Preferência alimentar e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em arroz e capim-arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 207-212, 1998.

BRITO, C. H. *et al.* Bioatividade de Extratos Vegetais aquosos sobre a *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, n. 71, p.41-45, 2004.

CAMILLO, M. F. *et al.* Uso do tratamento de sementes na cultura do milho para controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 30, p. 55-59, 2005.

CAPINERA, J. L. **Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, p. 1-6, 2008. Disponível em: <[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall\\_armyworm.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm)> Acesso em: 15/05/12.

CARDOSO, A. M. **Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, *Zea mays* L.: bases para avaliação populacional e controle biológico utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).** 2004. 84 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

CARROLL, J. F. Feeding deterrence of northern fowl mites (Acari: Macronyssidae) by some naturally occurring plant substances. **Pesticide Science**, [s.l.], v. 41, n.3 , p. 203–207, 1994.

CECCON, G. *et al* Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 227-237, 2004.

COUTINHO, C. R. **Efeito da citronela (*Cymbopogon nardus*) na biologia da lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797).** 2010. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Janaúba, 2010.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995. 45 p.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J. C. *et al.*, [Org.]. **A cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 303-362.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. de L. C.; MATOSO, M. J. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma*.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1999. p.40.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*.** Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 2004. P.. 4.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum***. Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 2002. p. 8.

CUNHA, U. S. *et al.* Resistência de genótipos de milho para cultivo em várzeas subtropicais à lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1125-1128, 2008.

DE-LING, M. A.; GORDH, G.; ZALUCKI, M. P. Biological effects of azadirachtin on *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on cotton and artificial diet. **Australian Journal of Entomology**, [s.l.], v. 39, p. 301-304, 2000.

EMBRAPA. **Vespinhas *Trichogramma* spp. para controle biológico da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*)**. Brasília: Embrapa-CNPMS, [s.d.]. Disponível em: <[http://catalogo20.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo\\_de\\_produtos\\_e\\_servicos/arvore/C\\_ONT000fk2m0sw902wyiv80u57ezk6at10ty.html](http://catalogo20.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo_de_produtos_e_servicos/arvore/C_ONT000fk2m0sw902wyiv80u57ezk6at10ty.html)>. Acesso em: 16/05/12.

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. C. G. ; FACCHINI, L. A.. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, março, 2007.

FERAS, Q. A.; LIU, X.; MCLAUGHLIN, J.L. *Annonaceous acetogenins*: Recent progress. **Journal of Natural Products**, [s.l.], v. 62, p. 504-540.1999.

FERNANDES, W. D. *et al.* Deterrença alimentar e toxidez de extratos vegetais em adultos de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, p. 553- 56, 1996.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Efeito do inseticida clorpirifos e sua interação com inimigos naturais na supressão de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura

do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 325-339, 2006.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**, Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GIOLO, F. P. *et al.* Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 219-224, set-dez, 2002.

GONÇALVES, P. A. S.; SANTOS, J. P. dos; NESI, C. N. Efeito de terra de diatomáceas e óleo essencial de citronela, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, sobre a incidência de mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), em cultivares de ameixeira em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, p. 42-49, 2007.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.

GUERREIRO, J. C.; BERTI F., E.; BUSOLI, A. C. Ocorrência estacional de *Dorus luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, v. 70, p. 46-49, 2003.

GUIMARÃES, V. P. *et al.* Atividade larvicida do extrato bruto etanólico da casca do caule de *Magonia pubescens* St. Hil. sobre o *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera, Culicidae). **Revista de Patologia Tropical**, Goiânia, v. 30, p. 243-249, 2001.

HERNÁNDEZ, C. R.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, p. 305-318, 1997.

HERNÁNDEZ, C. R.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 42, p.14-22, 1996.

LABINAS, A. M.; CROCOMO, W. B. Effect of Java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1401-1405, 2002.

LACHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. p. 519.,

LEATEMIA, J. A.; ISMAN, M. B. Efficacy of crude seed extracts of *Annona squamosa* against diamondback moth, *Plutella xylostella* L. in the greenhouse. **International Journal of Pest Management**, [s.l.], v. 50, n. 2, p. 129-133, 2004.

