

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO VEGETAL

RUTY DE SOUSA MELO

Engenheira Agrônoma

**EFEITO INSETICIDA DAS FRAÇÕES HEXÂNICA, ETÉREA E ETANÓLICA DE  
*Piper tuberculatum* JACQ. (PIPERACEAE), SOBRE *Spodoptera frugiperda*  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

TERESINA  
ESTADO DO PIAUÍ - BRASIL  
AGOSTO - 2010

RUTY DE SOUSA MELO

Engenheira Agrônoma

**EFEITO INSETICIDA DAS FRAÇÕES HEXÂNICA, ETÉREA E ETANÓLICA DE  
*Piper tuberculatum* JACQ. (PIPERACEAE), SOBRE *Spodoptera frugiperda*  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

**Orientador:** Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua.

**Co-orientadora:** Prof. Dr<sup>a</sup> Antônia Maria das Graças Lopes Citó.

TERESINA

ESTADO DO PIAUÍ - BRASIL

AGOSTO - 2010

**EFEITO INSETICIDA DAS FRAÇÕES HEXÂNICA, ETÉREA E ETANÓLICA DE  
*Piper tuberculatum* JACQ. (PIPERACEAE), SOBRE *Spodoptera frugiperda*  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

**RUTY DE SOUSA MELO**

Engenheira Agrônoma

**Data da aprovação:** 23/ 08/ 2010

**Comissão julgadora:**

---

Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua (Presidente)  
Universidade Federal do Piauí - Fitotecnia/CCA

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Antônia Maria das Graças Lopes Citó (Titular)  
Universidade Federal do Piauí - Química/CCN

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva (Titular)  
Universidade Federal do Piauí - Fitotecnia/CCA

---

Dr. Bruno de Almeida Souza (Titular)  
Embrapa Meio-Norte

À minha família da qual tenho tanto orgulho

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por esta conquista.

Aos meus familiares que me acompanharam durante todo o trabalho: Minha mãe Luzia Carvalho, Meu pai Elias Melo, minhas tias Hosana Carvalho, Rosália Carvalho e Eleomar Carvalho, ao meu tio Cândido Mariano, vovó Maria Edite, Ruy Melo, Thatiana Raquel, Mariana Capuletto, Narcísio Machado, Gustavo Souza, Alzenir Sousa e até ao Totô Rios-Lima.

As minhas maiores colaboradoras: mamãe e minha amiga Eliana Freitas pela paciência e ajuda incondicional e a minha amiga Ana Nídia Lopes por ter me estimulado tanto a ingressar no Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGA

Aos amigos do PPGA, turma de 2008, pelos ótimos momentos de estudo e pela amizade.

Ao professor Dr. Luiz Evaldo pela idéia do trabalho, pela orientação, oportunidade e confiança.

A professora Dr<sup>a</sup> Graça Citó pela colaboração e direcionamento deste trabalho.

Ao professor Dr. Paulo Roberto Ramalho e Prof. Dr<sup>a</sup> Lúcia Fontes pela ótima convivência durante o curso e especialmente pelas oportunidades de trabalhar em seus diversos projetos.

Aos professores: Júlia Geracila, Francisco Leal, Paulo Roberto Carvalho, Regina Lúcia, Darcet Souza e Dona Carmem, que direta ou indiretamente contribuíram com este trabalho.

Aos amigos do PPGA especialmente a Nadine Teles, Simone Raquel, Douglas Rafael, Alyne Melo e Elizangela Sousa pelo companheirismo e amizade.

Ao Gerson Webber por me repassar suas experiências em relação à criação de *Spodoptera frugiperda*.

Ao Dr. Paulo Henrique (EMBRAPA), pela colaboração relativa às referências bibliográficas.

Ao Marcos Neto, (EMBRAPA), pela ajuda nas coletas das pimentas.

Ao Bruno Quirino e Maria do Carmo pela colaboração e orientação dentro do laboratório de produtos naturais – Química.

Ao Alberto Luiz pela ótima convivência na Universidade.

A bibliotecária, Carmem Cortez, pela correção das referências bibliográficas.

A banca examinadora pela contribuição indispensável a este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado.

Enfim, a todos que de alguma forma participaram deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

<i>Lista de Figuras</i> .....	viii
<i>Lista de Tabelas</i> .....	ix
<b>RESUMO GERAL</b> .....	x
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1. Considerações sobre o manejo de pragas na agricultura.....	14
2.2. Inseticidas naturais.....	15
2.2.1. Considerações sobre o desenvolvimento da pesquisa com plantas.....	15
2.2.2. Ação dos inseticidas naturais.....	16
2.2.3. Vantagens e desvantagens dos inseticidas naturais .....	16
2.3. Metabolismo secundário das plantas.....	17
2.3.1. Terpenos.....	19
2.3.2. Compostos fenólicos.....	19
2.3.3. Compostos nitrogenados.....	20
2.4. Elaboração de extratos vegetais com solventes orgânicos.....	20
2.5. A família Piperaceae e o gênero <i>Piper</i> .....	22
2.6. <i>Piper tuberculatum</i> Jacq. var. <i>tuberculatum</i> .....	26
2.7. <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith 1797 (Lepidoptera: Noctuidae).....	31
2.7.1. Biologia de <i>S. frugiperda</i> .....	31
2.7.2. Criação de <i>S. frugiperda</i> em laboratório.....	31
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	34
<b>CAPÍTULO 1 – EFEITO INSETICIDA DA FRAÇÃO HEXÂNICA DE <i>Piper tuberculatum</i> JACQ. (PIPERACEAE) SOBRE <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)</b> .....	43
RESUMO .....	44
ABSTRACT .....	45
1. INTRODUÇÃO .....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49

4. CONCLUSÕES .....	54
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55

<b>CAPÍTULO 2 – POTENCIAL INSETICIDA DO EXTRATO ETÉREO DE <i>Piper tuberculatum</i> JACQ. (PIPERACEAE) SOBRE <i>Spodoptera frugiperda</i> (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).....</b>	<b>59</b>
---	-----------

RESUMO .....	60
ABSTRACT .....	61
1. INTRODUÇÃO .....	62
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	62
2.1. Coleta dos frutos.....	63
2.2. Preparação dos extratos.....	63
2.3. Criação do inseto cobaia.....	64
2.4. Montagem do experimento.....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	65
4. CONCLUSÕES .....	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

<b>CAPÍTULO 3 – DETERMINAÇÃO DO EFEITO INSETICIDA DO EXTRATO ETANÓLICO DE <i>Piper tuberculatum</i> JACQ. (PIPERACEAE) SOBRE <i>Spodoptera frugiperda</i> (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).....</b>	<b>71</b>
---	-----------

RESUMO .....	72
ABSTRACT .....	73
1. INTRODUÇÃO .....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	75
2.1. Coleta e preparo das amostras de <i>Piper tuberculatum</i> .....	75
2.2. Coleta e criação de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	76
2.3. Aplicação dos extratos etanólicos na dieta artificial de Bowling (1967).....	77
2.4. Procedimento estatístico.....	77
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	78

4. CONCLUSÃO .....	82
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86



## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

<b>Figura 1.</b> Principais rotas de biossíntese dos metabólitos secundários nas plantas e suas inter-relações com o metabolismo primário.....	18
<b>Figura 2.</b> Esquema geral de partição e separação provável dos principais metabólitos secundários presentes em plantas.....	22
<b>Figura 3.</b> <i>Piper tuberculatum</i> Jacq.....	27
<b>Figura 4.</b> Fruto de <i>Piper tuberculatum</i> .....	27

### CAPÍTULO 1

<b>Figura 1.</b> Sobrevivência de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas com o extrato hexânico da polpa (HP) de <i>Piper tuberculatum</i> na dose 10 mg e na testemunha.....	51
<b>Figura 2.</b> Sobrevivência de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas com extrato hexânico das sementes (HS) de <i>Piper tuberculatum</i> na dose 10 mg e na testemunha.....	52

### CAPÍTULO 3

<b>Figura 1.</b> Sobrevivência de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas com o extrato etanólico da polpa (ETAP) de <i>Piper tuberculatum</i> e com a testemunha.....	79
<b>Figura 2.</b> Sobrevivência de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas com o extrato etanólico das sementes (ETAP) de <i>Piper tuberculatum</i> e com a testemunha.....	80

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

<b>Tabela 1.</b> Composição química (%) dos talos finos e frutos de <i>Piper tuberculatum</i> .	28
---	----

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1.</b> Composição da dieta artificial de Bowling (1967) para criação de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	47
<b>Tabela 2.</b> Tempo médio de morte, tempo larval, viabilidade larval, período pupal, peso de pupas e longevidade de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas sob dieta artificial de Bowling (1967) contendo diferentes concentrações do extrato hexânico de sementes e polpa de <i>Piper tuberculatum</i> .....	50

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1.</b> Composição da dieta artificial de Bowling (1967) para criação de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	64
<b>Tabela 2.</b> Tempo médio de morte, tempo larval, viabilidade larval, período pupal, peso de pupas e longevidade de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas sob dieta artificial de Bowling (1967) com diferentes concentrações dos extratos etéreos de polpa e sementes de <i>Piper tuberculatum</i> .....	66

### CAPÍTULO 3

<b>Tabela 1.</b> Composição da dieta artificial de Bowling (1967) para manutenção da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> em laboratório.....	76
<b>Tabela 2.</b> Tempo médio de morte, tempo larval, viabilidade larval, período pupal, peso de pupas e longevidade de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas sob dieta artificial de Bowling (1967) contendo diferentes doses dos extratos etanólicos da polpa e sementes de <i>Piper tuberculatum</i> .....	78

**Efeito inseticida das frações hexânica, etérea e etanólica de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae), sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).**

Autora: Ruty de Sousa Melo

Orientação: Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua

Co-orientação: Dr<sup>a</sup> Antônia Maria das Graças Lopes Citó

**RESUMO GERAL** - Na tentativa de se reduzir impactos ao meio ambiente causados por produtos sintéticos, estudou-se o potencial inseticida de frutos verdes de *Piper tuberculatum* fracionado em solventes de polaridade crescente. Foram eles: hexano, éter etílico e etanol a 70 %. Os extratos foram elaborados a partir da extração do fruto desidratado em cada solvente. Destes, cinco doses (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg e 250 mg) foram adicionadas a 100 g de dieta artificial de Bowling e oferecidas a larvas de *Spodoptera frugiperda*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis. A testemunha foi a dieta de Bowling sem extrato. Cada tratamento foi composto por uma dose do extrato da semente ou da polpa, com cinco repetições sendo quatro parcelas cada uma. Os resultados confirmaram o poder inseticida da planta estudada, sendo que no extrato hexânico, tanto da semente quanto da polpa, as doses a partir de 50 mg possuem efeito tóxico letal sobre larvas de *S. frugiperda*; o extrato etéreo da polpa provoca 100 % de morte dos insetos, em todas as doses estudadas e no extrato etéreo das sementes a dose que leva o inseto teste à morte é partir de 20 mg; o extrato etanólico da polpa de *P. tuberculatum* provoca 100 % de mortalidade larval em *S. frugiperda* nas doses a partir de 10 mg e o extrato etanólico das sementes provoca o mesmo percentual de mortalidade larval nas doses a partir de 50 mg.

**Palavras chave:** planta inseticida, metabólitos secundários, extratos vegetais, pimenta-de-macaco, lagarta militar.

**Insecticidal effect of hexane fractions, ether and ethanolic of *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae), on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).**

Escritor: Ruty de Sousa Melo

Guidance: Dr. Luiz de Moura Evaldo Pádua

Co-supervisor: Dr<sup>a</sup> Antonia Maria das Graças Lopes Citó

**GENERAL ABSTRACT:** In an attempt to reduce environmental impacts caused by synthetic products the insecticidal potential of unripe fruits of *Piper tuberculatum* fractioned in solvents of increasing polarity was studied. They were: hexane, ethyl ether and 70% ethanol. The extracts were prepared from the extraction of dried fruit in each solvent. Of these, five doses (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg and 250 mg) were added to Bowling's artificial diet and offered to larvae of *Spodoptera frugiperda*. The experimental delineation used was entirely randomized and the treatments were analyzed through Kruskal-Wallis test. The witness was Bowling's diet without extract. Each treatment was composed of one dose or pulp of seed extracts, with five replicates with four plots each. The results confirmed the insecticidal power of the studied plant, and in the hexane extract of the seed as well as of the pulp, the doses from 50 mg have lethal toxic effects on larvae of *S. frugiperda*; the ether extract of the pulp causing 100% death of insects in all studied doses and in the ether extract of the seeds which leads the insect to death starts from 20 mg, the ethanol extract of the pulp of *P. tuberculatum* causing 100% larval mortality in *S. frugiperda* in doses from 10 mg; and the ethanol extract of the seeds causes the same percentage of larval mortality in doses from 50 mg.

