

**BIOATIVIDADE DE EXTRATO ETANÓLICO DE *Euphorbia pulcherrima* SOBRE  
*Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**VIVIANE TAVARES DE ALMEIDA**

**BIOATIVIDADE DE EXTRATO ETANÓLICO DE *Euphorbia pulcherrima* SOBRE  
*Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**VIVIANE TAVARES DE ALMEIDA**

Dissertação apresentada Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre – Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador:  
Dr<sup>a</sup> Vânia Maria Ramos

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "BIOATIVIDADE DO EXTRATO ETANÓLICO DE *Euphorbia pulcherrima* SOBRE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)"

AUTORA: VIVIANE TAVARES DE ALMEIDA

ORIENTADORA: VÂNIA MARIA RAMOS

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Ana Cláudia Pacheco Santos



UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. Roberto da Silva Camargo



UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Botucatu (SP)

Profa. Dra. Vânia Maria Ramos



UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Data da realização: 30 de março de 2016.

615.321  
A447b

Almeida, Viviane Tavares.  
Bioatividade de extrato etanólico de *Euphorbia pulcherrima* SOBRE *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) / Viviane Tavares de Almeida. – Presidente Prudente, 2016.  
(43)f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste,  
Presidente Prudente, SP, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vânia Maria Ramos

1. Extratos vegetais. 2. Plantas inseticidas. 3.  
Lagarta-do-cartucho. I. Bioatividade de extrato  
etanólico de *Euphorbia pulcherrima* SOBRE  
*Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico a Deus, aos meus pais, minha irmã, amigos e equipe L.E.A.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade da realização do Mestrado e por ter me dado forças pra chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais Adão e Neusa por me darem vida, por todos os ensinamentos, pelo apoio e compreensão, sem vocês tudo isso não teria acontecido. Agradeço a minha irmã Lidiana Tavares por sempre estar do meu lado e por me dizer em todas as situações palavras de incentivo.

Agradeço a querida Professora Dr<sup>a</sup> Vânia Maria Ramos pela orientação, por toda atenção e preocupação, por transmitir todo seu conhecimento e por ser uma das principais pessoas a me incentivar a dar início na carreira de pesquisa na área de Entomologia e é claro pela confiança depositada em mim.

Agradeço ao meu grande amigo o Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup> Me. Rafael Gervasoni, que esteve sempre me apoiando, pelos ensinamentos e companheirismo.

Agradeço ao Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup> Me. Pedro Henrique Gorni, um grande amigo que se dispôs a ajudar nas avaliações e ao estagiário Matheus Barbosa Saqueti, amigo que me acompanhou em toda parte experimental.

À Universidade do Oeste Paulista por fornecer todos os materiais, a todos funcionários dos laboratórios em especial à Cristiane Caldeira por auxiliar e disponibilizar os materiais fornecidos.

Agradeço aos demais professores que são ferramentas essenciais para a realização do mestrado

Agradeço aos meus grandes amigos que permaneceram sempre nessa caminhada junto comigo, Patricia Possidonio, Lenon Modesto e Bruna Martins.

A todos e aos que não foram citados um muito obrigado.

“Ama-se mais o que se conquista com esforço.”  
*(Benjamin Disraeli)*

## RESUMO

### **Bioatividade de extrato etanólico de *Euphorbia pulcherrima* sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**

A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é uma espécie polífaga que ataca diversas culturas economicamente importantes em vários países. Esse inseto é uma importante praga do milho, e atualmente a forma mais utilizada de controle é o químico. No intuito de minimizar impactos ambientais, outras formas de controle têm sido experimentadas, e nesse sentido, a investigação de plantas com ação inseticida torna-se relevante. Diante disso o presente trabalho teve por objetivo avaliar a ação do extrato etanólico de folhas de *Euphorbia pulcherrima* (Bico-de-Papagaio) na biologia da Lagarta-do-cartucho. Foram elaborados extratos a partir de folhas da planta *E. pulcherrima* coletadas em diferentes fases fenológicas (vegetativa e reprodutiva), secas em estufa, trituradas e então solubilizadas em etanol, obtendo-se o extrato etanólico bruto. Os extratos obtidos foram reservados nas concentrações 0,5% e 1,0% para cada fase fenológica da planta, incorporados em dieta artificial e oferecidos para as lagartas de *S. frugiperda*. O extrato de folhas de *E. pulcherrima* da fase vegetativa e reprodutiva nas concentrações de 0,5% e 1%, apresentaram efeitos sobre as lagartas de *S. frugiperda*, afetando a mortalidade, prolongando o período larval e reduzindo o peso das lagartas. O extrato da fase reprodutiva nas duas concentrações (0,5 % e 1 %) reduziu o peso de pupas e das fezes excretadas pelas lagartas. A maior concentração do extrato etanólico de folhas da fase reprodutiva reduziu a viabilidade dos ovos. Conclui-se que o extrato de folhas de *E. pulcherrima* da fase reprodutiva é eficiente para a redução de população de *S. frugiperda*.

**Palavras-chave:** Extratos vegetais. Plantas inseticidas. Lagarta-do-cartucho. Bico-de-papagaio.



## ABSTRACT

### **Bioactivity of the ethanol extract of *Euphorbia pulcherrima* on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**

The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is a polyphagous species which attacks many economically important crops in several countries. This insect is an important pest of corn, and currently the most widely used control method is chemical. In order to minimize environmental impacts, other forms of control have been tried, and accordingly, the investigation of plants with insecticidal effects becomes relevant. Thus the present study was conducted in order to evaluate the effect of the ethanolic extract of *Euphorbia pulcherrima* leaves (poinsettia) in fall armyworm biology. Extracts were prepared from leaves of the plant *E. pulcherrima* collected at different phenological stages (vegetative and reproductive), oven dried, crushed and then solubilized in ethanol, yielding the ethanol extract. The extracts were set aside in 0.5% and 1.0% concentrations for each phenological stage of the plant, incorporated into an artificial diet and offered to the larvae of *S. frugiperda*. The extract of vegetative and reproductive phase of *E. pulcherrima* leaves in concentrations of 0.5% and 1%, has showed effects on larvae of *S. frugiperda* affecting mortality, increasing the larval period and reducing the weight of larvae. The extract of the reproductive phase in two concentrations (0.5% and 1%) reduced the pupal weight and feces excreted by the caterpillars. The highest concentration of the ethanolic extract from the reproductive stage of the leaves reduced the viability of the eggs. It can be concluded that the ethanolic extract of *E. pulcherrima* leaves in the reproductive phase of the plant is effective to reduce the *S. frugiperda* population.

**Keywords:** Plant extracts. Insecticide plants. Fall Armyworm. Poinsettia.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Peso (g) de Lagartas de *S. frugiperda* ao 3º, 6º, 9º e 12º dia, após a alimentação com dieta artificial contendo extratos de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase vegetativa e reprodutiva..... 31
- FIGURA 2 - Peso (g) de pupas macho e fêmea de *S. frugiperda*, após a alimentação com dieta artificial contendo extratos de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase vegetativa e reprodutiva..... 33

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição da dieta artificial para a criação massal de <i>S. frugiperda</i> em laboratório.....	25
TABELA 2 - Tratamento contendo extrato de <i>Euphorbia Pulcherrima</i> sob diferentes concentrações, oferecidos em dieta artificial para lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
TABELA 3 - Mortalidade total (média) e duração (dias) de lagartas de <i>S. frugiperda</i> alimentadas com dieta artificial contendo extrato etanólico de folhas de <i>E. pulcherrima</i> coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.....	29
TABELA 4 - Consumo alimentar (g) e peso de fezes (g) de lagartas de <i>S. frugiperda</i> alimentadas com dieta artificial contendo extrato etanólico de folhas de <i>E. pulcherrima</i> coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.....	34
TABELA 5 - Número de posturas (média), número de ovos (média) e viabilidade de ovos (%) de lagartas de <i>S. frugiperda</i> alimentadas com dieta artificial contendo extrato etanólico de folhas de <i>E. pulcherrima</i> coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
3.1.	Biologia de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	16
3.2.	Importância agrícola da <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	17
3.3.	Controle para <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	17
3.4.	Uso de extratos vegetais como inseticidas botânicos.....	19
3.5.	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (Bico-de-papagaio) – Euphorbiaceae.....	22
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
4.1	Criação da <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	24
4.2	Confecção dos extratos.....	24
4.3	Preparação da dieta artificial.....	25
4.4	Aplicação da dieta contendo extrato de <i>Euphorbia pulcherrima</i> e parâmetros avaliados.....	26
4.5.	Delineamento Experimental.....	27
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	37
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre todas as espécies de insetos-praga, algumas se destacam em função do impacto negativo que causam ao agronegócio (ataque às culturas com maior área plantada) e da quantidade diferenciada de culturas que atacam. De acordo com estes critérios, 7 das 10 principais espécies-praga são da ordem Lepidoptera (mariposas): *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*, *Mocis latipes*, *Agrotis ipsilon*, *Corcyra cephalonica*, *Plodia interpunctella*, *Elasmopalpus lignosellus*, *Procornitermes triacifer*, *Diabrotica speciosa* e *Acromyrmex landolti* (ZARBIN; RODRIGUES, 2009). Dentre essas pragas, a principal praga da agricultura brasileira pode, então, ser considerada a mariposa *Spodoptera frugiperda*, também conhecida como lagarta-do-cartucho, em função de atacar diferentes culturas, especialmente gramíneas (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000), que somadas representam 97% de toda área plantada no país. Seus surtos têm ocasionado perdas significativas também em culturas como o algodão, soja e solanáceas cultivadas (CAPINERA, 2002; POGUE, 2002), além de utilizar hospedeiros alternativos para se manter no agroecossistemas.