LOPES, G. S. *et al.* Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 134-140. 2008.

LOWERY, D.T.; SMIRLE, M. J. Toxicity of insecticides to obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae), larvae and adults exposed previously to neem seed oil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, [s.l.], v. 95, p. 201-207, 2000.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. Palestra: Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 103-106, 2007.

MARONEZE, D. M.; MENDES, E. C.; NALIM, D. M. Avaliação da atividade ovicida de extrato aquoso de folhas de *Melia azedarach* sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1997) Lepdoptera: Noctudae). In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, 16., 2007. Maringá. **Anais...** Maringá. UEM, 2007.

MARTINAZZO, F. *et al.* Liberação de linhagens de *Trichogramma pretiosum* para controle biológico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 1657-1660, out, 2007.

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

MATTOS, S. H. **Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. *pipercens* Holmes como produtora de mentol no Ceará.** 2000. 114 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Horti Sul**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 27-32, 1990.

MEGABIO. **Meio ambiente: Pastagens x Lagartas.** [s.l.]: Megabio, 2008. Disponível em: <[http://www.megabio.com.br/ambiente\\_1.html](http://www.megabio.com.br/ambiente_1.html)>. Acesso em: 16/05/12.

MELO, R. DE S. **Efeito inseticida das frações hexânica, etérea e etanólica de *Piper tuberculatum* JACQ. (Piperaceae), sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** 2010. 90 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Produção Vegetal. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

MESHAM, P. B. Evaluation of some medicinal and natural plants extracts against Teak Skeletonizer *Eutectone machaeralis* walk. **The Indian Forester**, Dehradun, v. 121, n. 6, p. 528-532, 1995.

MICHEREFF FILHO, M. *et al.* Impacto de deltametrina em artrópodes-pragas e predadores na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 25-32, 2002.

MIRANDA, J. E.; SUASSUNA, N. D. **Guia de identificação e controle das principais pragas e doenças do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa CNPA, 2004. 48 p.

MORANDI FILHO, W. J. *et al.* Biologia comparada de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) em dieta artificial contendo extratos vegetais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, p. 325-331, 2006.

MURÚA, G; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). **Acta Zoológica Mexicana**, Xalapa, v. 20, n. 1, p. 199-210, 2004.

NEGRISOLI JR., A. S.; GARCIA, M. S.; NEGRISOLI, C. R. C. B. Compatibility of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) with registered insecticides for *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. **Crop Protection**, [s.l.], v. 29, n. 6, p. 1-5, 2010.

OLIVEIRA, M. S. S. *et al.* Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 326-331, mar. /abril. 2007.

OMETTO, J. C. Classificação climática. In: OMETTO, J. C. **Bioclimatologia tropical**. São Paulo: Ceres, 1981. p. 390-398.

OVEJERO, R. F. L. **Diferentes métodos de controle da lagarta do cartucho do milho**. Disponível em: <<http://www.portaldocampo.com.br/culturas/milho/panoramaartigos04.htm>>. Acesso em: 28 maio 2012.

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

PURCINO, A. C. *et al.* Milho Bt: vantagens para a cadeia produtiva e a viabilidade da coexistência. **Grão em Grão**, Sete Lagoas, ano 3 , n.15 , jun. jul. 2009. Disponível em: <[http://www.cnpms.Embrapa.br/grao/15\\_edicao/grao\\_em\\_grao\\_artigo\\_01.htm](http://www.cnpms.Embrapa.br/grao/15_edicao/grao_em_grao_artigo_01.htm)>. Acesso em: 03 jul. 2012.

RIBEIRO, W. C. *et al.* Controle da lagarta-do-cartucho do milho com inseticidas biológicos e químicos. In: SEMINARIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA E JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 3/1., 2005, Anápolis. **Anais...** Anápolis: UEG, 2005. p. 5.

RODRIGUES, S. R. *et al.* Atividade inseticida de extratos etanólicos de plantas sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Agrarian**, Dourados, v. 1, n. 1, p.133-144, jul./set. 2008.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 42, n. 1, p. 14-22, 1996.

RODRIGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, n. 3, p.305-317, 1997.

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

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato de acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 581-586. 1999.

ROEL, A. R. *et al.* Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 799-808, 2000.



SÁ L .A. N. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) visando avaliar o seu potencial para o controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho.** 1991. 170 p. Tese ( doutorado) USP ESALQ, Piracicaba, 1991.

SÁ, V. G. M. *et al.* Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 108-115, 2009.

SAITO, M. L. As plantas praguicidas. **Informativo meio ambiente e agricultura**, Jaguariúna, v. 12, n. 47, 4 p. 2004.

SANTIAGO, G. P. **Avaliação dos efeitos de extratos aquosos de plantas sobre a biologia da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) mantida em dieta artificial.** 2005. 110 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2005.

SANTIAGO, G. P. *et al.* Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 792-796, maio/jun., 2008.

SANTOS, L. M. *et al.* Fertilidade e longevidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 350, 2004.

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

SILVA, I. G. *et al.* Ação larvicida de extrato bruto etanólico de *Magonia pubescens* St. Hil (tingui-do-Cerrado), sobre o *Aedes aegypti* (Lin.) em laboratório. **Revista de Patologia Tropical**, Goiânia, v. 25, p. 51-59, 1996.

SILVA, M. DE S. **Atividade inseticida da folha e da torta da semente de nim *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, *Zea mays* L. (Poaceae).** 2009. 52 p. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2009.

SILVA, J. F. **Produção e nutrição mineral de pinheira adubada com silicato de cálcio e magnésio.** 2011. 76 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba. 2011.

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

SILVA, M. T. B. da. Manejo de insetos nas culturas de milho e soja. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas de manejo de insetos.** Santa Maria: UFSM, 2000. p. 169-200.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M. C. Adaptação dos insetos aos inibidores de proteinases produzidos pelas plantas. **Revista Biotecnologia, Ciência, Desenvolvimento**, Brasília, p. 38-42, 2003.

SMITH, S. M. Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control lepidopterous pests. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids.** Wallingford, 1994. p. 113-144,

SOUZA, E. M.; CORDEIRO, J. R.; PEREIRA, M. J. B. Avaliação da atividade inseticida dos diferentes das sementes de *Annona coriacea* sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, p. 1107- 1110, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.. **Fisiologia vegetal.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

THOMAZINI, A. P. B. W.; VENDRAMIM, J. D.; LOPES, M. T. R. Extratos aquosos de *Trichillia pallida* e a traçado- tomateiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 13-17, 2000.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2007.

TORRECILLAS, S. M.; VENDRAMIM, J. D. Extratos aquosos de ramos de *Trichillia pallida* e o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 27-31, jan./mar. 2001.

TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. de. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 151-156, 2001.

VENDRAMIM, J. D. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1997. p. 64-69.

VENDRAMIM, J. D.; SCAMPINI, P. J. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em dois genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.72, n. 2, p. 159-170, 1997.

VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M.; CRUZ, I. **Cultivo do milho: pragas iniciais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 13 p.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. Gene bom. **Revista Cultivar**, Pelotas, n. 49, p. 22-26, 2003.

WEBBER, G. L. **Efeito de extratos de barbatimão *Stryphnodendron coriaceum* (benth.) na biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith. 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2009. 95 p. Dissertação (Mestrado Produção

Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

XIE, Y.S. *et al.* Biological activity of extracts of *Trichilia* Species and the limonoid hirtin against lepidopteran larvae. **Biochemical Systematics and Ecology**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 129-136, 1994.

YU, S. J.; NGUYEN, S. N.; ABO-ELGHAR, G. E. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, [s.l.], v. 77, n. 1, p. 1-11, 2003.

ZANON, J. *et al.* Controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) com a utilização do Nim (*Azadirachta indica*) In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, 11., Teresina, 2002. **Resumos...** Teresina-PI: UFPI, 2002.

ZANON, V. DE O. *et al.* Atividade larvicida do extrato etanólico bruto da casca do caule de *Magonia pubescens* St. Hil. sobre *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera, Culicidae). **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 35, 3-4, p. 185-195, 2006.