**Keywords:** insecticide plant, secondary metabolites, plant extracts, long pepper, fall army worm.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura tem sido muito bem-sucedida, satisfazendo uma demanda crescente de alimentos. O rendimento de grãos básico aumentou, os preços caíram e a taxa de aumento da produção de alimentos excedeu em relação à população nos últimos anos. Esse impulso na produção se deu em função de avanços científicos e inovações tecnológicas, incluindo o uso de inseticidas para o combate as diversas pragas que desafiam os produtores (GLIESSMAN, 2005). Esses inseticidas, embora usados com relativo sucesso, provocam graves problemas que tem incentivado o desenvolvimento de alternativas ao seu uso (LOVATTO et al., 2004 ). Dentre as alternativas de controle, todos os métodos e procedimentos, viáveis ecológica e economicamente, que tornem a população de insetos praga abaixo do nível de dano econômico são aceitáveis. Esta metodologia se chama, segundo a FAO, Manejo Integrado de Pragas (TORRES et al., 2006).

O controle de insetos passou por três fases antes de chegar ao Manejo Integrado de Pragas. Primeiro eram usados produtos naturais como caldas e fórmulas como o uso de tabaco, alho e outras plantas, mais tarde veio o uso de formulações químicas, os chamados defensivos ou agroquímicos. A terceira fase foi denominada de fase da crise, onde se pôde perceber que os custos com agrotóxicos eram muito altos e as conseqüências a saúde muito negativas (ZABIN et al., 2009).

Na tentativa de se reduzir impactos ao ambiente causados por produtos sintéticos, vêm crescendo o número de pesquisas baseadas nas substâncias tóxicas existentes nas plantas que tem potencial inseticida.

As plantas possuem suas próprias defesas, que as protegem de outras plantas, insetos, bactérias, vírus, fungos, nematóides, ácaros, mamíferos e outros animais herbívoros. Estas defesas são de natureza química e, normalmente, envolvem substâncias do metabolismo secundário, as quais podem ser chamadas de fitotoxinas ou aleloquímicos (PINTO et al., 2002). Compostos fitotóxicos, têm a propriedade de interromper o pastejo, podendo o efeito ser temporário ou permanente (GILARDÓN et al., 2001). As fitotoxinas geralmente agem sobre o sistema nervoso central dos insetos e são específicas para determinadas espécies. Os componentes do metabolismo secundário das plantas aparentemente não apresentam função alguma, porém, alguns compostos químicos deste metabolismo, as protegem por sua capacidade de repelir e de intoxicar seus inimigos, tais como: terpenos (piretróides, óleos essenciais, limonóides), fenóis (ácido caféico, isoflavonóides) e compostos nitrogenados

(alcalóides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos, inibidores de protease) (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A identificação e o isolamento de compostos vegetais com propriedade inseticida representam alternativa promissora à incorporação de novas substâncias ao manejo de pragas (LANZMASTER et al., 2007).

Entre as plantas que apresentam potencial inseticida estão as espécies da família Piperaceae. As espécies de Piperaceae encontram-se evolutivamente nas bases das Angiospermae, no entanto, o papel dos metabólitos secundários no processo evolutivo de Piperaceae é ainda muito pouco conhecido (KATO et al., 2004).

O gênero *Piper* se destaca dentro da família por conter espécies que apresentam metabólitos secundários, como lignanas e amidas, usados na defesa contra a herbivoria. Duh & Wu (1990), identificaram o alcalóide piperartina como um dos componentes de efeito tóxico de *P. aborescens*. Várias lignanas, amidas de longa cadeia e ésteres graxos, foram isolados de extratos de plantas do gênero *Piper*, substâncias estas reconhecidas por sua ação inseticida, comparável à de piretróides (BOLL et al., 1994 apud MIRANDA et al., 2002).

Trabalhos como os de Castro et al. (2008); Silva & Castro (2006) e Navickiene et al. (2007) comprovaram o efeito inseticida da espécie *Piper tuberculatum* alcançando ótimos índices de mortalidade quando trabalharam extratos aquosos e orgânicos, respectivamente, destas em *Spodoptera frugiperda* e *Anticarsia gemmatalis*.

Dentro deste contexto desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de se estudar os efeitos inseticidas dos extratos hexânicos, etéreos e etanólicos das sementes e polpa de *P. tuberculatum*.

Este trabalho foi constituído por uma introdução, revisão de literatura, três capítulos e um tópico contendo considerações finais.

No primeiro capítulo, foram estudados os efeitos inseticidas dos extratos hexânicos, extratos de baixa polaridade, das sementes e polpa de *P. tuberculatum* sobre a biologia de *S. frugiperda*. No segundo capítulo foram avaliados os efeitos inseticidas da fração etérea, extrato de média polaridade, de *P. tuberculatum* sobre a biologia de *S. frugiperda* e no terceiro capítulo, foram avaliados os efeitos inseticidas dos extratos etanólicos, extratos de alta polaridades, de *P. tuberculatum* sobre *S. frugiperda*.

Os capítulos I, II e III estão apresentados na forma de artigos científicos de acordo com as normas da Revista Caatinga para posterior submissão.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Considerações sobre o manejo de pragas na agricultura**

Na agricultura o conceito de praga está diretamente relacionado com os efeitos econômicos produzidos, e é dado no sentido numérico, onde uma determinada população de insetos se evidencia com seus estragos, afetando a produção. Assim, a presença do inseto na cultura não implica a presença de praga, sendo que a população entra como elemento unitário na determinação do momento exato em que medidas devem ser adotadas para evitar prejuízos econômicos (BOARETTO & BRANDÃO, 2000).

O combate as pragas é realizado, principalmente, mediante aplicações freqüentes de inseticidas químicos, como método predominante para reduzir o risco de danos econômicos em lavouras. (MOSCARDI & SOUZA, 2002).

Os agrotóxicos no Brasil têm trazido uma série de conseqüências tanto para o ambiente como para a saúde do trabalhador rural. Em geral, essas conseqüências são condicionadas por fatores intrinsecamente relacionados, tais como o uso inadequado dessas substâncias, a falta de utilização de equipamentos de proteção, a precariedade dos mecanismos de vigilância e a alta toxicidade de certos produtos (OLIVEIRA-SILVA et al., 2001). Mesmo quando utilizados de forma adequada, os agrotóxicos causam impacto ambiental, muitas vezes bastante considerável.

Aos poucos está sendo mudado o conceito da produção agrícola. O consumidor tem pedido produtos sadios, o agricultor pede mais segurança e o ecologista demanda a proteção do meio ambiente.

Dentro do contexto da procura de alternativas aos inseticidas químicos é importante o estabelecimento do Manejo Ecológico de Pragas.

O Manejo Ecológico de Pragas (MEP) é caracterizado pela ação pró ativa do homem em relação à espécie-praga, é o manejo de prevenção da explosão populacional de espécies-chave no agroecossistema, aproveitando o máximo da biodiversidade (controle biológico) com a tecnologia, usando o manejo de pragas em sítio específico (agricultura de precisão) (BRECHELT, 2004).

## **2.2 Inseticidas naturais**

Denominam-se inseticidas naturais os produtos derivados de plantas ou de partes de plantas, podendo ser o próprio material vegetal ou partes dele, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou seus produtos derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos, tais como álcool, éter, acetona, clorofórmio dentre outros (AGUIAR-MENESES, 2005).

### **2.2.1 Considerações sobre o desenvolvimento da pesquisa com plantas**

As primeiras descrições sobre o estudo das plantas referem-se ao uso de plantas medicinais e remontam as sagradas escrituras e ao Papiro de Ebers. Este documento foi descoberto e publicado por Ebers, que o traduziu em 1890. O Papiro foi encontrado na casa mortuária de Ramsés II, mas pertenceu possivelmente a XVIII dinastia. Descreve cerca de 100 doenças e um grande número de obras de natureza animal e vegetal, citando plantas como: lírio, flor de lis, mirra e óleo de rícino (GÜEMEZ-SANDOVAL, 2009).

Antes da era Cristã (460-377 a. C.) Hipócrates defendia o uso das plantas como guia na escolha de medicamentos (LOPES, 2009). Mas, somente Teofrasto (século IV a. C.) foi quem compôs uma obra que tratava do surgimento das plantas (“Sobre a história das plantas” e “Sobre as causas das plantas”), o que ia contra os interesses da época, representados pela identificação de espécies e seu uso na medicina e agricultura (SILVA, 2008).

Farmacêuticos e químicos já no século XIX se distinguem no isolamento de constituintes ativos a partir de plantas ou de produtos vegetais. Nesta época foram descobertos o ópio e Serturner e em 1816 a morfina foi isolada. Pelletier e Caventou isolaram a estricnina, em 1818 (DUARTE, 2005). Em 1828, a uréia foi sintetizada acidentalmente a partir do cianeto de prata e cloreto de amônio e na metade do século XIX Hoff e Le Bel, isoladamente, propuseram a estrutura tetraédrica do carbono, lançando as bases fundamentais da estereoquímica. Lewis em 1916 propôs a ligação covalente, quando várias estruturas já eram conhecidas. E nas décadas de 20 e 30 foram isoladas e identificadas várias substâncias esteroideais. Após a Segunda Guerra, com a disponibilidade do carbono radioativo foi possível o estudo da biossíntese dos produtos naturais e foram elucidadas as primeiras etapas químicas da fotossíntese, até então as vias biogénicas eram de natureza especulativa. A introdução dos métodos espectroscópicos e das diferentes modalidades de cromatografia na fitoquímica alterou gradualmente os objetivos e a filosofia dos trabalhos de isolamento e de determinação estrutural de produtos naturais (PINTO et al., 2002).



### **2.2.2 Ação dos inseticidas naturais**

Os inseticidas naturais podem ter ação tóxica, repelente e ou antialimentar; podem agir sobre órgãos ou moléculas alvo e neste caso tem a capacidade de interferir nos processos normais da ecdise, sendo denominados de reguladores de crescimento; ou podem interferir no metabolismo respiratório das células, podem também inibir a maturação dos ovos; ação por contato ou ingestão quando são absorvidos pelo tegumento dos insetos, pelas vias respiratórias afetando o sistema nervoso central e causando a morte do inseto rapidamente (KATHRINA & ANTONIO, 2004).

A extensão dos efeitos e o tempo de ação destes inseticidas são dependentes da dosagem utilizada, de maneira que a morte ocorre nas dosagens maiores e os efeitos menos intensos e mais duradouros nas dosagens menores (ROEL, 2001).

### **2.2.3 Vantagens e desvantagens dos inseticidas naturais**

Os derivados botânicos podem causar diversos efeitos sobre os insetos e apresentam vantagens e desvantagens em relação aos sintéticos. Dentre as principais vantagens estão o fato de serem facilmente preparados a partir de restos de colheita ou de várias espécies vegetais reconhecidamente eficientes, por meio artesanal, semiindustrial e industrial; são facilmente biodegradados; contribuem para a segurança alimentar; por conterem mais de um princípio ativo e pouca persistência, são menos propensos a promover resistência ou tolerância em pragas e patógenos. E dentre as desvantagens está o fato de serem menos eficientes que os produtos químicos sintéticos; os resultados nem sempre são imediatos; em geral, é necessário um maior número de aplicações; normalmente, não são encontrados nas lojas agropecuárias e geralmente há a necessidade de sinergistas (ESCALONA et al., 1998).