Os métodos de controle deste inseto concentram-se basicamente na utilização de inseticidas sintéticos, geralmente de custo elevado, com altos riscos de toxicidade e de contaminação ambiental (VIANA; PRATES, 2003). Dessa forma, têm sido realizadas pesquisas voltadas para a utilização de medidas de controle que causam um menor impacto ambiental, e, neste sentido, as plantas aparecem como importante alternativa a ser estudada para o manejo desta praga. De acordo com Shin-Foon e Yu-Tong (1993), produtos naturais extraídos de plantas são fontes de substâncias que podem ser utilizadas no controle de pragas, sendo compatíveis com programas de manejo integrado de pragas (MIP) como uma opção de controle capaz de minimizar os efeitos negativos do uso indiscriminado de inseticidas.

Atualmente, são várias as pesquisas envolvendo plantas inseticidas no controle de *S. frugiperda*, as quais apresentam resultados promissores (VIANA; PRATES, 2003; SANTIAGO et al., 2008). Ao testar diversos extratos aquosos de meliáceas sobre *S. frugiperda*, Góes et al. (2003), revelaram a existência de algumas com atividade tóxica, destacando-se, entre elas, *Trichilia pallida*, além do extrato de nim, o qual impede a ecdise do inseto levando-o à morte. Outro mecanismo de ação dos princípios ativos dos inseticidas botânicos é afetar

determinados órgãos ou moléculas do inseto, e neste caso, atuam dificultando o crescimento e o desenvolvimento, interferindo no metabolismo celular (MENEZES, 2005). Dependendo da concentração utilizada, alguns extratos podem reduzir a viabilidade de ovos, ninfas, larvas e pupas. A redução do número de ovos e a inibição da oviposição são importantes efeitos de extratos vegetais sobre a reprodução dos insetos (COSTA et al., 2004).

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do extrato etanólico de folhas coletadas em diferentes fases fenológicas de *Euphorbia pulcherrima* (Bico-de-Papagaio) na biologia de *Spodoptera frugiperda*.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Biologia de *Spodoptera frugiperda*

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga de grande importância econômica mundial (MARTINELLI et al., 2006). É conhecida como lagarta-do-cartucho (GIOLO et al., 2002) e lagarta-militar (FRITZ et al., 2008). De acordo com Gallo et al., (2002) e Dantas (2010), a lagarta-do-cartucho é um inseto de metamorfose completa (ovo, lagarta, pupa e adulto). O adulto é uma mariposa de coloração cinza escura de 35 mm de envergadura, e aproximadamente 15 mm de comprimento. Dentre os adultos, a diferença entre machos e fêmeas, são as asas anteriores dos machos que possuem manchas mais claras, enquanto as asas posteriores de ambos os sexos são de coloração clara, circundada por linhas marrons (CRUZ et al., 1999).

O acasalamento inicia 3 dias depois da emergência dos adultos e é mais intenso no período da noite pelo fato da espécie ter hábitos noturnos, e logo após começa o processo de oviposição (DANTAS, 2010). O número de ovos por massa de postura pode variar consideravelmente, porém a variação mais frequente é de 100 a 200 ovos. A produção média da fêmea é de 1500 ovos por dia, sendo o máximo de 2000 ovos (CAPINERA, 2008). Os ovos são acinzentados, embora possuam inúmeras cores, as fêmeas protegem os ovos com as escamas contra a ação de inimigos naturais. Os ovos são colocados em camadas, que podem ser de uma a quatro e na superfície superior das folhas. A eclosão pode-se dar de 3 a 4 dias após oviposição (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004; CRUZ et al., 2008).

As larvas recém-eclodidas possuem uma coloração esbranquiçada e até atingir o último instar sua coloração varia (CRUZ, 1995). A fase de lagarta passa por seis estágios da ecdise que se completa entre 12 a 30 dias. Bem desenvolvida, a lagarta chega a ter cerca de 50 mm de comprimento (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004). Ao fim do período larval, as lagartas penetram no solo, e se transformam em pupas. Inicialmente a pupa é de coloração verde-clara, nesta fase o corpo é frágil e sensível a injúrias, tempo depois a pupa se torna alaranjada e por fim passa à apresentar coloração marrom-avermelhada, quando está prestes a emergir a pupa apresenta uma coloração bem mais escura. Seu comprimento é de cerca de 13 a 16 mm e 21 mm por 4,5 mm de diâmetro (CRUZ, 1995). O período pupal em média é



de 8 a 9 dias no verão e 20 a 30 dias no inverno, após o qual ocorre a emergência dos adultos (GALLO et al., 2002).

### **3.2 Importância agrícola da *Spodoptera frugiperda***

*S. frugiperda* destaca-se por possuir hábito polífago, pelos danos causados, pela ampla distribuição no Brasil e, principalmente, pela dificuldade de controle (SANTOS et al., 2004; SARMENTO et al., 2002). Nos últimos anos tem sido encontrada em praticamente todos os estados devido às condições climáticas favoráveis e plantas hospedeiras o ano inteiro (CRUZ; FIGUEIREDO; MATOSO, 1999).

O inseto por ter hábito cosmopolita, pode ser considerado praga em outras culturas, alimentando-se sobre espécies de 23 famílias de plantas, dentre elas, se destacam como maiores hospedeiros as gramíneas, que incluem importantes culturas como milho e arroz (GIOLO et al., 2002). A lagarta pode ser encontrada alimentando-se das vagens da soja, inclusive podendo consumir as folhas das plantas (GAZZONI; YORINORI, 1995).

De acordo com Capinera (2008) as lagartas causam danos por consumir folhagem e dependendo da fase, é característico da espécie fazer buracos nas folhas e comê-las das bordas para dentro, provocando linhas de perfuração. Apresentam comportamento canibal por isso são encontradas de uma a duas lagartas por planta. A lagarta ainda pode atacar a base da espiga destruindo grãos e abrindo caminho para outros microrganismos, podendo também provocar a queda da espiga (CRUZ; FIGUEIREDO; MATOSO, 1999). As plantas de milho estão suscetíveis em praticamente todas as fases de desenvolvimento da planta, as plantas prejudicadas podem reduzir a taxa fotossintética e comprometendo a produção (CRUZ; FIGUEIREDO; MATOSO, 1999).

### **3.3 Controle para *Spodoptera frugiperda***

O controle da lagarta-do-cartucho é efetuado normalmente com aplicações periódicas de inseticidas sintéticos, como piretróides, fosforados e carbamatos, tendo aumentado atualmente o uso dos inseticidas pertencentes ao grupo dos reguladores de crescimento, como o Lufenuron (GRÜTZMACHER et al.,

2000). Apesar de eficiente, o controle químico pode apresentar uma série de problemas, como contaminação ambiental, presença de altos níveis de resíduos nos alimentos, desequilíbrio biológico, devido à eliminação de inimigos naturais e surgimento de populações de insetos resistentes. Além disso, a fitotoxicidade e o efeito sobre outros organismos não alvo, também são problemas relevantes (TAVARES et al., 2009).