## **2.3 Metabolismo secundário das plantas**

Os vegetais respondem a estímulos ambientais bastante variáveis, de natureza física, química ou biológica. Fatores tais como fertilidade e tipo do solo, umidade, radiação solar, vento, temperatura e poluição atmosférica, dentre outros, podem influenciar e alterar sua composição química. Além desses, há interações e adaptações coevolutivas complexas, que se produzem entre planta-planta, planta-animal e planta-microorganismos de um dado ecossistema. Como exemplo, tem-se a interação inseto-planta que depende da presença, no

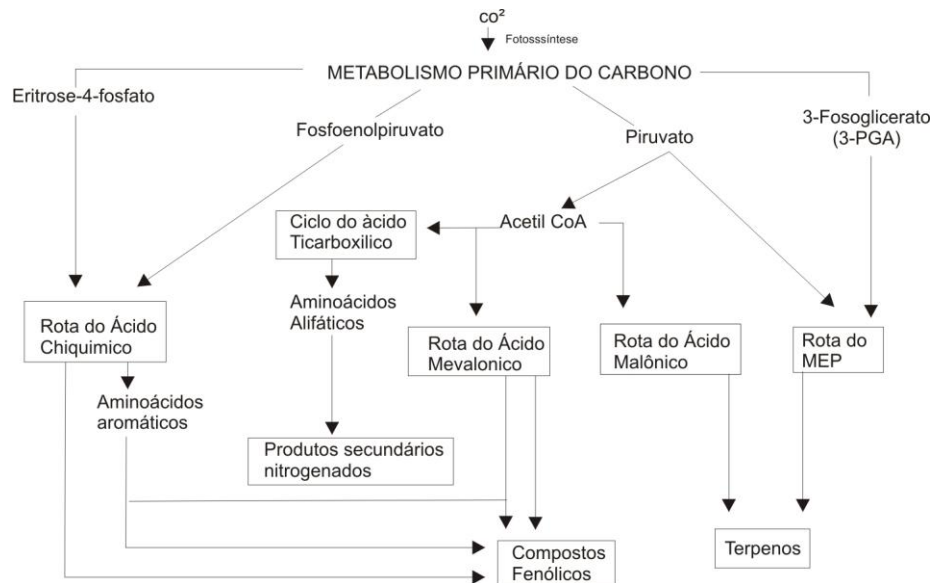
tempo certo e na quantidade apropriada, de determinados compostos voláteis, responsáveis por aromas característicos. Essas substâncias voláteis, difundidas com facilidade a partir da evaporação, constituem verdadeiro elo de comunicação entre a fonte produtora e o meio ambiente (ALVES, 2001). Em diversas situações de estresses bióticos e abióticos, novas rotas biossintéticas são iniciadas a partir de metabólitos primários, desencadeando a produção de substâncias químicas com grande variabilidade estrutural (ZHAO et al., 2005).

As plantas produzem uma grande variedade de compostos químicos, os quais são divididos em dois grupos, metabólitos primários e secundários. O metabolismo primário é considerado como uma série de processos envolvidos na manutenção fundamental da sobrevivência e do desenvolvimento (DIXON, 2001). Já os metabólitos secundários estão relacionados com compostos específicos produzidos pelas plantas, não sendo cruciais do ponto de vista da sobrevivência, mas sim de sua proteção e é específico a determinados grupos de plantas. Alguns só estão presentes em determinadas espécies e cumprem uma função ecológica específica, como por exemplo, atrair os insetos para transferir-lhes o pólen ou a animais para que estes possam consumir seus frutos e assim poder disseminar suas sementes (VERPOORTE et al., 1999).

Além de poderem ser agentes alelopáticos (responsáveis por favorecer a competição com outras plantas), também podem ser sintetizados em resposta a dano em algum tecido da planta, assim como proteção para a luz UV e outros agentes físicos agressivos. Os metabólitos secundários têm a característica de se acumularem em órgãos específicos ou em certas fases do desenvolvimento e representam menos de um por cento do total da massa seca (RIGOTTI, 2009).

Metabólitos secundários produzidos e libertados por plantas, bactérias e fungos estão envolvidos numa variedade de processos ecológicos, nomeadamente como semioquímicos e alelopatinos. Adicionalmente, e para além das suas possíveis funções ecológicas, muitos dos metabólitos secundários são fitotóxicos, constituindo uma fonte relativamente inexplorada de novos herbicidas (DIAS & DIAS, 2010).

Os metabólitos primários são os aminoácidos, nucleotídeos, os açúcares e os acil lipídeos que se inter-relacionam com os metabólitos secundários (Figura 1). Os principais grupos de metabólitos secundários são: terpenos, compostos nitrogenados e os compostos fenólicos (TAIZ & ZEIGER, 2004).



**FIGURA 1.** Principais rotas de biossíntese dos metabólitos secundários nas plantas e suas inter-relações com o metabolismo primário (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Elictores bióticos são compostos que induzem respostas de defesa em células vegetais contra infecções microbianas, em particular a produção de fitoalexinas. Fitoalexinas são compostos com atividade antibiótica, de baixo peso molecular, formados e acumulados em células vegetais em resposta às infecções por microrganismos. Elictores de natureza abiótica também têm sido observados. Em geral, a elicitação de uma cultura celular resulta na síntese de um novo composto que algumas vezes não é encontrado na planta intacta (MARASCHIN & VERPOORTE, 2005).

### 2.3.1 Terpenos

Os terpenos são constituídos de unidades pentacarbonadas derivadas do isopreno ( $C_5$ ). Tipicamente as estruturas contêm esqueletos representados por ( $C_5$ ) e são classificados como hemiterpenos ( $C_5$ ), monoterpenos ( $C_{10}$ ), sesquiterpenos ( $C_{15}$ ), diterpenos ( $C_{20}$ ), sesquiterpenos ( $C_{25}$ ), triterpenos ( $C_{30}$ ) e tetraterpenos ( $C_{40}$ ). Alguns têm ação no crescimento e desenvolvimento vegetal, mas a maioria deles está relacionado à defesa vegetal. Pode-se citar como terpenos as fitoecdisonas, que evitam o desenvolvimento de insetos; outros compostos são os limonoides, como é o caso da azadiractina; os óleos essenciais como do hortelã-pimenta e do limão, que conferem sabor amargo às frutas cítricas e os piretróides muito utilizados nos inseticidas comerciais (TAIZ & ZEIGER, 2004).

As Saponinas têm ação detergente e emulsificante. Acredita-se que tem a capacidade de desorganizar membranas celulares após entrar na corrente sanguínea (ação hemolítica) e tem a propriedade de complexação com esteróides, razão pela qual frequentemente apresentam ação antifúngica (SIMÕES et al., 2000).

Outro tipo de terpeno são os glicosídeos cardioativos que tem poder de acarretar disfunção celular, interferindo na regulação da bomba sódio-potássio, resultando na diminuição da frequência cardíaca e aumento na intensidade na força de contração do miocárdio, além de sintomas gastrointestinais como: náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia e anorexia. A overdose pode levar a paradas cardíacas e morte. Os insetos podem ser repelidos por esta substância devido a seu sabor amargo (VICKERY & VICKERY, 1981).

### **2.3.2 Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos presentes nas plantas possuem diferentes efeitos sobre os herbívoros. A ativação desses compostos ocorre por oxidação. Esses compostos são deterrentes de consumo foliar, inibidores da digestão e formadores de radicais livres. O efeito deterrente está relacionado à sensação adstringente, decorrente da capacidade dos compostos fenólicos em precipitar proteínas. A inibição da digestão pode ocorrer devido à formação de pontes de hidrogênio, ou ainda pela formação de ligações covalentes, com proteínas e enzimas digestivas. Entretanto, as condições alcalinas do trato digestivo ( $\text{pH} > 9$ ), também podem inibir a formação das pontes de hidrogênio, tornando esse efeito menos provável de ocorrer em insetos (APPEL, 1993). Radicais de hidroxila formados durante a oxidação dos compostos fenólicos possuem ação tóxica, pois são responsáveis pela ruptura da integridade da membrana e por distúrbios de metabolismo no epitélio intestinal. Em lagartas, as ligações covalentes do ácido clorogênico com proteínas monoméricas inibem a absorção de aminoácidos (FELTON et al., 1989; FELTON & DUFFEY, 1991).

São exemplos de compostos fenólicos o ácido caféico e ferúlico, que impedem a germinação e crescimento de plantas quando encontrados no solo; ácido salicílico que confere resistência sistêmica a patógenos vegetais; isoflavonóides que agem como fitoalexinas sintetizadas em resposta a infecções por fungos e bactérias; outros importantes compostos fenólicos são os taninos que inibem o ataque de herbívoros devido sua adstringência (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A lignina é um polímero de compostos fenólicos aromáticos que pode ser formado em resposta a ferimentos e ao ataque de patógenos. Há uma forte evidência de que a lignificação

é um importante mecanismo na resistência a doenças. Tem sido observado o aumento dos níveis da lignina em muitas espécies de plantas, a partir de infecções causadas por organismos patogênicos, tais como, fungos, bactérias, vírus e nematódeos (STICHER et al., 1997).

### **2.3.3 Compostos nitrogenados**

Os compostos nitrogenados podem apresentar ação tóxica ou deterrente. Os principais na defesa vegetal são: os glucosídeos cianogênicos (decompõem-se rapidamente quando a planta é lesada, liberando o ácido cianídrico (HCN). Sua presença inibe a alimentação de insetos e de outros herbívoros, tais como lesmas e caracóis); os alcalóides (devido à sua toxicidade geral e à capacidade de deterrência. Entre os alcalóides mais conhecidos tem-se: nicotina, atropina, cocaína, codeína, morfina e estricnina); glucosinolatos (liberam os compostos responsáveis pelo odor e pelo paladar característico de vegetais como repolho, brócolis e rabanete) e aminoácidos não-protéicos (exercem sua toxicidade de várias maneiras. Alguns bloqueiam a síntese ou a absorção de aminoácidos protéicos; outros podem ser erroneamente incorporados às proteínas levando à produção de enzima não-funcional) (YAMADA, 2004).

## **2.4 Elaboração de extratos vegetais com solventes orgânicos**

Os estudos fitoquímicos se iniciam pela pesquisa da espécie alvo, incluindo o levantamento em literatura científica, pesquisa etnobotânica e observação do uso popular, seguidos das etapas de isolamento, elucidação estrutural e identificação dos constituintes mais importantes do vegetal, os metabólitos secundários (TOLEDO et al., 2003)

Um fator importante é o que se refere às condições da planta como a idade, tipo de tecido a ser coletado, estágio de desenvolvimento, as circunstâncias ambientais e o tempo de colheita. O processamento deve ser imediato à colheita para que as substâncias não se percam (KOOY et al., 2009).

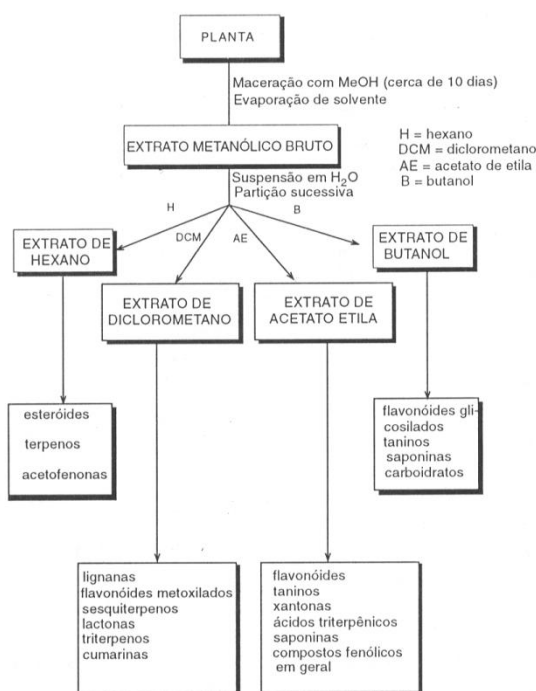
O passo seguinte para a obtenção de um extrato vegetal é a trituração ou maceração da planta, seguido da escolha do solvente mais adequado para isolar seus constituintes químicos.

Solventes orgânicos são substâncias obtidas a partir do refino do petróleo cru (constituído por hidrocarbonetos, enxofre, oxigênio, compostos nitrogenados e traços de metais). São produtos químicos líquidos à base de carbono, compostos de diversas estruturas químicas, utilizados para dissolver outras substâncias orgânicas (DIARMID & AGNEW,

1995). De um modo geral, são substâncias orgânicas de baixa toxicidade para o ser humano (ALI, 1995).

Cada solvente tem um perfil diferente de compostos que são extraídos e não existem solventes de extração universal. Por isso é importante a escolha certa do solvente (VERPOORTE et al., 2008).

Após a escolha do solvente, o material vegetal deve ser submetido a um processo de partição líquido-líquido, com solventes de polaridades crescentes, como hexano, diclorometano, acetato de etila e butanol, visando uma semi-purificação das substâncias através de suas polaridades (CECHINEL FILHO & YUNES, 1998). Pequenas diferenças na polaridade já condicionam a grandes diferenças nos metabólitos secundários extraídos (VERPOORTE et al, 2008). A figura 2 ilustra os procedimentos descritos e indica as prováveis classes de compostos separados (CECHINEL FILHO & YUNES, 1998).



**FIGURA 2.** Esquema geral de partição e separação provável dos principais metabólitos secundários presentes em plantas (CECHINEL FILHO & YUNES, 1998).

Para identificar os princípios ativos, os extratos semi-puros devem passar por ensaios biológicos e aquele que apresentar efeito de interesse, deverá ser submetido aos

procedimentos cromatográficos para o isolamento e a purificação dos compostos. E assim serão novamente avaliados (SAITO et al., 2006).

## 2.5 A família Piperaceae e o gênero *Piper*

*P. tuberculatum* Jacq., pertence a família Piperaceae, gênero *Piper* que estão descritas a seguir:

A família Piperaceae contém 12 gêneros e 1.400 espécies, sendo 700 pertencentes ao gênero *Piper* distribuídas em todas as regiões tropicais, com 170 espécies no Brasil (FACUNDO et al., 2008 a).

As plantas pertencentes a esta família são ervas eretas ou escandentes, subarbustos, arbustos ou pequenas árvores, terrestres ou epífitas. Folhas estipuladas, alternas, opostas ou verticiladas, sésseis ou pecioladas, inteiras, de consistência e formas das mais diversas, tricomas muito variados, geralmente dotadas de glândulas translúcidas. Flores aclamídeas, diminutas, monoclinas ou diclinas, protegidas por bracteólas pediceladas ou sésseis, sacadogaleadas ou peltadas, dispostas esparsas ou congestas em espigas, formando umbelas ou não, ou dispostas em racemos, axilares ou terminais, opostos ou não às folhas. Estames 2-6, livres ou adnatos às paredes do ovário; anteras rimosas, bitecas ou unitecas. Ovário súpero, séssil, geralmente imerso na raque, ou pedicelado, unilocular, uniovulado; óvulo basal, ortótropo; estilete presente ou ausente, 1-4 estigmas variáveis na forma. O fruto é uma drupa, séssil ou pedicelado. Endosperma escasso, apresentando perisperma e embrião mínimo (GUIMARÃES & GIORDANO, 2004).

As espécies de Piperaceae foram investigadas extensivamente como uma fonte de metabolitos secundários. Estudos químicos realizados nas espécies brasileiras revelaram a ocorrência dos pironas, lignoides e de chromenos além das várias amidas que mostraram que plantas desta família podem ser poderosas quanto à ação insecticida e fungicida. Os componentes temporários das partes aéreas de espécies de Piperaceae foram sujeitos a um número de investigações e são misturas variáveis com predominância dos monoterpenes e sesquiterpenes embora os diterpenes e os fenilpropanóides igualmente foram detectados (NAVICKIENE et al., 2006).

Luize et al. (2005), citam que dentre os metabólitos secundários estão os que conferem efeitos anti *Tripanossoma cruzi* e antileishmanial.

Cinco gêneros da família Piperaceae estão presentes no Brasil: *Ottonia* Spreng., *Piper* L., *Peperomia* Ruiz & Paiva, *Pothomorphe* Miq. e *Sarcorrhachis* Trel (GUIMARÃES & GIORDANO, 2004).

Araújo Júnior et al. (1996), relata que no gênero *Piper*, um dos maiores gêneros da família Piperaceae, as amidas compreendem o maior grupo de substâncias consideradas importantes pelos autores, sem descartar a presença de algumas aristolactamas, substâncias vastamente distribuídas entre a família Aristolochiaceae.

As espécies *P. aduncum*, *P. amalago*, *P. vicosanum*, *P. submarginalum*, *P. hispidum* e *Pothomorphe umbellata* foram analisadas para identificação dos óleos voláteis sendo que se atingiram valores superiores a 80% de identificação. Houve predominância de compostos de natureza sesquiterpênica nas composições químicas das espécies analisadas, com exceção de *P. hispidum*, *P. submarginalum* e *P. vicosanum* onde a predominância na composição foi de monoterpenos. Dentre os compostos majoritários, os mais frequentes, nas nove espécies estudadas, foram  $\beta$ -pineno (9/9) e espatulenol (9/9) seguidos por *E*-cariofileno (8/9), óxido de cariofileno (8/9),  $\alpha$ -pineno (7/9), germacreno D (7/9) e limoneno (6/9). As variações observadas na composição dos compostos terpênicos, presentes nos óleos voláteis das espécies de Piperaceae foram atribuídas a fatores edafo-climáticos (MESQUITA et al., 2005).

Experimentos visando determinar a atividade inseticida da piperina, cinamoil amida e tetraidropiperina, extraídas de frutos secos de *P. nigrum*, em adultos de *Lucilia cuprina* e *Musca domestica* foram realizados. Soluções das substâncias foram aplicadas topicamente na região torácica das moscas e a toxicidade foi determinada em 24 e 48 horas após o tratamento. A tetraidropiperina foi a única substância que demonstrou atividade inseticida em ambas as espécies. As DL<sub>50</sub> para *L. cuprina* e *M. domestica* foram 16,25 e 7,65  $\mu$ g/ mosca, respectivamente, em 24 horas após o tratamento. Foram observados resultados semelhantes 48 horas após o tratamento, sendo as DL<sub>50</sub> de 18,03 e 6,57  $\mu$ g/ mosca, respectivamente. Machos de *L. cuprina* foram mais resistentes à tetraidropiperina que fêmeas. Porém, fêmeas de *M. domestica* se mostraram mais resistentes ao inseticida que machos (BARBIERI JUNIOR et al., 2007).

Estudos realizados por Silva et al. (2007 b) com a espécie *P. aduncum* L. sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas, concluíram que, tanto o extrato aquoso, nas concentrações de 10, 20 e 30 mg. mL<sup>-1</sup>, de raízes como o de folhas de *P. aduncum*, apresentaram atividade inseticida sobre adultos de *Aetalion* sp. O extrato de folhas de *P. aduncum* apresentou menor toxicidade (CL<sub>50</sub> = 20,9 mg. mL<sup>-1</sup>) do que o extrato de raízes (CL<sub>50</sub> = 20,2 mg. mL<sup>-1</sup>), mas não foram estatisticamente distintos.



Os autores atribuem a mortalidade dos insetos à presença do fenilpropanóide dilapiol já encontrado nessa planta o qual possui atividade inseticida.

O extrato das folhas e raízes de *P. aduncum* também apresentaram atividade inseticida sobre *Aetalion* sp. (FACUNDO et al., 2008 a).

Óleos essenciais nas concentrações, em  $\mu\text{L}/\text{L}$  de *P. aduncum* (20,0; 36,0; 44,0; 52,0; 68,0; 84,0; 100,0) e *P. hispidinervum* (0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,6; 1,0) foram testados quanto à toxicidade sobre adultos de *Zabrotis subfasciatus* (Boh). Os valores de  $\text{CL}_{50}$  estimados para os óleos de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* foram de 101,35 e 0,62  $\mu\text{L}/\text{L}$ , respectivamente. *P. hispidinervum* foi 163,46 vezes mais tóxico, em relação a *P. aduncum*. (GUSMÃO et al., 2009). Tais resultados foram atribuídos ao óleo de *P. aduncum* por este ter como compostos majoritários dilapiol (73,97 %), safrol (3,92 %) e sarisan (2,84 %). Quanto a *P. hispidinervum*, a análise cromatográfica apontou o safrol como componente majoritário, com 94,72 % (ESTRELA et al., 2006 apud GUSMÃO et al., 2009).

Fazolin et al. (2005), avaliaram o efeito da aplicação de contato tópica, do óleo essencial de *P. aduncum*, e da ação por contato com superfície contaminada (papel-filtro) de diferentes concentrações do óleo, por meio da mortalidade e consumo foliar de *Cerotoma tingomarianus*. Foi verificado que a toxicidade do óleo de *P. aduncum* para o inseto foi alta, considerada a  $\text{CL}_{50} = 0,06 \text{ mL de óleo}/\text{cm}^2$  e  $\text{DL}_{50} = 0,002 \text{ mL de óleo}/\text{mg de } C. \text{tingomarianus}$ . A mortalidade alcançou praticamente 100% nas concentrações de 1% do óleo na avaliação por contato (papel-filtro) e de 5 % a 30 % nas concentrações aplicadas topicamente. Os resultados também apontaram para a redução significativa do consumo foliar dos insetos nas concentrações de 2,5 % e 5 %, além da redução do  $\text{TL}_{50}$  em função do aumento das concentrações. O óleo de *P. aduncum* apresentou neste experimento efeito inseticida para *C. tingomarianus* na concentração de 0,04 % por contato, provocando ainda distúrbios fisiológicos pela ação da aplicação tópica em concentrações superiores a 2,5 %.

Lignóides encontrados na espécie *Piper solmsianum*, foram estudados quanto ao seu esqueleto químico e foi verificado que apresentam atividades de inibição do crescimento e desenvolvimento de *Chrysomya megacephala* (mosca varejeira), assim como a toxicidade e a atividade que afeta o apetite dos insetos. A lignana grandisina, principal metabólito secundário das folhas de *P. solmsianum*, com o tipo 8.8 de esqueleto químico apresentou inibição do crescimento reduzindo a viabilidade de ovos, larvas e adultos, alterou o desenvolvimento pós-embrionário em todas as fases do ciclo de vida e mostrou efeito ovicida e larvicida sobre estes insetos. Esta substância causou redução no peso larval e redução do tamanho das moscas adultas (CABRAL et al., 2007).

Lima et al. (2009) estudando a atividade inseticida de *P. hispidinervum* sobre *S. frugiperda* constataram que esta planta causa redução alimentar e mortalidade, sendo o safrol (82 %) seu constituinte majoritário. Verificaram mortalidade no teste de ingestão em lagartas de 1° ínstar com  $CL_{50} = 16,2$  mg/ mL e para lagartas de 3° ínstar a  $CL_{50} = 9,4$  mg/ mL com redução alimentar  $CL_{50} = 0,72$  mg/ mL; e de toxicidade aguda no teste de contato tóxico com  $DL_{50} = 277,91$  µg/ lagarta, após o intervalo de tempo de 96 horas, sendo também observados sintomas de neurotoxicidade, como o efeito *knock-down*.

O exemplar de *P. callosum* estudado por Andrade et al. (2007), apresentou alto teor de safrol (78 %) nas folhas e galhos finos. Os mesmo autores relatam que as duas maiores aplicações para o safrol natural é a sua conversão química em piperonal e butóxido de piperonila. Estudaram ainda neste experimento a toxicidade de extratos de *P. callosum* através do bioensaio com *Artemia salina* (larvas de camarão), sendo que um valor de  $CL_{50}$  abaixo de 1000 µg. mL-L é considerado como bioativo. O óleo essencial apresentou  $CL_{50} < 1000$  µg. mL-L, podendo então ser considerado tóxico.

Extratos de *Azadirachta indica*, *Piper nigrum*, *Camellia sinensis*, *Anthemis nobilis* e *Croton tiglium* foram avaliados em ensaio de toxicidade a *Callosobruchus maculatus* nos tempos de exposição de 5, 10, 15, 20 e 25 min. *A. indica* e *P. nigrum* foram os mais eficientes e embora não tenham diferido, entre si, evidenciaram que *P. nigrum* se sobressaiu aos demais extratos, pois sua ação foi de total eficiência (100 %) a partir dos 10 min de exposição. A principal causa das altas mortalidades de *C. maculatus* com extrato de *P. nigrum* é a “piperina”, principal componente dessa planta. Os frutos desta piperácea têm ação tóxica comprovada sobre muitas espécies de insetos praga de sementes e grãos armazenados (ALMEIDA et al., 2004).

Atividade larvicida contra o *Aedes aegypti*, foi evidenciada no óleo essencial de quatro espécies de *Piper* da região Amazônica, *P. gaudichaudianum*, *P. permucronatum*, *P. humaytanum* e *P. hostmanianum* (MORAES et al., 2007 apud FACUNDO et al., 2008b).

## **2.6. *Piper tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum***

Plantamed (2009) lista uma série de espécies do gênero *Piper* e dentre elas as variedades de *P. tuberculatum*:

*P. tuberculatum* Jacq., 1792;

*P. tuberculatum* var. *alleni* Trel., 1940;

*P. tuberculatum* var. *cangrejense* Trel., 1940;

- P. tuberculatum* var. *majus* C. DC., 1869;  
*P. tuberculatum* var. *minus* C. DC., 1869;  
*P. tuberculatum* var. *obtusifolium* C. DC., 1894;  
*P. tuberculatum* var. *rigido-membranaceum* C. DC., 1869;  
*P. tuberculatum* var. *scandens* Trel. & Yunck., 1950;  
*P. tuberculatum* var. *tuberculatum*.

A pimenta-de-macaco (*P. tuberculatum*) é distribuída no Continente Americano e Antilhas. No Brasil é encontrada nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro e Mato Grosso. Cresce em altitudes aproximadas a 550 m, em encosta úmida, em capoeiras e em locais brejosos (GUIMARÃES & GIORDANO, 2004).

No Ceará é conhecida como pimenta-de-macaco ou pimenta-longa, considerada planta medicinal com atividade analgésica, sedativa e também como antiofídica (LANZNASTER et al., 2007).