Como forma de controle, o biológico equilibra a população da praga através de outros organismos, estes chamados de inimigos naturais. Os inimigos naturais atuam de diversas maneiras afetando todas as fases do ciclo de vida dos insetos praga, podendo ser parasitóides de ovo, larva ou pupa, fungos ou predadores (SALLES, 1995). Os parasitóides são importantes agentes de controle, sua boa dispersão em diversos agrossistemas lhes confere sucesso nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). As lagartas de *S. frugiperda* são muito atacadas por inimigos naturais, tanto parasitóides como predadores, razões pelas quais estes devem ser preservados e mantidos em campo (SARMENTO et al., 2002).

O controle cultural também é uma forma de diminuir danos causados por *S. frugiperda*. Para implantar este tipo de controle, práticas devem ser adotadas, como evitar plantar a cultura próxima a locais onde haja plantas hospedeiras; evitar plantio escalonado na mesma área ou em área próxima, manter o interior e margens das lavouras livres de plantas hospedeiras e destruir os restos culturais (SARMENTO et al., 2002).

A utilização de plantas resistentes a insetos como forma de controle também é utilizada. A resistência genética, através da seleção natural ou dirigida, vem sendo intensivamente utilizada pelo homem no controle de pragas e doenças, desde que as plantas foram domesticadas, há mais de 11 mil anos. Assim, o desenvolvimento de híbridos de milho comerciais que expressem entomotoxinas de Bt (*Bacillus thuringiensis*) aparece como uma dessas alternativas, visto que trazem um enorme potencial de emprego no MIP, e diversos estudos na literatura têm mostrado a resistência do milho Bt para larvas de *Spodoptera frugiperda* (MARSSARO JUNIOR, 2005).

O manejo integrado de pragas (MIP) tem como base o uso de várias estratégias de controle, tais como: plantas resistentes, inseticidas seletivos aos inimigos naturais, medidas culturais, uso de parasitóides, predadores e patógenos.

O manejo da praga trata-se de uma maneira racional de controlar uma espécie considerada praga, com um mínimo de prejuízo ao homem e ao meio ambiente. Abrange além do controle integrado, a investigação e as consequências dos mecanismos envolvidos (GALLO et al., 1988). Trabalha, sobretudo, a aplicação dos princípios bio-ecológicos, como o conhecimento da população do inseto, ou seja, sua dinâmica populacional, sua biologia, sua relação com outros seres e o meio, bem como seu comportamento dentro do ecossistema (SARMENTO et al., 2002).

### **3.4 Uso de extratos vegetais como inseticidas botânicos**

De acordo com Roel (2001) o uso de plantas como inseticida é muito antigo. Relata-se que em 400 a.C., o piretro derivado do crisântemo (*Crysanthemum cinerifolium*) era utilizado com o nome de pó da Pérsia. Porém com o início da utilização dos produtos sintéticos, as práticas agrícolas foram abandonadas, com isso começaram a aparecer organismos resistentes, desequilibrando assim o ecossistema e as técnicas de controle biológico ficaram em segundo plano (SAITO; LUCCHINI, 1998).

Inseticidas botânicos são compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas (KIM et al., 2003). Esses compostos não exercem, de modo direto, qualquer influência no crescimento e desenvolvimento dos vegetais, no entanto, os metabólitos secundários desempenham funções importantes como a defesa contra herbivoria (TAIZ; ZEIGER, 2013). Os compostos são produzidos e distribuídos de forma relativamente restrita no ecossistema, sendo em alguns casos limitados a espécies ou subespécies (MALHEIROS; PERES, 2001).

As principais substâncias são enquadradas quimicamente nas classes de compostos nitrogenados, terpenos e fenólicos (LARA, 1991). Os terpenos representam o maior grupo dos produtos secundários sendo geralmente insolúveis em água (TAIZ; ZEIGER, 2013) e sintetizados nos plasmídeos e no citosol (LANGE et al., 1998). A importância dos terpenos como substâncias de defesa de plantas vindo sendo muito estudada nos últimos anos, vários trabalhos apresentaram atividade inseticida comprovada utilizando os monoterpenos, beta-pineno, alfa-pineno, limoneno, 3-careno, mirceno e cafeno sobre vários insetos-pragas (VIEGAS, 2003).

Outro grupo de produtos naturais encontrados nas espécies vegetais são os compostos fenólicos, os quais pertencem a um grupo quimicamente heterogêneo, com uma estrutura composta por um agrupamento fenol, uma hidroxila funcional e um anel aromático. Apresentam várias funções nos vegetais devido a sua diversidade química, sendo que muitos estão relacionados à defesa contra herbívoros (LARA, 1991).

Os compostos nitrogenados é outra classe de metabolitos secundários, sendo também considerada uma das mais importantes, nessa categoria estão presentes os alcaloides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos, aminoácidos não proteicos entre outros. Os alcaloides constituem uma grande família com mais de 15.000 compostos encontrados em aproximadamente 20% das espécies vegetais. São exemplos de alcaloides a nicotina, a atropina, a cocaína, a estricnina, entre outros (TAIZ; ZEIGER, 2013). Alguns alcaloides são conhecidos por apresentarem ação deterrente contra diversas espécies de insetos-praga (PETROSKI; STANLEY, 2009).

O metabolismo secundário de plantas pode variar consideravelmente dependendo de vários fatores, dentre eles estão sazonalidade, ritmo circadiano, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, altitude, estímulos mecânicos ou ataque de patógenos e poluição atmosférica (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). A idade e o desenvolvimento da planta, bem como dos diferentes órgãos vegetais, também são fatores importantes e podem influenciar não só a quantidade total de metabólitos produzidos, mas também as proporções dos componentes da mistura (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Algumas substâncias produzidas pelo metabolismo secundário atuam como repelentes, impedindo que os insetos se aproximem das plantas. Há, também, substâncias que atuam como inibidoras, impedindo que os insetos iniciem a alimentação, causando morte por inanição. As substâncias que atuam por ingestão, penetram no organismo por via oral, que é uma forma específica de atuação, restrita a insetos herbívoros, apresentando, portanto, pouca toxicidade a humanos (MENEZES, 2005).

Os principais objetivos para o estudo das plantas com propriedades inseticidas são primeiro a descoberta de novas moléculas que possam permitir a obtenção de novos inseticidas sintéticos, e a utilização de inseticidas vegetais para a aplicação direta no controle das pragas (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000). A

utilização de substâncias provenientes de plantas com propriedades inseticidas tem inúmeras vantagens comparadas ao emprego dos inseticidas sintéticos. Os inseticidas naturais são obtidos de recursos renováveis, ou seja, são rapidamente degradáveis, não persistem no ambiente e o aparecimento de resistência das pragas a essas substâncias é um processo lento. Outras vantagens desses inseticidas são o fácil acesso e obtenção pelos agricultores, a ausência de resíduos em alimentos e e custo de produção baixo (ROEL, 2001). A integração ou substituição dos inseticidas sintetizados por extratos vegetais pode contribuir para a diminuição dos riscos ambientais, eliminando a dependência do uso de inseticidas sintéticos e reduzindo os custos de produção (VIANA, 2008).

Porém, deve-se ter cuidado com os inseticidas botânicos, pois aqueles que apresentam alta eficácia podem ser também os mais fitotóxicos (ISMAN, 2000). As substâncias tóxicas podem apresentar efeito sobre as plantas retardando o desenvolvimento e diminuindo a produtividade, ou até levam o vegetal à morte (CORREIA; SALGADO, 2011).

É importante estudar mais sobre os efeitos da aplicação de extratos vegetais sobre a espécie praga alvo, pois pode interferir sobre o seu comportamento alimentar e ocasionar outros efeitos. A presença de aleloquímicos nessas estruturas principalmente os antixenóticos que impedem o inseto de alimentar-se adequadamente, pode ocasionar esses efeitos (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000).

De acordo com Vendramim e Castiglioni (2000), as substâncias podem estimular a alimentação dos insetos, sendo chamadas de fagoestimulantes. Porém, existem as substâncias que inibem a alimentação, chamadas de substâncias fagodeterrentes. A inibição ou redução da alimentação estão frequentemente relacionadas com a inibição do crescimento e do desenvolvimento, diminuição do peso de lagarta e pupa e alongamento da fase larval (SAXENA, 1987). Isto é, quando existe pouca inibição da alimentação causada pela dose do tóxico, o inseto cresce, mas é afetado nos estados subseqüentes. Por outro lado, quando a inibição da alimentação é grande, devido às altas dosagens, o inseto é afetado no mesmo estado biológico em que adquiriu a substância inseticida (HERNÁNDEZ, 1995).

Os princípios ativos dos inseticidas botânicos apresentam substâncias complexas e é importante identificar todas essas substâncias ativas e realizar testes toxicológicos. Portanto, torna-se difícil e custoso o registro de produtos preparados a partir de plantas (MENEZES, 2005). Existem informações sobre o grande número de

plantas com atividade inseticida, fungicida e efeito nematicida, porém ainda falta o adequado desenvolvimento de produtos que possam ser disponibilizados comercialmente (VASANTHARAJ, 2008).

O tipo de solvente utilizado como extrator é muito importante para a eficiência do extrato, pois algumas plantas apresentam efeitos bioativos utilizando extrator polar (aquoso) e outras utilizando extratores apolares (etanólico, metanólico e acetato) (SANTIAGO et al., 2008).

Devido sua ação tóxica, inibição da alimentação e do crescimento, e redução da fecundidade nos insetos, a planta inseticida considerada como a de maior importância é a *Azadirachta indica*, conhecida no Brasil por neem, e os extratos dessa planta têm se destacado como o inseticida botânico mais estudado nos últimos anos. Outra planta citada pela presença de substâncias repelentes e tóxicas à pragas é *Melia azedarach*, vulgarmente conhecida no Brasil como cinamomo. Sua atividade inseticida foi relatada há várias décadas, inclusive no Brasil (BRITO et al., 2004).

Bullangpoti et al. (2012) verificaram que extratos etanólicos de folhas senescentes de *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) e *Melia azedarach* L. (Meliaceae) incorporados em dieta artificial causaram efeito antialimentar em lagartas de *S. frugiperda*, sendo que o extrato de *M. azedarach* provocou 100% de mortalidade das lagartas duas semanas do início do bioensaio. Extratos aquosos dos frutos verdes de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) reduziram a duração das fases larval e pupal e peso das pupas de *S. frugiperda* (SANTIAGO et al., 2008).

Dessa forma, metabólitos secundários de plantas são fontes em potencial para o desenvolvimento de inseticidas de origem vegetal, tornando-se promissores no controle de pragas. Contudo, mais estudos são necessários para potencializar seus efeitos como praguicida.

### **3.5 *Euphorbia pulcherrima* (Bico-de-papagaio) - Euphorbiaceae**

*Euphorbia pulcherrima* é considerada uma planta ornamental, descrita com um arbusto semilenhoso, leitoso, de 2 a 3 m de altura. Apresenta folhas membranáceas, algumas vezes variegadas e decíduas no inverno mais acentuado, é originária do México (LORENZI; MATOS, 2002). As plantas da família Euphorbiaceae são as principais plantas que causam intoxicação pelo látex irritante.

O látex destas plantas é um fluído leitoso que contém um aglomerado de materiais de baixa densidade, comuns aos látices, e várias enzimas (conhecidas como forbaínas), bem como terpenos, alcalóides, vitaminas, carboidratos, lipídeos e aminoácidos livres (LYNN; CLEVETTE-RADFORD, 1987). O contato com o látex causa, principalmente, lesões cutâneas, podendo ainda ocorrer, se contato com os olhos, lesões de córnea, ceratite ou conjuntivite. A ingestão tende a provocar náuseas, vômito e gastroenterite. Outros sinais condizentes com a intoxicação são salivação excessiva e irritação da mucosa oral com edema de língua (O'NEIL, 2006).

Na literatura são escassos trabalhos científicos sobre os efeitos de plantas da família euphorbiaceae contra insetos pragas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Prudente – SP, no Laboratório de Entomologia Agrícola (L.E.A.), em sala climatizada, à temperatura de  $26,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ , umidade  $60\% \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, constando para seu desenvolvimento os seguintes procedimentos:

### 4.1 Criação da *Spodoptera frugiperda*

Para o estabelecimento da criação, pupas de *S. frugiperda*, foram cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja). A partir desses indivíduos, foi iniciada a criação massal da espécie. As mariposas emergentes foram acondicionadas em caixa de plástico (gaiolas) com 32,5 x 37,5 x 55,5 (AxLxC), revestidos internamente com papel filtro, mantidas em temperatura de  $26,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa (UR)  $60 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Diariamente as mariposas foram alimentadas com mel a 10%, acondicionado em placas de Petri com algodão para a alimentação das mariposas por capilaridade. As posturas foram transferidas para potes plásticos com tampa de 75 ml contendo dieta artificial (PARRA, 2001). A partir da criação massal foram obtidos ovos e posteriormente as lagartas que foram utilizadas no experimento.

### 4.2 Confeção dos extratos

Para a obtenção do extrato, folhas completamente expandidas de bico-de-papagaio foram coletas no Viveiro da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) em fase vegetativa e reprodutiva. As folhas foram armazenadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa de ar circulante a  $60^{\circ}\text{C}$  por 48h e posteriormente foram trituradas (moídas) por um moinho de facas do Tipo *Willye*, até a granulometria de 0,45 mm, para a obtenção um pó fino que posteriormente foi armazenado em recipientes de vidro hermeticamente fechados, mantidos em temperatura de  $24^{\circ}\text{C}$  sem a presença de luz até a manipulação dos extratos.

O pó obtido da planta foi macerado em solução de etanol 96°, onde se realizava a filtragem uma vez por semana. A filtragem foi realizada em funil de vidro convencional, utilizando-se como filtro, papel de germinação. Após a filtragem, o



etanol 96° era repostado no frasco até cobrir 4 cm do volume preenchido pelo pó. Esse procedimento foi realizado até exaustão para obtenção do extrato etanólico (SANTANA et al., 2013).

Quando observado a diferença de coloração no processo de filtração, todo o solvente obtido foi evaporado sob pressão reduzida no rotaevaporador, procedimento, este para a obtenção o extrato etanólico bruto de Bico-de-papagaio. O conteúdo extraído foi armazenado nas concentrações de 0,5% e 1,0% para cada fase fenológica da planta e reservado para ser adicionado à dieta artificial.

### 4.3 Preparação da dieta artificial

A dieta artificial escolhida para estudar os efeitos do extrato etanólico de *Euphorbia pulcherrima* (Bico-de-papagaio) sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* foi a dieta de Parra (2001) (Tabela 1).

**TABELA 1 – Composição da dieta artificial para a criação massal de *S. frugiperda* em laboratório.**

Ingrediente	Quantidade
Feijão	123,75 g
Água Destilada	900 ml
Germe de Trigo	59,37 g
Levedura	37,38 g
Ágar	15,37 g
Ácido Ascórbico	3,82 g
Ácido Sórbico	1,13 g
Metilparabeno	2,36 g

Ingredientes para formulação de 1 litro de dieta.

Inicialmente pesou-se 123,75 g de feijão carioca, que foi colocado em uma panela de pressão e coberto com água potável, a panela foi levada ao fogo e quando atingiu o modo de pressão esperou-se 40 minutos para desligar.

Após o cozimento foi retirada à água, e o feijão foi colocado no liquidificador juntamente com a água destilada e a mistura foi batida, o caldo obtido foi colocado em um recipiente e acrescentou-se o germe de trigo, levedura e o ágar,

com a ajuda de um mixer foi feita a mistura desses ingredientes. Em seguida a mistura foi levada ao fogo, mexendo até ferver. Após a fervura o fogo foi diminuído e o caldo misturado por mais 5 minutos. Com a ajuda de um termômetro mediu-se a temperatura do caldo e quando atingiu uma temperatura inferior a 70°C foram acrescentado o ácido ascórbico, ácido sórbico diluídos em água e o metil diluído em álcool.

Após o acréscimo dos ácidos, foi verificada novamente a temperatura do caldo e quando atingiu a temperatura de 60°C, foi acrescentado cada quantidade do extrato de 5 e 10 g respectivamente correspondendo as concentrações de 0,5% e 1,0% (P/V) que foram adicionados em 1L de dieta, formando os 5 tratamentos de acordo com a Tabela 2.

Despejou-se a mistura em recipientes do tipo gerbox, a qual permaneceu por 40 minutos ficou dentro da câmara de fluxo laminar com luz Ultra Violeta para função germicida, logo após foi armazenada na geladeira até a inoculação das lagartas.

**TABELA 2 - Tratamento contendo extrato de *Euphorbia pulcherrima* em diferentes concentrações, oferecidos em dieta artificial para lagartas de *Spodoptera frugiperda*.**

Tratamento	% do extrato	Fase fenológica
TT	0%	-
EV0,5%	0,5%	Vegetativa
EV1%	1,0%	Vegetativa
ER0,5%	0,5%	Reprodutiva
ER1%	1,0%	Reprodutiva

#### **4.4 Aplicação da dieta contendo extrato de *Euphorbia Pulcherrima* e Parâmetros Avaliados**

Após o preparo e resfriamento, a dieta foi cortada em cubos e padronizada, contendo cada cubo 4 gramas em média de dieta artificial. Os cubos foram adicionados individualmente em potes plásticos de 75 ml, posteriormente

lagartas de segundo instar foram colocadas sob a dieta artificial *ad libitum*. Cada tratamento foi composto de 50 repetições, sendo cada repetição uma lagarta.