São arbustos com 2,0 a 2,5 m de altura; ramos pubérulos. Folhas com bainha alada; pecíolo 0,5 a 1,0 cm de comprimento; pubérulo; lâmina oblongo-elíptica ou ovado-elíptica, 8,0 a 12,5 x 4,0 a 6,0 cm, base assimétrica, ápice agudo, papiráceo-membranácea, brilhante (Figura 3), glabra na face adaxial, pubérula nas nervuras na face abaxial; nervuras ascendentes em número de 8 a 10 pares, penínervas, dispostas até o ápice da lâmina. Espigas eretas, com 4,0 a 7,0 cm de comprimento (Figura 4); pedúnculo com 1,0 a 1,5 cm comprimento; bractéolas triangular-subpeltadas, marginalmente franjadas. Estames 4. Drupa tetragonal, ovada ou subobovada, lateralmente comprimida, glabra, 3 estigmas sésseis (GUIMARÃES & GIORDANO, 2004).



**FIGURA 3.** *Piper tuberculatum*



**FIGURA 4.** Fruto de *Piper tuberculatum*

A relação dos constituintes químicos dos óleos essenciais extraídos dos talos finos e frutos de *P. tuberculatum*, suas quantidades relativas e respectivos índices de retenção (IR) estão representados na Tabela 1 (FACUNDO et al., 2008 b).

**TABELA 1.** Composição química (%) dos talos finos e frutos de *Piper tuberculatum*.

<i>P. tuberculatum</i>			
Componentes	(IR)	Talos finos	Frutos
$\alpha$ -pineno	930	4,4	4,9
canfeno	949	-	0,5
verbeneno	961	0,1	0,2
sabineno	969	3,3	4,7
$\beta$ -pineno	975	0,1	0,1
$\alpha$ -felandreno	1003	-	-
$p$ -cimeno	1025	-	-
limoneno	1028	2,6	3,6
canfonelal	1123	1,5	0,6
<i>trans</i> -pinocarveol	1140	1,7	0,9
pinocarvona	1158	0,2	0,2
mirtenal	1190	0,5	1,7
mirtenol	1194	0,2	1,3
verbenona	1200	0,6	0,5
carvona	1250	-	0,2
<b>Monoterpenos</b>		<b>15,2</b>	<b>19,4</b>
$\alpha$ -cubebeno	1354	0,5	0,6
$\alpha$ -copaeno	1380	2,1	4,4
$\beta$ -borboneno	1388	0,7	2,8
$\beta$ -elemeno	1395	6,0	10,0
( <i>E</i> )-cariofileno	1415	17,7	12,3
$\gamma$ -elemeno	1430	0,5	-
aromadendreno	1437	0,3	0,1
$\alpha$ -humuleno	1450	1,3	0,3
<i>allo</i> -aromadendreno	1457	-	1,1
germacreno-D	1483	-	0,3
$\beta$ -selineno	1490	0,7	-
$\alpha$ -muuroleno	1503	0,6	0,7
$\beta$ -bisaboleno	1513	1,5	0,9
<i>cis</i> -calameneno	1523	0,5	-
$\delta$ -cadineno	1530	-	1,7
elemicina	1557	-	-
<i>trans</i> -nerolidol	1567	4,3	3,9
spatchulenol	1580	-	5,3
óxido de cariofileno	1584	32,1	26,6
óxido de humuleno	1610	3,9	-
dilapiol	1621	-	-
$\alpha$ -muurolol	1644	4,8	-
apiol	1678	-	-
<b>Sesquiterpenos</b>	-	<b>77,5</b>	<b>71,0</b>
<b>Fenilpropanóides</b>	-	-	-
<b>Total</b>	-	<b>92,7</b>	<b>90,4</b>

Facundo et al. (2008 b).

Foram identificados 92,7 % dos constituintes químicos detectados no óleo essencial dos talos finos de *P. tuberculatum*, dos quais 15,2% são monoterpenos e 77,5 % são sesquiterpenos. Os constituintes majoritários foram o óxido de cariofileno 32,1 % e o (*E*)-cariofileno 17,7 %. Do óleo essencial dos frutos foram identificados 90,4 % dos constituintes, sendo 19,4 % de monoterpenos e 71,0 % de sesquiterpenos e os constituintes majoritários foram (*E*)-cariofileno com 12,3 % e o óxido de cariofileno 26,6 %. Do extrato etanólico dos frutos de *P. tuberculatum* foram obtidos e identificados dois esteróides, o  $\beta$ -sitosterol e o stigmasterol, em mistura, duas amidas, a piplartina e a dihidropiplartina, e um derivado do ácido cinâmico, o ácido 3,4,5-trimetoxi-dihidrocinâmico (FACUNDO et al., 2008 b).

Estudos fitoquímicos com folhas, sementes, talos e raízes de *P. tuberculatum* realizados nos estados do Amazonas, Ceará, Paraíba e São Paulo, revelaram a presença de 15 amidas (piplartina, dihidropiplartina, piplartina-dimerica A, pelitorina, piperlonguminina, dihidropiperlonguminina, piperina, dihidropiperina, piperina S, piperdardina, piperidina-2E,4E-decadienamida, piperetina, N-(12,13,14-trimetoxidihidrocinnamoil)-delta(3)-piperidin-2-ona, cis-piplartina, fagaramida), uma aristolactama (cefaranona B), e três derivados do ácido cinâmico (ácido 3,4,5-trimetoxicinâmico, 6,7,8-trimetoxidihidrocinnamato de metila e trans-6,7,8-trimetoxicinamato de metila) (BRAZ-FILHO et al., 1981; ARAÚJO-JÚNIOR et al., 1996; ARAÚJO-JÚNIOR et al., 1999; NAVICKIENE et al., 2000; CUNHA & CHAVES, 2001; SILVA et al., 2002; CHAVES et al., 2003; MIRANDA et al., 2003 apud FACUNDO et al., 2008 b).

A piperina e a piplartina apresentam efeito antichagásico, quando extraídas em etanol (SILVA et al., 2007 a) sendo que a piplartina também apresenta efeito antinoceptivo em camundongos (LANZMASTER et al., 2007) e atividade antiglicemiante que foi identificada por Paynter & Davidson (1995), quando estudaram o extrato metanólico das folhas.

Além de serem muito citados por suas diversas utilidades na farmácia as espécies de *Piper* também possuem efeito tóxico a insetos.

Estudo objetivando avaliar o potencial inseticida do extrato de *P. tuberculatum* sobre o curuquerê-do-algodoeiro, *Alabama argillacea* foi realizado por Miranda et al. (2002). Foram feitas aplicações tópicas do extrato de *P. tuberculatum* no tórax de lagartas de terceiro ínstar, usando-se microaplicador com seringa calibrada para a liberação de 2 mL de solução. Tendo sido avaliada a mortalidade larval em 24, 48 e 72 horas após a aplicação. Os resultados demonstraram que em 72 horas após a aplicação a DL<sub>50</sub> correspondente foi 219 mg de extrato por inseto e confirmaram o potencial inseticida do extrato sobre o curuquerê-do-algodoeiro (MIRANDA et al., 2002).

No Estado do Amazonas uma pesquisa estudou atividade inseticida de 56 espécies de direfentes famílias distribuídas na região. Delas 28 famílias, tais como: Anacardiaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Clusiaceae, Bignoniadeae e Piperaceae. De Piperaceae 10 espécies do gênero *Piper* foram analisadas quanto sua toxicidade. Das espécies foram preparados extratos aquosos, etanólicos e metanólicos e testados sobre larvas de *A. aegypti*. Os extratos metanólicos das folhas, frutos e talos de *P. tuberculatum* foram altamente letais a espécie estudada, matando 100% das larvas de *A. aegypti* e teve sua atividade estatisticamente igual a apenas sete outras das espécies avaliadas. A toxicidade foi atribuída pelos autores a presença do dilapiol (POHLIT et al., 2004).

Navickiene et al. (2007) afirmaram que a toxicidade de *P. tuberculatum* é devida a presença da amida isobutílica 4,5-diidropiperlonguminina. Estes autores desenvolveram estudos da atividade inseticida dessa amida 4,5-diidropiperlonguminina em *Diatraea saccharalis*. Foram usadas sementes de *P. tuberculatum*, e delas as substâncias foram extraídas (2x) em diclorometano: metanol (2:1). O extrato bruto foi submetido a cromatografia em coluna (CC) de sílica gel utilizando-se hexano: acetato de etila em gradiente de polaridade, fornecendo a fração 13, que, após lavagem em triclorometano, levou ao isolamento da amida. A análise realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) dos extratos obtidos das diversas partes da planta (sementes, folhas e caules) e também das plântulas cultivadas *in vitro* (folhas, caules e raízes) permitiu constatar que a amida estava presente em todos os tecidos, tanto nas cultivadas *in vivo* quanto nas *in vitro*. A amida foi avaliada em diferentes concentrações nos insetos. Foram aplicadas gotas de 1 mL de solução por larva, nas concentrações 0,0; 0,02 mg; 0,04 mg; 0,06 mg; 0,08 mg; 0,10 mg e 0,12 mg do ingrediente ativo por mL do solvente (metanol). O valor de DL<sub>50</sub> ficou entre as doses maiores que 0,08 mg e menores que 0,10 mg i. a./ inseto. Concluíram neste trabalho que a substância apresenta grande potencial inseticida.

A atividade inseticida das piperamidas isoladas de *P. tuberculatum* foi estudada também em bioensaio como o mosquito *Aedes atropalpus* L. e foi comprovada a toxicidade ao inseto (SCOTT et al., 2002).

O extrato etanólico, diluído em água e Tween, de *P. tuberculatum* foi avaliado por Sallet et al. (2008) e foi verificado elevado efeito tóxico em adultos de *Acanthoscelides obtectus* causando mortalidade de 100 % dos insetos que tiveram contato com papel contaminado pela solução. A planta teve seu efeito comparado a *Momordica charantia*, *Solanum rugosus* e *Syzgium malaccensis*, sendo que neste experimento foi a mais tóxica a *A. obtectus*.

Em outro ensaio, extratos dos frutos fresco e desidratados de *P. tuberculatum* foram testados quanto à toxicidade sobre *S. frugiperda*. O bioensaio foi realizado utilizando diferentes concentrações dos extratos aquosos (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 %) que foram oferecidas as lagartas na forma de folhas previamente tratadas. Os dois extratos apresentaram toxicidades similares e provocaram elevados percentuais de mortalidade em todas as concentrações, reduziram o consumo, nas concentrações a partir de 30 % e prolongaram o período larval dos insetos, nas concentrações a partir de 20 % (CASTRO et al., 2008).

A pimenta-de-macaco por ser uma planta adaptada as condições brasileiras e por ter abundante produção de folhas e frutos possibilita seu estudo nos diversos seguimentos da ciência. Assim, pode ser fonte de renda alternativa para produtores rurais se requerida sua demanda pela indústria.

## **2.7 *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**

### **2.7.1 Biologia de *S. frugiperda***

A lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) também conhecida como lagarta-militar é uma das principais pragas da cultura do milho. Tem uma grande oferta de hospedeiros em virtude da sucessão de culturas, como soja e milho, ou com plantios escalonados de diferentes culturas em áreas próximas com fenologia diferente como é o caso da soja, milho e algodão que são cultivados no verão, além de plantas de cobertura na entressafra, como o milheto (BARROS & TORRES, 2009).

As mariposas desta espécie medem cerca de 35 mm de envergadura, possuem as asas anteriores pardo-escuras e as posteriores branco-acinzentadas. As lagartas têm sua coloração variada de acordo com a idade e vão de cinza-escuro a marrom. Apresentam uma faixa dorsal com pontos pretos na base das cerdas. Possuem a cápsula cefálica com a sutura adfrontal não alcançando o vértice da cabeça. Chegam a medir 50 mm. Findo o período larval, o inseto entra no solo para se transformar em pupa. As pupas têm coloração avermelhada e medem cerca de 15 mm (GALLO et al., 2002).

As mariposas põem de 1.500 a 2.000 ovos e após três dias as lagartas eclodem. A duração do período larval é de 12 a 30 dias e das pupas de 8 a 25 dias dependendo das condições climáticas. (GALLO et al., 2002).

### **2.7.2 Criação de *S. frugiperda* em laboratório**

A criação de insetos faz parte da história do homem e se iniciou com a criação de abelhas e bichos-da-seda. Hoje a manutenção de colônias de insetos em laboratório é



imprescindível às modernas estratégias de manejo de pragas quando são exigidos suprimentos contínuos de insetos (PARRA, 1998).