Diariamente foi observada a mortalidade das lagartas até a fase de pupa. As lagartas foram pesadas no 3º, 6º, 9º e 12º dia após o início do experimento (Balança de Precisão - Shimadzu® AUY 220). Posteriormente, com a formação de pupas, as mesmas foram observadas em lupa binocular para a determinação do sexo, as pupas que apresentaram duas protuberâncias arredondadas no 9º segmento foram determinadas como macho e as pupas que apresentaram uma linha entre o 8º e 9º segmento foram determinadas como fêmeas (BUTT; CANTU, 1962). Após 24 horas as pupas foram pesadas e acondicionadas em placas de petri. Logo após a formação de pupas a dieta e as fezes foram pesadas para determinar o consumo alimentar e peso de fezes.

Para cada tratamento foi formado sete casais da mesma idade e acondicionados em gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro x 15 cm de altura), revestidas com papel-filtro para oviposição das fêmeas. Cada casal foi alimentado com solução aquosa de mel a 10%. As gaiolas foram tampadas em sua extremidade superior com tecido tipo voil tendo sua base fechada com filme plástico com auxílio de fita adesiva.

Diariamente as posturas foram recolhidas, transferidas para potes plásticos de 75 ml e armazenadas em sala climatizada. Os ovos referentes à segunda postura foram contados, acondicionados em potes plásticos de 75 ml até a eclosão das lagartas, a fim de se calcular a sua viabilidade.

#### **4.5 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 50 repetições. Ao final do ensaio todos os parâmetros avaliados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk; em seguida, foi realizado o teste não paramétrico de comparação de médias de Kruskal-Wallis através do programa Action 2.9 (Estatcamp).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de mortalidade evidenciam que o extrato etanólico de folhas de *Euphorbia pulcherrima* coletadas nas duas fases fenológicas da planta (vegetativa e reprodutiva) e nas duas concentrações utilizadas (0,5 % e 1%) provocou, valores superiores de mortalidade em relação à testemunha que obteve 0% (Tabela 3). D'incao et al. (2012) relataram que o extrato aquoso frio de *E. pulcherrima* aplicado em discos foliares de *Neonotonia wightii* (soja perene) apresentaram 58,50% de mortalidade corrigida da *S. frugiperda*. Soares et al. (2011), observando a influência do óleo essencial a 10% de *Rosmarinus officinalis* sobre *S. frugiperda*, constataram a mortalidade de 30%. A baixa mortalidade apresentada pode estar correlacionada com as concentrações utilizadas neste trabalho. Prates et al. (2003) estudaram a correlação entre diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre a taxa de mortalidade de *S. frugiperda* e concluíram que com o aumento das concentrações elevou-se a taxa de mortalidade.

Em relação ao período larval, os tratamentos EV1%, ER0,5% e ER1% causaram prolongamento da fase larval de 5,2, 5,8 e 4,7 dias respectivamente, em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). Para Torres, Barros e Oliveira (2001) esse prolongamento pode estar relacionado à presença de inibidores de crescimento, baixa conversão do alimento ingerido ou por conter substâncias tóxicas que interferem na menor ingestão de alimento. Este resultado é corroborado por Piubelli (2004) e Hoffmann-Campo et al. (2006) que, estudando aspectos biológicos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) com dietas acrescidas do flavonóide rutina, observaram um prolongamento no tempo de alimentação.

O prolongamento larval em campo pode deixar o inseto vulnerável por mais tempo ao ataque de parasitóides, predadores e entomopatógenos. Os adultos emergidos podem estar em assincronia com a população normal e, conseqüentemente, a cópula poderia ser dificultada ou, quando existir, poderia levar à consangüinidade pelo acasalamento de indivíduos da mesma geração (RODRÍGUEZ; VENDRAMIM, 1996). Também o número de gerações do inseto no ciclo agrícola poderia ser reduzido, como foi afirmado por Tanzubil e McCaffery (1990).

**TABELA 3 - Mortalidade total (%) e duração do período larval (dias) de lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial contendo extrato etanólico de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.**

Extrato	Mortalidade (%)	Período Larval (dias)
Testemunha	0 a	13,816 ± 0,119 b
EV0,5%	22 ± 0,059 b	15,820 ± 0,328 b
EV1%	12 ± 0,046 b	19,045 ± 0,425 a
ER0,5%	24 ± 0,061 b	19,657 ± 0,712 a
ER1%	26 ± 0,062 b	18,432 ± 0,588 a
P-valor = 0,001864692		P-valor = 1,1791E-21

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 1%.

No 3º, 6º, 9º e 12º dia as lagartas foram pesadas a fim de verificar o ganho e/ou perda de peso em função dos tratamentos (extratos etanólicos) preparados a partir de folhas de *Euphorbia pulcherrima* nas fases vegetativa e reprodutiva. No 3º dia não houve diferença entre os tratamentos, provavelmente em função das moléculas presentes nos tratamentos ainda não terem sido metabolizadas pelas lagartas (Figura 1a). A partir do 6º dia o maior peso observado foi para o tratamento testemunha (0,041g), constatando-se a influência dos extratos sobre o peso das lagartas alimentadas com EV0,5% (0,036g), EV1,0% (0,031g), ER0,5% (0,025g) e ER1% (0,027g) (Figura 1b). É possível afirmar que o tratamento ER0,5% foi estatisticamente superior ao tratamento EV0,5%, já que houve redução de 30% do peso.

Na pesagem realizada no 9º dia é constatada novamente a influência dos extratos, verificando-se que o tratamento testemunha apresentou o maior peso (0,176g) e os tratamentos EV0,5%, EV1%, ER0,5% e ER1% ocasionaram pesos reduzidos de 0,099g, 0,099g, 0,074g e 0,069g, respectivamente (Figura 1c). De forma similar, Bogorni e Vendramim (2003), utilizando extratos de 6 espécies *Trichilia spp.* e *Azadirachta indica* (nim), também verificaram redução do peso de *S. frugiperda* nos tratamentos em que foi utilizado os extratos de sementes de nim e de folhas de *T. pallens*.

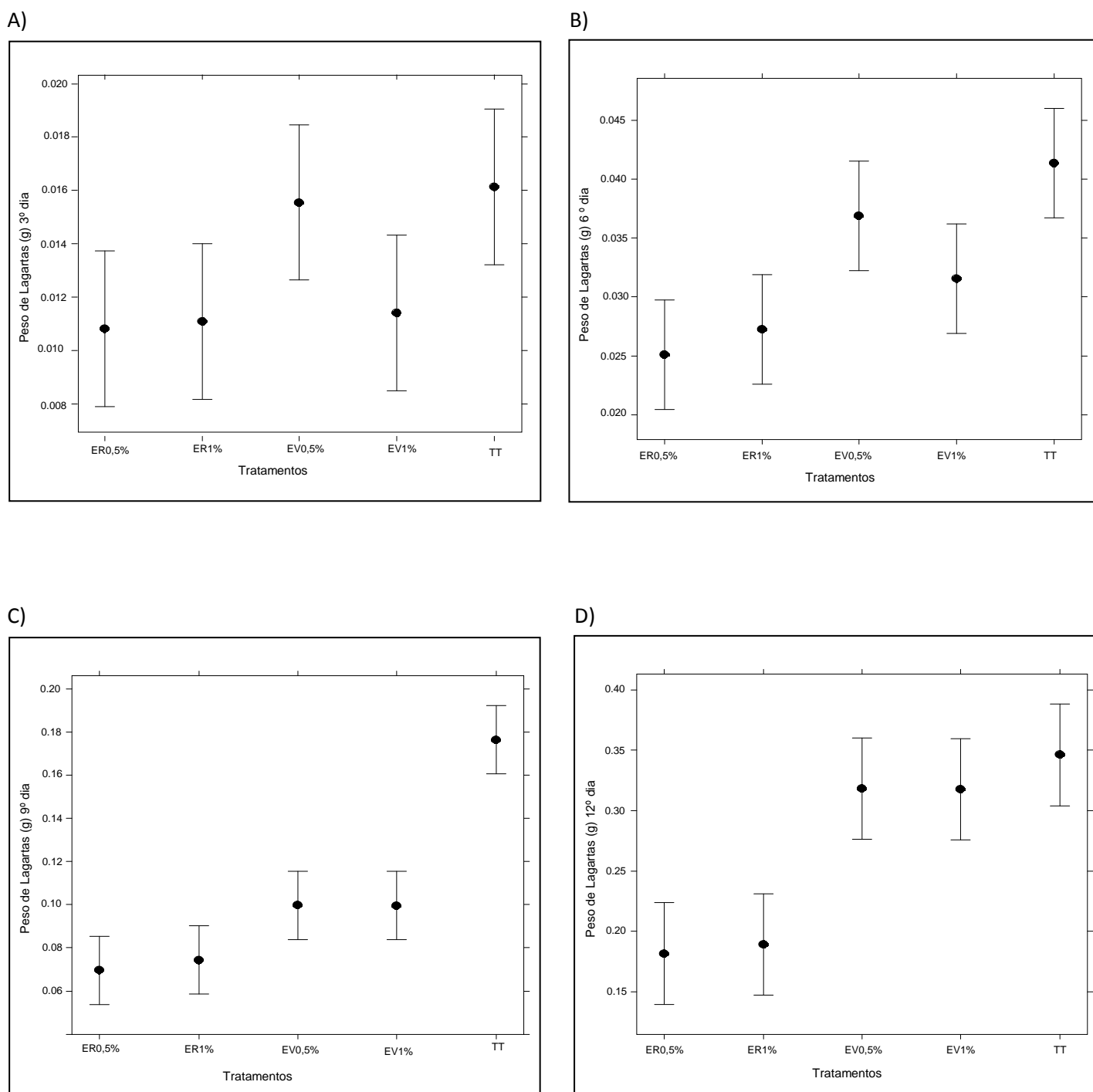
A inibição do crescimento e baixo ganho de peso podem ser atribuídos à alimentação reduzida e comprometimento da habilidade de converter nutrientes em biomoléculas para formar os tecidos dos insetos, impossibilitando crescimento e ganho de peso (MARTINEZ; ENDEN, 2001). Para Tanzubil e Mccaffery (1990), a redução significativa de peso causada pelos extratos indica que os insetos, na necessidade de degradar possíveis metabólitos secundários presentes nos extratos, podem ter desviado para esta finalidade, recursos que seriam utilizados para ganho de biomassa.

No 12º dia foi realizada a última pesagem, sendo que os tratamentos ER0,5% e ER1% resultaram em pesos inferiores das lagartas em relação aos demais tratamentos, sendo 0,181g e 0,189g, respectivamente. Para os tratamentos Testemunha, EV0,5% e EV1% os respectivos pesos foram de 0,346g, 0,318g e 0,317g (Figura 1 d). Assim como no 6º dia, observou-se que o tratamento contendo extrato de folhas da fase reprodutiva de *E. pulcherrima* na menor concentração (0,5%) é superior ao tratamento de maior concentração (1%) de folhas coletadas na fase vegetativa. Isso pode ser atribuído à quantidade de metabólitos presente nas folhas, já que as diferentes fases fenológicas das plantas influenciam na quantidade e dinâmica dos metabólitos secundários que nela estão presentes (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Tavares et al. (2005) analisaram o óleo essencial de três quimiotipos de *Lippia alba* e constataram um aumento no percentual do limoneno durante a época de floração, entretanto o percentual de citral, carvona e linalol sofreu uma ligeira diminuição durante a fase reprodutiva.

Nemeth et al. (1993), estudando espécies selvagens de *Achillea crithmifolia* sob diferentes condições ambientais e fases de desenvolvimento da espécie, verificaram que a proporção de cânfora no óleo essencial decresceu à medida que a planta avançou nas suas fases fenológicas. Para o composto presente no óleo essencial 1,8-cineol, o comportamento observado foi o contrário.

Podemos concluir com base nos dados dessa pesquisa que é mais eficiente a utilização do extrato feito a partir de folhas da fase reprodutiva, já que as lagartas apresentaram peso reduzido.

**FIGURA 1 – Peso (g) de Lagartas de *S. frugiperda* ao 3º, 6º, 9º e 12º dia, de alimentação com dieta artificial contendo extratos de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.**



Legenda: TT (testemunha), EV0,5% e EV1% (Extrato da fase vegetativa), ER0,5% e ER1% (Extrato da fase reprodutiva). P-valor<0,01 pelo teste de Kruskal-Wallis.

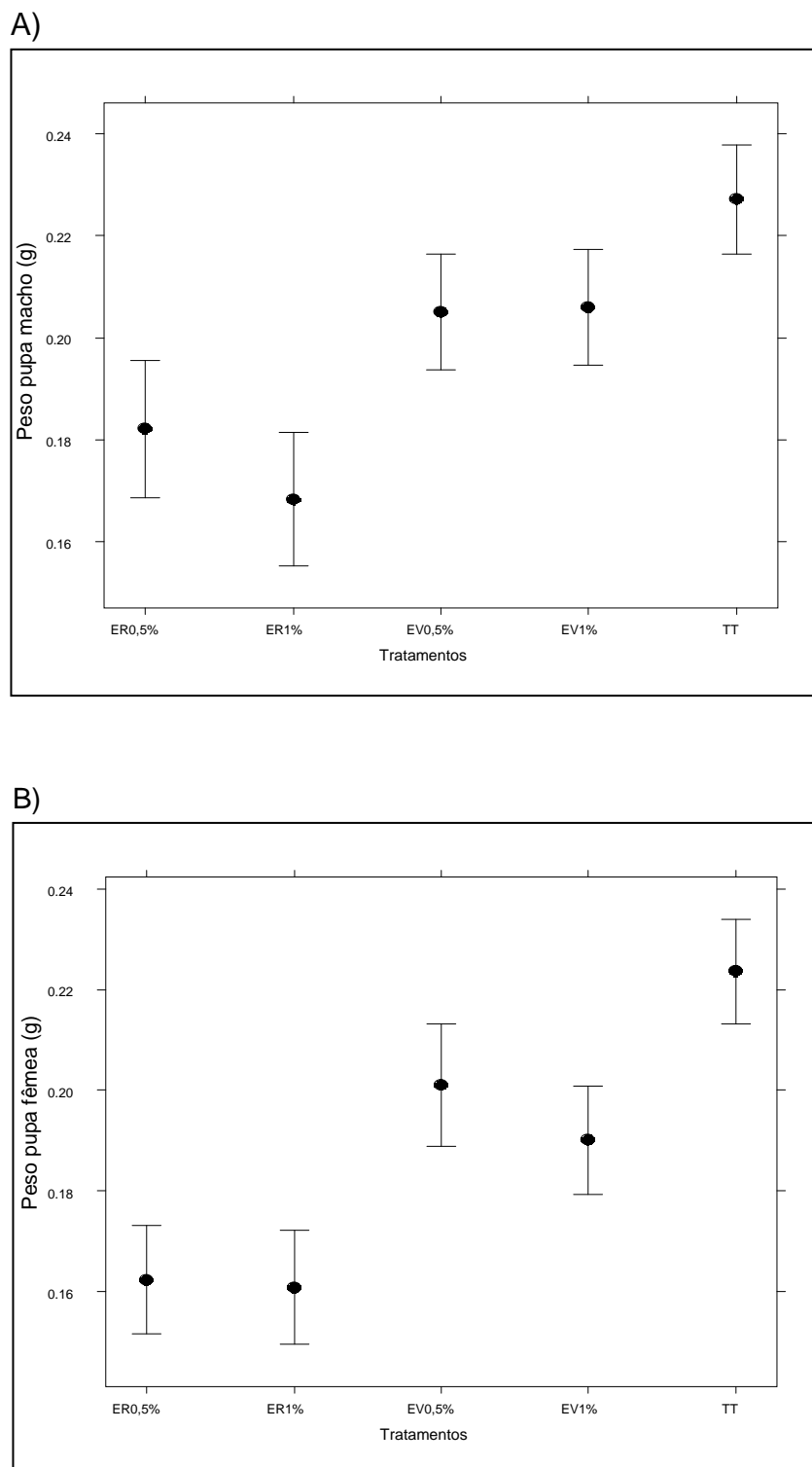
a: P-valor = 0,003330285; b: P-valor= 9,37884E-07; c: P-valor =7,25423E-14; d: P-valor= 3,59857E-10

Com relação ao peso das pupas, observou-se uma redução no peso de pupas machos para os tratamentos ER0,5% (0,182g) e ER1% (0,168g) comparando com os tratamentos EV0,5% e EV1% os quais apresentaram peso de 0,205g, e testemunha 0,227g obtendo o maior peso (Figura 2 a). Assim como nos resultados para as pupas macho, o peso de pupas fêmeas foi significativamente maior no tratamento testemunha (0,223g), seguido pelos tratamentos EV0,5% (0,201g) e EV1% (0,190g). Já os tratamentos ER0,5% (0,182g) e ER1% (0,168g) provocaram redução do peso de pupas fêmeas (Figura 2 b). Ramos-Lopéz et al. (2010) observaram uma diminuição gradual no peso de pupas de *S. frugiperda* exposta à diferentes extratos de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae). Diversos trabalhos utilizando extratos de plantas sobre o inseto *S. frugiperda* relataram redução no peso de pupas (RODRIGUEZ; VENDRAMIM, 1996; VENDRAMIM; SCAMPINI, 1997; ROEL et al., 2000). Porém D'incao et al. (2012), avaliando o peso médio das pupas de *S. frugiperda* observaram que o extrato aquoso frio de *E. pulcherrima* aplicado em discos foliares de *Neonotonia wightii* (soja perene), não diferiu em comparação à testemunha.