Basicamente são três os tipos de criação de insetos: criação massal, onde são envolvidas produções diárias de milhares de insetos; criação comercial geralmente na produção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológicos; e a produção em pequena escala. Neste tipo de criação apenas uma pessoa é suficiente para conduzir o trabalho e são chamadas de criações de pesquisa (PARRA, 2002).

Para isto foram elaboradas as dietas artificiais usadas nas fases larvais. Uma dieta corretamente formulada possui propriedades físicas e contém produtos químicos que estimulam e mantêm a alimentação, nutrientes em proporções balanceadas para produzir ótimo crescimento e desenvolvimento e deve ser livre de contaminantes (PARRA, 1998). Os anticontaminantes mais usados são: ácido acético, formaldeído, metilparaidroxibenzoato de sódio (nipagin), hipoclorito de sódio, benzoato de sódio, sorbato de potássio e antibióticos como estreptomicina, penicilina e acromicina. A autoclavagem e a radiação ultravioleta também podem ser usadas como anticontaminantes, bem como ajustes do pH para evitar contaminação por bactérias (ALVES & MOINO, 1998).

Para a criação de *S. frugiperda* em laboratório além de condições ótimas de temperatura, umidade e fotofase, deve-se observar a escolha da dieta para a fase larval. A dieta artificial de Bowling (1967) é uma alternativa prática e econômica para este fim, pois evita a necessidade de um cultivo para alimentação dos insetos, além de ser econômica, economizar tempo nos experimentos, ter todos os nutrientes essenciais à sobrevivência, ter boa resistência a microorganismos, por conter em sua fórmula conservantes e diminuir a mão-de-obra.

A criação de insetos com uso desta dieta permite a obtenção de organismos teste, em grandes quantidades, para realização de experimentos em regiões e épocas onde não há insetos disponíveis no campo, por força dos fatores climáticos (WEBBER et al., 2009).

Larvas criadas em dieta artificial de Bowling (1967) em temperatura de  $27 \pm 2$  °C, UR  $60 \pm 10$  e fotofase de 12 horas, têm em média: viabilidade de 74 % e duração larval de 24 dias; enquanto que as pupas tem em média: viabilidade de 89,2 %, duração de 7,4 dias e peso de 208,9 mg (SANTIAGO et al., 2008).

De acordo com Ferraz (1982), a melhor temperatura para o desenvolvimento e atividade de *S. frugiperda* está entre 15 °C e 38 °C, sendo que nas temperaturas mais elevadas a velocidade de desenvolvimento é maior, mas normalmente provoca redução da população. A mesma autora recomenda a temperatura de 25 °C para o desenvolvimento de *S. frugiperda*.

O ciclo total do inseto criado em folhas de algodão e milho, respectivamente, é de 43,36 e 38,14 dias, nas condições: temperatura de  $25 \pm 2$  °C, UR  $60 \pm 10$  e fotofase de 14 horas (VELOSO et al., 1983).

Devido ao canibalismo (GALLO et al., 2002) as lagartas em criação laboratorial devem ser mantidas em recipiente individual como tubos de ensaio (no caso da dieta artificial), copos ou placas de petri, tampados, respectivamente, com algodão ou filme PVC com pequenos orifícios para que ocorram as trocas gasosas. As fases de pupa dos insetos podem ser mantidas em tubos de ensaio também tampados com algodão.

Alguns autores têm utilizado como métodos de criação de mariposas de *S. frugiperda*, como Castro et al. (2008) e Webber et al. (2009), tubos de PVC (10 cm de diâmetro e 20 cm de altura) ou garrafas pet, revestidos com papel para receber as posturas, tampados com placa de petri ou tecido fixado com elástico. O alimento fornecido pode ser uma solução de mel a 10 %.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR MENEZES, E. L. M. **Inseticidas Botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica/RJ. 2005. 58 p. (EMBRAPA AGROBIOLOGIA, Documentos 205).

ALI, A. S. Dermatoses Ocupacionais. In: MENDES, R. ed. **Patologia do Trabalho**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1995. p.139-72.

ALMEIDA, S. A.; ALMEIDA, FRANCISCO, A. C.; SANTOS, N. R.; ARAÚJO, M. E. R.; RODRIGUES, J. P. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 67-70, jan-mar, 2004.

ALVES, H. M. A diversidade química das plantas como fonte de fitofármacos. Cadernos Temáticos de **Química Nova na Escola**. n. 3, mai. 2001.

ALVES, S. B.; MOINO JR, A.(Ed.). Manutenção de insetos livres de patógenos, p. 799-814. In. ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba/ SP. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 1998. v. 4.

ANDRADE, E. H. A.; GUIMARÃES, E. F.; SILVA, J. K. R.; MAIA, J. G. S.; BASTOS, C. N. Composição química do óleo essencial de *Piper callosum* e sua toxicidade. In: 47º ABQ-RN. Recursos não renováveis. Produtos Naturais. **Anais...** Natal. Rio grande do norte. Set. 2007. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/7/7-560-693.htm>. Acesso em 15 de jan. 2010.

APPEL, H.M. Phenolics in ecological interactions: the importance of oxidation. **Journal of Chemical Ecology**, v.19, p.1521-1551, 1993.

ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; CHAVES, M. C. O.; MEDEIROS, I. A. Elucidação Estrutural dos Constituintes Químicos Isolados de *Piper tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum* e avaliação sobre o sistema cardiovascular de uma mistura contendo duas alcaloides: piperina e piperdardina. Produtos naturais e sintéticos bioativos. **Dissertação de Mestrado** em 1996. Disponível em: [http://www.biblioteca.ufpb.br/catalogo\\_96\\_2000/campus1/prod96.htm](http://www.biblioteca.ufpb.br/catalogo_96_2000/campus1/prod96.htm). Acesso em 12/2009.

ARAÚJO-JÚNIOR, J.X., CHAVES, M.C.O., CUNHA, E.V.L., GRAY, A.I. Cepharanone B from *Piper tuberculatum*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 27, p. 325-327. 1999.

BARBIERI JUNIOR, E.; BARRETO JUNIOR C.; RIBEIRO, R. C.; OLIVEIRA, V. H. S.; LIMA, M. E. F.; GONZALO, M. B. Efeito inseticida de amidas naturais de *Piper* e do derivado sintético tetraidropiperina sobre *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae) e *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 16, n. 2, p. 87-91, 2007.

BARROS, M. B. & TORRES, J.B. História de vida de *spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro, milho, milheto e soja. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Página 433. Congresso brasileiro do algodão, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 433-440.

BOARETTO, M. A. C.; BRANDÃO, A. L. S. **Manejo Integrado de Pragas**. Universidade do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, BA, 2000. Disponível em: <[www.uesb.br/entomologia/manejo.html](http://www.uesb.br/entomologia/manejo.html)>. Acesso em: 17 de març de 2010.

BOWLING, C. C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on common artificial diet. **Annals of the Entomological Societ of America**. College Park, v. 60, n. 6, p. 1215-6, 1967.

BRAZ-FILHO, R., SOUZA, M.P., MATTOS, M.E.O. Piplartine-dimer A, a new alkaloid from *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 20, n.2, p. 345-6, 1981.

BRECHELT, A. **O Manejo ecológico de pragas e doenças: rede de ação em praguicidas e suas alternativas para a América Latina (RAP-AL)**. Santiago do Chile/Chile. 2004. 33 p.

CABRAL, M. M. O.; NOGUEIRA, C. D. R.; KATO, M. J.; MELLO, R. P. Lignana isolada de *Piper solmsianum* c.d.c. indica uma ferramenta (esqueleto químico *versus* bioatividade) no estudo de *Chrysomya megacephala* (mosca varejeira). In: 59º REUNIÃO ANUAL DA SBPC. 59, 2007. **Anais...** Belém, PA. 2007. Disponível em: <<http://www.servicos.sbpcnet.org.br/sbpc/59ra/senior/livroeletronico/resumos/R4654-1.html>>.

CASTO, M. J. P. **Potencial inseticida de extratos de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre a fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2007.

CASTRO, M. J. P.; SILVA, P. H. S.; PÁDUA, L. E. M. Atividade de extrato de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista Ciência Agrônômica**. v. 39, n. 3, p. 437-442, jul-set, 2008.

CECHINEL FILHO, V. & YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v. 21, n. 1, 1998.

CHAVES, M.C.O., JÚNIOR, A.G.F., SANTO, B.V.O. Amides from *Piper tuberculatum* fruits. **Fitoterapia**, v. 74, p.181–183, 2003

CUNHA, E.V.L., CHAVES, M.C.O. Two amides from *Piper tuberculatum* fruits. **Fitoterapia**, v. 72, p. 197-199, 2001.

DIARMID, M. A; AGNEW, J. Efeitos do trabalho sobre a reprodução. In: MENDES, R. ed. **Patologia do Trabalho**. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, p.389-427, 1995

DIAS, L. S.; DIAS, A. S. **Metabólitos secundários como fontes de bioherbicidas**: situação actual e perspectivas. Disponível em: <<http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=49350588>>. Acesso em: 12 fev. de 2010.

DIXON, R. A. Natural products and plant disease resistance. **Nature**, v. 411, p. 843–847, 2001.

DUH, C. Y & WU, Y. C. Cytotoxic pyridine alkaloids from the leaves of *Piper arborescens*. **Journal of Natural Products**, v. 53, n. 6) p. 1575-1577, 1990.

DUARTE. Uma breve história do ópio e dos opióides. Artigo especial. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. v. 55, n. 1, p. 135-146, jan. – fev. 2005.

ESCALONA, M. H.; FIALLO, V. R. F.; HERNÁNDEZ, M. M. A.; PACHECO, R. A. AJA, E. T. P. **Plaguicidas naturales de origen botânico**. 2. ed. Habana: INIFAT, 1998.

FACUNDO, V. A.; MORAIS, S. M.; BRAZ FILHO, R. Flavonóides de *Piper callosum* da Amazônia.2008 a. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/ranteriores/23/resumos/0765-2/index.html>. Acesso em 23 de mar. de 2010.

FACUNDO, V. A.; POLLI, A. R.; RODRIGUES, R. V.; MILITÃO, J. S. L. T.; STABELLI, R. G.; CARDOSO, C. T.. Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum*. **Acta Amazônica**. v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008 b.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; LIMA, M. S. L.; ALÉCIO, M. R. Toxicidade do Óleo de *Piper aduncum* L. a Adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology** v. 34, n. 3, p. 485-489, may-june 2005.

FELTON, G.W.; DONATO, K.; DEL VECCHIO, R.J.; DUFFEY, S.S. Activation of plant foliar oxidases by insect feeding reduces nutritive quality of foliage for noctuid herbivores. **Journal of Chemical Ecology**, v.12, p.2667-2694, 1989.

FELTON, G.W.; DUFFEY, S.S. Enzimatic antinutritive defenses of the tomato plant against insects. In: HEDIN, P. (Ed.) **Naturally occurring pest bioregulators**. Washington: American Chemical Society, 1991. p.166-197, (Series, 449).

FERRAZ, M. C. V. D. **Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em culturas de milho**. 1982. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. DE; PARRA, J. R. P.; BERTI FILHO, E.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMINI, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. São Paulo: FEALQ, 2002.

GILARDON, E., POCOVI, M., HERNÁNDEZ, C., OLSEN, A. Role of tomato leaf glandular trichomes on oviposition of *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, mar. de 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100204X2001000300025&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2001000300025&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 24 de set, de 2009.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, p. 653, 2005.

GÜEMEZ-SANDOVAL, E. Sección de historia. El papiro Ebers y la oftalmología. **Revista Mexicana de oftalmología**; v. 83, n. 2, p. 123-125, mar-abr. de 2009.

GUIMARÃES, E. F.; GIORDANO, L. C.. S. Piperaceae do Nordeste Brasileiro I: estado do Ceará. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 84, p. 21-46, 2004.

GUSMÃO, N. M. S.; SANTANA, M. F.; CORREIA, A. A.; OLIVEIRA, J. V. Efeito fumigante de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE). IX

JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE.v. 9, 2009, Recife.

**Anais...** Recife/PE, 2009. Disponível em:

<<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0070-2.pdf>>. Acesso em: 22 de mar. de 2010.

KATO, M. J., GUIMARÃES, E. F., REIGADA, J. B., RAMOS, C. S., CASANOVA, D. C. C., MALQUICHAGUA, K. S., MARQUES, J. V., SILVA, A. M., NAVICKIENE, H. D., SOARES, M. G., LAGO, J. H. G., CAVALHEIRO, A. J., BOLZANI, V. S., YOUNG, M. C. M., LOPES, N. P., ALBUQUERQUE, S., PUPO, M. T., CARVALHO, I., BORTOLI, S. A., MURATA, A. T., KAWANO, A. T., TEIXEIRA, E., MIRANDA, J. E., FURLAN, M. Evolução metabólica em espécies de Piperaceae. XXVI REUNIÃO ANUAL SOBRE EVOLUÇÃO, SISTEMÁTICA E ECOLOGIA MICROMOLECULARES. Instituto de Química. **Anais...** Local: Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 2004.