A redução do peso no período de pupa está provavelmente associada aos efeitos das substâncias presentes nos extratos vegetais ingeridos pelas lagartas durante o estágio larval. O efeito tóxico das plantas inseticidas é mais eficiente na fase larval do que na fase pupal, pois são as lagartas que ingerem as substâncias químicas presentes nos alimentos (RODRIGUEZ; VENDRAMIM, 1996; CÉSPEDES et al., 2000; MARTINEZ, 2001). Esse efeito se reflete na morfologia do inseto, apresentando redução de peso das pupas machos e fêmeas observada no presente trabalho. A redução da alimentação ou baixa conversão do alimento provocada por extratos vegetais pode interferir no peso pupal. Se o peso é menor que a testemunha, sugere-se que a planta provoca diminuição no consumo e utilização do alimento. Como conseqüência, pupas de menor peso darão origem a adultos pequenos, e possivelmente haverá problemas na cópula destes indivíduos com indivíduos normais e as fêmeas serão menos fecundadas (RODRÍGUEZ; VENDRAMIM, 1996).



**FIGURA 2 – Peso (g) de pupas macho e fêmea de *S. frugiperda*, após alimentadas com dieta artificial contendo extratos de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.**



Legenda: TT (testemunha), EV0,5% e EV1% (Extrato da fase vegetativa), ER0,5% e ER1% (extrato da fase reprodutiva). P-valor<0,01 pelo teste de Kruskal-Wallis.

a: P-valor= 5,32206E-08; b: P-valor= 1,31072E-10

Após a pesagem de pupas, o alimento e as fezes que sobraram nos potes foram pesados para avaliar o consumo alimentar e peso de fezes. O consumo alimentar não foi afetado pelos tratamentos, entretanto as lagartas que receberam os tratamentos contendo extrato de folhas de *E. pulcherrima* na fase reprodutiva apresentaram redução de 40% (0,5%) e 39% (1%) das fezes excretadas em relação a testemunha (Tabela 4). Provavelmente, tal resultado ocorreu pelo fato do extrato ter prejudicado a digestibilidade do alimento por *S. frugiperda*. Assim, apesar de as lagartas terem se alimentado normalmente, o alimento deve ter permanecido por um tempo maior no intestino para a degradação de possíveis metabólitos secundários presentes nos extratos. Resultados semelhantes foram apresentados por Sâmia (2013) utilizando extratos aquosos de folhas e casca do tronco de *Copaifera langsdorffii* para lagartas de 2º instar de *Spodoptera frugiperda*, ocasionou redução do peso de fezes excretadas, o autor afirma que essa redução pode estar relacionada à deterrência alimentar provocada por alguma substância presente nos extratos aquosos, possivelmente inibidores de enzimas. Tirelli et al. (2010) utilizando frações tânicas observaram redução de fezes excretadas em relação ao controle, porém esses tratamentos não causaram diminuição no consumo alimentar.

**TABELA 4 - Consumo alimentar (g) e peso de fezes (g) de lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial contendo extrato etanólico de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.**

Extrato	Consumo alimentar (g)	Peso de fezes (g)
Testemunha	3,125 ± 0,152 a	1,023 ± 0,068 a
EV0,5%	3,073 ± 0,084 a	0,856 ± 0,051 a
EV1%	3,113 ± 0,114 a	1,018 ± 0,053 a
ER0,5%	3,034 ± 0,087 a	0,623 ± 0,081 b
ER1%	3,213 ± 0,079 a	0,630 ± 0,049 b

P-valor = 0,314352123

P-valor = 4,51015E-07

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 1%.

Avaliando a fecundidade da *S. frugiperda*, o número de posturas e ovos não foi afetado pelos tratamentos, entretanto a viabilidade de ovos foi afetada pelo tratamento contendo extrato de *E. pulcherrima* da fase reprodutiva na concentração de 1%, inviabilizando 100% dos ovos (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Alves et al. (2012), que relacionaram a baixa viabilidade dos ovos de *S. frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com dieta contendo extratos metanólicos das folhas e casca dos frutos de *Copaifera langsdorffii*. Silva et al. (2008) constataram uma redução da viabilidade dos ovos proveniente de lagartas *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial contendo extrato metanólico de *Piper hispidum* nas concentrações 0,001%; 0,006%; 0,03%; 0,2% e 1%. Santiago et al., (2008) utilizando extrato aquoso a 10% de *Chenopodium ambrosioides* e *Licania rígida* sobre *S. frugiperda* apresentaram viabilidade inferior em comparação indicando um possível efeito negativo na fertilidade do inseto. Segundo Costa et al. (2004), a viabilidade dos ovos e outros parâmetros de fertilidade e fecundidade são importantes efeitos de extratos vegetais sobre a reprodução dos insetos, que pode estar associada a distúrbios alimentares em função de deficiência nutricional.

O estudo dos efeitos de plantas com propriedades inseticidas não deve ter por finalidade só a mortalidade do inseto, pois para esse efeito é necessária uma concentração maior do produto e conseqüentemente de matéria prima, tornando-se na prática uma técnica inviável. O principal objetivo é que as plantas tenham efeitos na redução da alimentação, fecundidade e fertilidade, causando danos em gerações futuras (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000).

Neste ensaio, o extrato à 1% de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase reprodutiva, diminuiu o nº de ovos de *S. frugiperda*, e ainda mais importante, inviabilizou-os completamente, comprovando seu potencial para reduzir com eficiência as populações deste inseto nas áreas agrícolas.

**TABELA 5 – Número de posturas (média), número de ovos (média) e viabilidade de ovos (%) de lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial contendo extrato etanólico de folhas de *E. pulcherrima* coletadas na fase vegetativa e reprodutiva.**

Extrato	Nº de posturas (média)	Nº de ovos (média)	Viabilidade (%)
Testemunha	3,57 ± 0,947 a	547 ± 114,8 a	99,3 ± 0,002 a
EV0,5%	2,28 ± 0,837 a	303 ± 159,6 a	98,5 ± 0,005 a
EV1%	1,42 ± 0,428 a	264 ± 173,4 a	97,9 ± 0,005 a
ER0,5%	1,28 ± 0,521 a	106 ± 54,4 a	97,7 ± 0,007 a
ER1%	0,85 ± 0,459 a	136 ± 68,2 a	0 b
P-valor = 0,122258			P-valor = 0,069288
			P-valor = 0,000

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 1%.

## 6 CONCLUSÃO

- O extrato de folhas de *E. pulcherrima* das fases vegetativa e reprodutiva nas concentrações de 0,5% e 1%, ocasionou mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* em até 26%.
- O período larval foi prolongado pelos tratamentos com extrato vegetativo a 1% (19 dias) e com extrato reprodutivo a 0,5% e 1% (19 e 18 dias).
- O peso de lagartas é reduzido em até 40% com o extrato reprodutivo nas concentrações 0,5 e 1%.
- Os tratamentos com extrato de folhas da fase reprodutiva (0,5 e 1%) reduziram o peso das pupas.
- O extrato de folhas da fase reprodutiva resultou em taxas reduzidas de fezes excretadas pelas lagartas.
- O extrato de folhas da fase reprodutiva a 1% apresentou efeito na fertilidade de *S. frugiperda*, diminuindo o número e inviabilizando a eclosão dos ovos.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, S. D. et al. Toxicity of copaíba extracts to armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v. 11, n. 24, p. 6.578-6.591, 2012.
- BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotrop. Entomol.**, vol.32, n.4, p. 665-669, 2003.
- BRITO, J. P. et al. Avaliação da toxicidade de óleo de *Eucalyptus globulus* sobre *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71 (supl.), p. 749, 2004.
- BULLANGPOTI, V. et al. Antifeedant activity of *Jatropha gossypifolia* and *Melia azedarach* senescent leaf extracts on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and their potential use as synergists. **Pest Management Science**, Sussex, v. 68, n. 9, p. 1.255-1.264, 2012.
- BUTT, B.A.; CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. Washington, DC: USDA, 1962.
- CAPINERA, J. L. Handbook of vegetable pests. **Academic Press**, p. 2700, 2002.
- CAPINERA, J.L., Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida, p. 1-6, 2008.
- CORREA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N.. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, vol.13, n.4, 2011.
- COSTA, E.L.N. et al. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 26, n.2, p.173-85, 2004.
- CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete lagoas: EMBRAPA CNPMS, 1995.
- CRUZ, I. et al. Manual de Identificação da praga do milho e seus principais agentes de controle biológico. Brasília: Embrapa, 2008. p. 192.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos de *Trichogramma*. Sete Lagoas: EMBRAPA CNPMS, 1999. p. 40.
- DANTAS, G. C. **Efeito da adição de Colesterol e Ecdisona na produção *in vitro* do Baculovírus *Spodoptera frugiperda* MNPV**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) PPGEQ – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio grande do Norte, 2010.
- D'INCAO, M. P.; QUADROS, B.; FIUZA, L. Efeito agudo e crônico de três diferentes extratos de *Euphorbia pulcherrima* sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH, 1797)

(Lepidoptera, Noctuidae). In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO DAS PÓS-GRADUAÇÕES DO CCB/UFSC, 1. **Anais...** Florianópolis, 2012.

FRITZ, L.L. et al. Agroecossistemas orizícolas irrigados: Insetos-praga, inimigos naturais e manejo integrado. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, p. 720-732, 2008.

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

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2. ed. São Paulo: CERES, 1988.

GAZZONI, D. L.; YORINORI J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA-SP, 1995. (Manuais de Identificação de Pragas e Doenças, 1)

GIOLO, F. P. et al. Parâmetros Biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1979) (Lepidoptera: Noctuidae) Oriundas de Diferentes Localidades e Hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 219-224, 2002.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, vol.30, n.2, p. 374-381, 2007.

GOÉS, G.B. et al. Efeito de extratos vegetais no controle de *S. frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 16, n.1/2 p. 47-49, 2003.

GRÜTZMACHER, A. D. et al. Efeito de inseticidas e de tecnologias de aplicação no controle da lagarta-docartucho na cultura do milho no agroecossistema de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 2000. p. 567-573.

HERNÁNDEZ, C.R. **Efeito de extratos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 1995. 100 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz -Esalq/ USP, Piracicaba, 1995.

HOFFMANN-CAMPO, C.B. et al. Detrimental effect of rutin on a main soybean defoliator pest, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n.10, p. 1453-1459, 2006.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, n.8, p.603-8, 2000.

KIM, S.I. et al. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v.39, n.3, p. 293-303, 2003.

LANGE, B.M. et al. A family of transketolases that directs isoprenoid biosynthesis via a mevalonate-independent pathway. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 95, p. 2100 - 2104, 1998.

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

- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 1.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512p.
- LYNN, K. R.; CLEVETTE- RADFORD, N. A. Biochemical Properties of Latices from the Euphorbiaceae. **Phytochemistry** v. 26 n.4, p. 939 – 944, 1987.
- MALHEIROS, A.; PERES, M.T.L.P. Alelopatia: interações químicas entre espécies. In: YUNES, R.A.; CALIXTO, J.B. (Ed.). Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna. **Argos**, Chapecó, v. 12, n. 3, p. 503-523, 2001.
- MARSSARO JUNIOR, A. L. Efeitos do milho Bt sobre a entomofauna. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais (PUCPR.)**, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2005.
- MARTINELLI, S. et al. Of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations associated to maize and cotton crops in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n.2, p. 519-526, 2006.
- MARTINEZ, S. S.; EMDEN, H. F. van. Redução do crescimento, deformidades e mortalidade de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) causadas por Azadiractina. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v.30, n. 1, p. 113-125, 2001.
- MARTINEZ, S.S. The use of plants with insecticidal and repellent properties in pest control. Londrina: **Instituto Agrônômico do Paraná**, 2001.
- MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 58p. 2005.
- O'NEIL, M.J. (ed.). **The Merck Index - Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals**. Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., 2006.
- PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: Fealq, 2001. 134p.
- PETROSKI, R.J.; STANLEY, D.W. Natural compounds for pest and weed control. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 57, n.18, p. 8171-8179, 2009.
- PINTO, A.S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H. N. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 108p.
- PIUBELLI, G.C. **Bioatividade de genótipos de soja resistentes a *A. gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) e interações de suas substâncias químicas com inimigos naturais**. 2004. 152p. Tese Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2004.
- POGUE, G.M.A. World revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Institute**. v. 43, p. 1-202, 2002.
- PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.38, n.3, p. 437-439. 2003.



RAMOS-LOPÉZ, M.A. et al. Activity of *Ricinus communis* (Euphobiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **African Journal of Biotechnology**, v.9, p. 1359-1365, 2010.

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

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

ROEL, A. R. et al. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 53-58, 2000.

SAITO, M.L.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúma: EMBRAPA CNPMA, 1998. 46p. (EMBRAPA-CNPMA. Série Documentos, 12).

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas Sul-Americana**. Pelotas: EMBRAPA/ CPACT, 1995. 58p.

SÂMIA, R.R. **Bioatividade de extratos aquosos de Copaíba (Leguminosae) na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2013. 51f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) PPGEA- Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.

SANTANA, L. C. L. et al. Avaliação do potencial antioxidante, atividade antimicrobiana e antihelmíntica do extrato etanólico padronizado das folhas de *Mikania glomerata* Sprengel. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 94, n. 2, p. 120-129, 2013.

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

SANTOS, L. M. et al. Fertilidade e longevidade de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 345-350, 2004.

SARMENTO, R. A. et al. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho no Brasil. **Bioscience Journal**., v. 18, n. 2, p.41-48, 2002.

SAXENA, R. C. Neem seed derivatives for management of rice insect pest - a review of recent studies, p.93-98. In: SCHMUTTERER, H., ASCHER, K. R. S. (eds) Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In: THE THIRD INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE. **Proceedings...** Nairob, GTZ, Eschborn, 1987. 703p.

SHIN-FOON, C; YU-TONG, Q. Experiments on the application of botanical insecticides for the control of diamondback moth in South China. **Journal Applied Entomology**, v. 116, n.1, p. 479-486, 1993.

SILVA, L. V. et al. Efeito de *Piper hispidum* (Piperaceae) sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Noctuidae) em dieta artificial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., **Anais...** Uberlândia. 2008.

SOARES, C. S. A. et. al. Ação inseticida de Óleos Essenciais sobre a lagarta desfolhadora *Thyrinteina Arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 02, p. 154–157, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TANZUBIL, P.B.; MCCAFFERY, A.R. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. **Crop Protection**, v. 9, p.383-386, 1990.

TAVARES, E. S. et al. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n.1, p. 1-5, 2005.

TAVARES, W.S. et al. Potential use of Asteraceae extracts to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and selectivity to their parasitoids *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Industrial Crops and Products**, v. 31, n.3, p. 384-388, 2009.

TIRELLI, A. A. et al. Efeito de frações tânicas sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.6, p. 1417-1424, 2010.

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

VASANTHARAJ, D.B. Biotechnological approaches in IPM and their impact on environment. **Journal of Biopesticides**, v.1, n.1, p.1-5, 2008.

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**, v. 72, n. 2, p. 159-170, 1997.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Ed). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. p. 113-128.

VIANA, P. A. **Mostra potencial do nim para controle da lagarta-do-cartucho. Dia de Campo na TV. Embrapa Milho e Sorgo**. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpmis.embrapa.br>> Acesso em: 1 jun. 2015.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Bragantia**, v.62, n.1, p. 69-74, 2003.

VIEGAS, J.R.C. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

ZARBIN, P. H.G.; RODRIGUES, M.A.C.M. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n.3, p. 722-731, 2009.