KATHRINA, G. A. & ANTONIO, L. O. J. Controle biológico de insetos mediante extratos botânicos. In: CARBALL, M.; GUAHARAY, F. (ed). **Control biológico de plagas agrícolas**. Managua: CATIE, 2004, p. 137-160. (Série Técnica. Manual Técnico/ CATIE, 53).

KOOY, F. V. D.; MALTESE, F.; CHOI, Y. H.; KIM, H. K.; VERPOORTE, R. Quality control of herbal material and phytopharmaceuticals with MS and NMR based metabolic fingerprinting. **Planta med** v. 75, p.763-775, 2009.

LANZMASTER, D.; GADOTTI, V.M.; RODRIGUES, R.V.; FACUNDO, V.A.; SANTOS, A.R.S. Atividade antinociceptiva preliminar dos triterpenos extraídos da *Piper tuberculatum* Jacq. em camundongos. In: 6ª SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. 6., 2007, Santa Catarina. **Anais...** Disponível em: <[http://www.sepex.ufsc.br/anais\\_6/trabalhos/1123.html](http://www.sepex.ufsc.br/anais_6/trabalhos/1123.html)>. Acesso em 15 de jan. de 2010.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; MELO, B. A.; RODRIGUES, V. G.; GUIMARÃES, P. L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Amazonica**. v. 39, n.2, p. 377 – 382, 2009.

LOPES, D. F. A homeopatia através dos séculos. **Cães e gatos**. clínica médica. 42. ed. 126, 2009.

LOVATTO, P. B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanacea sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Revista Ciência Rural**, v. 34, p. 971-978, 2004.

LUIZE, P. S.; TIUMAN, T. S.; MORELLO, L. G.; MAZA, P. K.; UEDA NAKAMURA, T.; DIAS FILHO, B. P.; CORTEZ, D. A. G; MELLO, J. C. P.; NAKAMURA, C. V.. Effects of medicinal plant extracts on growth of *Leishmania (L.) amazonensis* and *Trypanosoma cruzi*. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 41, n. 1, jan.-mar., 2005.

MARASCHIN, M.; VERPOORTE, R. Engenharia do metabolismo secundário: otimização da produção de metabólitos secundários em culturas de células vegetais. **Biotecnologia Ciência & desenvolvimento**. p. 24-28, 2005.

MESQUITA, J. M. O.; CAVALEIRO, C.; CUNHA, A.P.; LOMBARDI, J.A.; Oliveira, A.B. Estudo comparativo dos óleos voláteis de algumas espécies de Piperaceae. **Revista Brasileira Farmacognosia**. Braz J. Pharmacogn. v. 15, n. 1, jan.- mar. 2005.

MIRANDA, J. E.; OLIVEIRA, J. E. M.; ROCHA, K. C. G.; BORTOLI, S. A.; NAVICKIENE, H. M. D.; KATO, M. J.; FURLAN, M. Potencial inseticida do extrato de *Piper tuberculatum* (piperaceae) sobre *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira Oleos Fibros**. Campina Grande, v.6, n.2, p.557-563, maio-ago. 2002.

MIRANDA, J.E., NAVICKIENE, H.M.D., COUTO, R.H.N., BORTOLI, S.A., KATO, M.J., BOLZANI, V.S., FURLAN, M. Susceptibility of *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) to pellitorine, an amide isolated from *Piper tuberculatum* (Piperaceae). **Apidologie**, v. 34, n. 4, p. 409-415, 2003.

MOSCARDI, F.; SOUZA, M. L. Baculovírus para o controle de pragas: panacéia ou realidade? **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento** – n. 24, jan.-fev. de 2002.

NAVICKIENE, H.M.D., ALÉCIO, A.C., KATO, M.J., BOLZANI, V.S., YOUNG, M.C.M., CAVALHEIRO, A.J., FURLAN, M. Antifungal amides from *Piper hispidum* and *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 621-626, 2000.

NAVICKIENE, H. M. D.; MORANDIM, A. A.; ALÉCIO, A. C.; REGASINI, L. O.; BERGAMO, D. C. B.; TELASCREA, M.; CAVALHEIRO, A. J.; GALOPES, M. N., BOLZANI, V. D. S.; FURLAN, M.; MARQUES, M. O.M.; JOVENS, M. C.M.; KATO, M. J. Composição e atividade antifúngica de óleos essenciais de *Piper aduncum*, *Piper arboreum* e *Piper tuberculatum*. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 467-470, 2006.

NAVICKIENE, H. M. D.; MURATA A. T.; MIRANDA, J. E; VESCOVE, H. V.; FONTES, P.; VIEIRA, L.; BORTOLI, S. A. D.; KATO, M. J.; BOLZANI, V. S.; PAREDES, G. E. D.; FURLAN, M. Teste de susceptibilidade à aplicação da amida isobutílica 4,5-



diidropiperlonguminina em broca-da-cana de-açúcar (*Diatraea saccharalis* - Lepidoptera: Pyralidae). **Pest Management Science**, Londres, v. 63, p. 399-403, 2007.

OLIVEIRA-SILVA, J. J.; ALVES, S. R.; MEYER, A.; PEREZ, F.; SARCINELLI P. N.; MATTOS, R. C. O. C.; Moreira, J. C. Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 35, n. 2, p.130-135, 2001.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais, In. PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENHO, J. M. S. (ed). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. P. 143-164.

PARRA, J. R. P. **Criação de insetos para estudos com patógenos**, In. ALVES, S. B. (ed), Controle microbiano de insetos, 2 ed. Piracicaba – SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz , 1163p. 1998, p. 1015-1038.

PAYNTER, C. C.; DAVIDSON, J. B. Stimulation of insulin secretion by extracts of *Piper tuberculatum*. In: 40th Scientific Meeting of the Commonwealth Caribbean Medical Research Council, Bridgetown, 27-29 Apr. 1995. **Anais...West Indian med. j**;44(Suppl. 2):17, Apr. 1995 Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=MedCarib&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=5800&indexSearch=ID>. Acesso em: 02 de dez. de 2009.

PINTO, A. C., SILVA, D. H. S., BOLZANI, V. S., LOPES, N. P., EPIFANIO, R. A. 2002. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Supl. 1, p. 45-61, 2002.

PLANTAMED. **Família: Piperaceae Giseke, 1792. Algumas Espécies do Gênero: Piper L., 1753**. 2009. Disponível em: <http://www.plantamed.com.br/plantaservas/generos/Piper.htm>>. Acesso em: 15 de mar. de 2010.

POHLIT, A. M.; QUIGNARD, E. L. J.; NUNOMURA, S. M.; TADEI, W. P.; HIDALGO, A. F.; PINTO, A. C. S.; SANTOS, E. V.M.; MORAIS, S. K. R.; SARAIVA, R. C. G.; MING, L.C.; ALECRIM, A. M.; FERRAZ, A. B.; PEDROSO, A.C. S.; DINIZ, E. V.; FINNEY, E. K.; GOMES, E. O.; DIAS, H. B.; SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, L. C. P.; DON, L. C.; QUEIROZ, M. M. A.; HENRIQUE, M. C.; SANTOS, M.; LACERDA JÚNIOR, O. S.; PINTO, P. S.; SILVA, S. G.; GRAÇA, Y. R. Screening of plants found in the State of Amazonas, Brazil for larvicidal activity against *Aedes aegypti* larvae. **Acta amazônica**. v. 34, n. 1, p. 97 – 105, 2004.

RIGOTTI, M. **A cura pelas plantas: metabolismo secundário em plantas medicinais.** 2009. Disponível em: <http://www.curaplantas.com.br/artigometabolismo.htm>. Acesso em: 05 de fev. de 2010.

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. 43-15, 2001.

SAITO, M. L.; FAZOLIN, M.; MAIA, A. H. N.; HORIUCHI, E. Y. O. **Avaliação de atividade biológica em plantas da região amazônica para controle de insetos.** Jaguariuna - SP: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 42).

SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C.D.; MELO, R. P. V.; ARAÚJO, K. H. S.; FACUNDO, V. A. Efeito dos extratos etanólicos de *Momordica charantia*, *Piper tuberculatum*, *Solanum rugosum*, *Syzygium malaccensis* sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae). In: 8ª SEMANA DE BIOLOGIA DA FACULDADE SÃO CARLOS, 2008. São Paulo.. **Anais...** São Paulo. Disponível em: <[http://www.saolucas.edu.br/mostracientifica/pdfs/EFEITO%20DOS%20EXTRATOS%20E%20TAN%20C3%93LICOS%20DE%20Momordica%20charantia\\_%20P%20\(1\).pdf](http://www.saolucas.edu.br/mostracientifica/pdfs/EFEITO%20DOS%20EXTRATOS%20E%20TAN%20C3%93LICOS%20DE%20Momordica%20charantia_%20P%20(1).pdf)>. Acesso em: 15 de fev. de 2010.

SANTIAGO, G. P.; PÁDUA, L. E. M.; SILVA, P. R. R.; Carvalho, E. M. S.; MAIA, C. B. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 792-796, maio/jun., 2008.

SCOTT I, M.; PUNIANI, E.; DURST, T.; PHELPS, D.; MERALI, S.; ASSABGUI R. A.; SANCHEZ VINDAS, P.; POVEDA, L.; PHILOGÈNE, B.J.R.; ARNASON, J.T. Insecticidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq. extracts: synergistic interaction of piperamides. **Agricultural and Forest Entomology.** v. 4, n. , p. 137-144(8), may de 2002. Disponível em: <http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/afe/2002/00000004/00000002/art00007>. Acesso em: 22 de mar. de 2010.

SILVA, P. H. S.; CASTRO, M. J. P. **Avaliação do extrato aquoso de frutos da pimenta-de-macaco *Piper tuberculatum* Jacq. na mortalidade e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepdopitera Noctuidae).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 3., 2006, Belém. Anais... Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, SEBRAE, 2006.p.18.

SILVA, R.V., NAVICKIENE, H.M.D., KATO, M.J., BOLZANI, V.S., MÉDIA, C.I., YOUNG, M.C.M., FURLAN, M. Antifungal amides from *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 59, n. 5, p. 521–527, 2002.

SILVA, P. G. P. **O ensino da botânica no nível fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos.** 2008. Tese (Doutorado), UNESP. Bauru, 2008.

SILVA, F. C.; REGASINI, L. O.; PASSERINI, G. D.; AMBRÓSIO, D. L.; CICARELLI, R. M. B.; NAVICKIENE, H. M. D.; BOLZANI, V. S.; KATO, M. J.; FURLAN, M. Potencial anti-chagásico de amidas naturais e derivados semisintéticos de *Piper tuberculatum* (Piperaceae) In: Sociedade Brasileira de Química ( SBQ.) 30ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30, 2007. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia. 2007a. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T1031-1.pdf>>. Acesso em: 23 de mar. de 2010.

SILVA, W. C.; RIBEIRO, J. D.; SOUZA, H. E. M.; CORRÊA, R. S. Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**. v. 37, n. 2, p. 293 – 298, 2007b.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (ed). **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 2.ed. rev. Porto Alegre/ Florianópolis: UFSC, 2000. 821p.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX J.P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 35, p. 235-270, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. p. 310-334.

TOLEDO, A. C. O.; HIRATA, L. L.; BUFFON, M. C. M.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Fitoterápicos: uma abordagem farmacotécnica. **Revista Lecta**, Bragança Paulista, v. 21, n 1/2, p. 7-13, jan/ dez. 2003.

TORRES, A.; JÚNIOR, A. L. B.; MEDEIROS, C. A. M.; BARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Apidosperma pyrifolium* no desenvolvimento de *Plutella xylostella*. **Revista Bragantia**, v. 65, n. 3, p. 447- 457, 2006.

VELOSO, V.; PARRA, J.; NAKANO, O. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (L. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro e milho. **Escola de Agronomia e Veterinária** , v. 12, n. 13, p.127-140, 1982/ 83. v. 13, n.1, 1983.

VERPOORTE, R.; HEIJDEN, V. D.; HOOPEN, H. J. G. MEMELINK, J. Review. Metabolic engineering of plant secondary metabolite pathways for the production of fine chemicals . Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. **Biotechnology Letters** v. 21, p. 467–479, 1999.

VERPOORTE, R.; CHOI, Y. H.; MUSAFI, N. R.; KIM, H. K. Metabolomic: back to basis. **Reviews Phytochemistry**, v. 7, p. 525-537, 2008.

VICHERY, M. L.; VICHERY, B. Secondary plant metabolism. Hong Kong, McMillan Press, **Annual Review of Entomology**, p. 335, 1981.

WEBBER, G. L.; PÁDUA, L. E. M.; SILVA, P. R. R. Efeito de extratos de barbatimão *Stryphnodendron coriaceum* (Benth) na biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) 2009. 95f. Dissertação (Mestrado e Agronomia) Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2009.

YAMADA, T.. Resistência de plantas a pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **POTAFOS. Tecnologia para a agricultura**. Informações agronômicas. Nº 108. Dez. 2004. Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/\\$FILE/Page1-7-108.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/$FILE/Page1-7-108.pdf)>. Acesso em: 23 de mar. de 2010.

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

ZHAO, J.; DAVIS, B.; VERPOORTE, R. Transduction do sinal de Elicitor que conduz à produção de metabolitos secundários da planta . **Biotechnology Advances**, v. 23, p. 283–333, 2005. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/biotechadv](http://www.elsevier.com/locate/biotechadv)>. Acesso em: 23 de mar. de 2010.

## **CAPÍTULO 1**

**EFEITO INSETICIDA DA FRAÇÃO HEXÂNICA DE *Piper tuberculatum* JACQ.  
(PIPERACEAE) SOBRE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE).**

1 **EFEITO INSETICIDA DA FRAÇÃO HEXÂNICA DE *Piper tuberculatum* JACQ.**  
2 **(PIPERACEAE) SOBRE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)**  
3 **(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

4  
5 RUTY DE SOUSA MELO<sup>1\*</sup>, LUIZ EVALDO DE MOURA PÁDUA<sup>2</sup>, ANTÔNIA  
6 MARIA DAS GRAÇAS LOPES CITÓ<sup>3</sup>

7  
8 **RESUMO:** A identificação de produtos naturais que possam substituir ou reduzir o uso  
9 de produtos sintéticos na agricultura é motivo de muitas investigações no meio  
10 científico. Nos últimos anos é crescente o número de pesquisas com plantas da família  
11 Piperaceae tanto por seus efeitos farmacológicos quanto por seus efeitos inseticidas.  
12 Neste trabalho avaliou-se o efeito inseticida dos extratos hexânicos das sementes e  
13 polpa de *Piper tuberculatum* sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda*. De cada  
14 extrato foram testadas cinco doses e estas adicionadas a dieta artificial de Bowling. A  
15 dieta com os extratos foi colocada em tubos de ensaio e posteriormente inoculadas as  
16 larvas de *S. frugiperda*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente  
17 casualizado e os tratamentos foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis, sendo eles:  
18 dois extratos (semente e polpa) e cinco doses (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg e 250 mg  
19 por 100 g de dieta). A testemunha foi a dieta de Bowling sem extrato. As variáveis  
20 estudadas foram: tempo larval, viabilidade larval, período pupal, peso de pupas,  
21 viabilidade de pupas, longevidade de adultos e tempo médio de morte. Concluiu-se que  
22 o extrato hexânico tanto das sementes quanto da polpa de *P. tuberculatum* nas  
23 concentrações a partir de 50 mg/ 100 g de dieta artificial possui efeito tóxico letal sobre  
24 100 % das larvas de *S. frugiperda*.

25 **Palavras-chave:** pimenta longa, extratos vegetais, lagarta do cartucho.

---

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em.....; aceito em:.....

Dissertação do Mestrado em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, do primeiro autor.

e-mail: rutymelo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor associado II - UFPI, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Teresina – Brasil. Campus da Socopo, Ininga CEP: 64049-550 - Teresina, PI – Brasil. E-mail: lempadua@uol.com.br

<sup>3</sup> Professora associada II, UFPI, Departamento de Química, Laboratório de Produtos Naturais, Centro de Ciências da Natureza, UFPI, Teresina – Brasil. Campos Petronio Portela, Bloco 2, Ininga, CEP: 64049-550

1       **INSECTICIDAL EFFECT OF HEXANE FRACTION OF *Piper tuberculatum***  
2       **JACQ. (PIPERACEAE) ON *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)**  
3       **(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

4  
5  
6       **ABSTRACT:** The identification of natural products that can replace or reduce the use  
7       of synthetics in agriculture is causing many investigations in the scientific environment.  
8       In recent years there have been an increasing number of researches on plants of the  
9       Piperaceae family for their pharmacological effects as well as for their insecticidal  
10      effect. In this paper the insecticidal effect of the seed and pulp hexane extracts of *Piper*  
11      *tuberculatum* into the biology of *Spodoptera frugiperda* was assessed. Of each extract  
12      five doses were tested and they were added to Bowling's artificial diet. The diet with  
13      the extracts was placed in test tubes and then inoculated to larvae of *S. frugiperda*. The  
14      experimental design used was randomized and the treatments were analyzed by the  
15      Kruskal-Wallis test, namely: two extracts (seeds and pulp) and five doses (10 mg, 20  
16      mg, 50 mg, 150 mg and 250 mg per 100 g diet). The witness was Bowling's diet  
17      without extract. The variables studied were: larval time, larval viability, pupal stage,  
18      pupal weight, viability of pupae, adult longevity and death average time. It was  
19      concluded that both the hexane extract of the seeds as of the pulp of *P. tuberculatum* at  
20      concentrations of 50 mg per 100 g of artificial diet has lethal toxic effect on 100% of  
21      the larvae of *S. frugiperda*.

22      **Keywords:**     long     pepper,     plant     extracts,     fall     army     worm.  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32

## 1 INTRODUÇÃO

2

3 A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera:  
4 Noctuidae), é a principal praga do milho em regiões tropicais e subtropicais das  
5 Américas (ESCRIBANO et al., 1999). O controle deste inseto é geralmente realizado  
6 com produtos químicos sintéticos. As aplicações de inseticidas frequentemente são  
7 tardias e acima do nível de controle (GRÜTZMACHER et al., 2000). Além disso, os  
8 agrotóxicos podem ter impacto sobre a saúde humana, assim este problema tem  
9 merecido atenção da comunidade científica em todo o mundo, sobretudo nos países em  
10 desenvolvimento (MOREIRA et al., 2002).

11 Novas substâncias são necessárias, portanto, para o efetivo controle de pragas,  
12 oferecendo maior segurança, seletividade, biodegradabilidade, viabilidade econômica e  
13 aplicabilidade em programas integrados de controle de insetos e baixo impacto  
14 ambiental (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

15 Algumas plantas, ao longo da sua evolução, desenvolveram sua própria defesa  
16 química contra os insetos herbívoros, sintetizando metabólitos secundários com  
17 propriedades inseticidas, isto é, com atividade contra os insetos (DEQUECH et al.,  
18 2008). Estes produtos as defendem do ataque por herbívoros potenciais. Podem ser  
19 diretamente prejudiciais aos herbívoros ou modificar seu desenvolvimento, assim  
20 aumentando sua susceptibilidade. Na maioria dos casos, os inseticidas botânicos são  
21 menos tóxicos aos seres humanos do que inseticidas químicos (WIESBROOK, 2004).

22 A família Piperaceae foi investigada extensivamente como uma fonte de  
23 metabólitos secundários e ficou verificado que plantas desta família podem ser  
24 poderosas quanto à ação insecticida e fungicida (NAVICKIENE et al., 2006). Dentre as  
25 espécies que produzem metabólitos secundários na família Piperaceae, está a espécie  
26 *Piper tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum*. De 90,4 % dos constituintes químicos  
27 detectados do óleo essencial dos frutos de *P. tuberculatum*, 19,4 % são monoterpenos e  
28 71,0 % são sesquiterpenos (FACUNDO et al., 2008). Esta planta, possui entre outras  
29 ações provocadas por estes metabólitos, atividade tripanocida (SILVA et al., 2007),  
30 sedativa (LANZMASTER et al., 2007) e inseticida (MIRANDA et al., 2002; SCOTT et  
31 al., 2002; POHLIT et al., 2004).



Este trabalho objetivou avaliar o efeito, em laboratório, das frações hexânicas das sementes e polpa de *P. tuberculatum* sobre a biologia de *S. frugiperda*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitossanidade, do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina – PI, em sala climatizada com temperatura de  $28 \pm 2$  °C, UR de 60  $\pm 20$  °C e fotofase de 12 horas.

Para a realização dos ensaios, foi mantida uma criação de *S. frugiperda*, com a fase larval criada em dieta artificial de Bowling (1967) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição da dieta artificial de Bowling (1967) para criação de *Spodoptera frugiperda*.

Composição	Quantidade
Feijão carioca	100,00 g
Levedura de cerveja	15,00 g
Ácido ascórbico	3,00 g
Nipagin (metilparahidroxibenzoato)	1,00 g
Benzoato de sódio	0,50 g
Formaldeído	1,00 g
Agar (+ 250 mL de água destilada)	9,00 g
Água destilada	375,00 mL

Quantidade suficiente para 100 tubos de ensaio de 8 cm de altura e 1,5 cm de diâmetro até 1/3 do volume com a dieta.

Para a preparação da dieta, o feijão foi cozido em microondas e adicionado aos ingredientes sólidos e a água. A seguir fez-se a homogeneização em liquidificador doméstico. O Agar foi dissolvido em 250 mL de água destilada e levado ao microondas para total dissolução e depois misturado aos demais constituintes da dieta. Ainda quente a dieta foi distribuída nos tubos de ensaio, previamente autoclavados, e posta para esfriar para que se pudesse colocar uma larva de *S. frugiperda* por tubo. O procedimento foi realizado em capela de fluxo laminar para diminuir os riscos de contaminação.

Os adultos de *S. frugiperda* foram criados em gaiolas de PVC tampadas com placa de petri e alimentadas com solução de mel a 10 %.

1 A espécie *P. tuberculatum* foi identificada no Instituto de Pesquisa Jardim  
2 Botânico do Rio de Janeiro pela Dr<sup>a</sup> Elsie Franklin Guimarães. Os frutos verdes foram  
3 coletados às margens do Rio Poty na EMBRAPA Meio-Norte e processados no  
4 Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Piauí. Os extratos foram  
5 preparados no Departamento de Química, no Laboratório de Produtos Naturais do  
6 Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí.

7 Dos frutos, foram retirados e descartados os talos após a desidratação em estufa  
8 com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas. As sementes foram retidas na  
9 peneira durante a trituração em moinho de facas e posteriormente trituradas em moinho  
10 bola. As sementes e polpa (500 g cada) foram extraídas com hexano à temperatura  
11 ambiente, durante três dias, sendo a cada dia sonicadas por 30 minutos e após esse  
12 período, o extrato foi filtrado para separação do sobrenadante (filtrado) e do resíduo.  
13 Com o resíduo, repetiu-se o procedimento de extração mais duas vezes. O  
14 sobrenadante, obtido das três extrações, foi posteriormente submetido a eliminação do  
15 solvente em rota evaporador e em seguida foi liofilizado, para render 9,45 g (1,89 %)  
16 de extrato de sementes e 22,74 g (4,06 %) do extrato da polpa.

17 O extrato hexânico foi utilizado nos ensaios de atividade inseticida.

18 As amostras foram pesadas e divididas em doses que foram adicionadas à dieta  
19 artificial de Bowling (1967) e acondicionadas em tubos de ensaio colocados na  
20 horizontal, tampados com algodão. Em cada tubo foi introduzida uma lagarta de *S.*  
21 *frugiperda* recém eclodida. Após um dia da introdução foi verificado se as lagartas  
22 estavam vivas ou mortas, através do toque com pincel de pêlos. As observações  
23 referentes ao desenvolvimento dos insetos foram feitas diariamente.

24 As variáveis estudadas foram: tempo larval (indica quanto tempo o inseto passou  
25 nesta fase e inclui tanto as larvas que prosseguiram no ciclo quanto as que morreram);  
26 viabilidade larval (% de larvas que resistiram aos extratos); período pupal (tempo da  
27 fase pupal, que inclui tanto os insetos que conseguiram se transformar em adultos,  
28 quanto os que morreram ainda nesta fase); peso de pupas; viabilidade de pupas (% de  
29 pupas que resistiram aos extratos); longevidade de adultos e tempo médio de morte.  
30 Este foi calculado pela fórmula:

31

32

1  $TM = \Sigma (D1 \times N1 + D2 \times N2 + \dots Dn \times Nn) / \text{Total de larvas mortas pelo extrato}$

2 Onde: TM = tempo médio de morte

3 D= dia de avaliação

4 N= número de larvas mortas pelo extrato

5  
6 As variáveis por não apresentarem variâncias homogêneas foram submetidas à  
7 análise não-paramétrica. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente  
8 casualizado e os tratamentos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis a 5 % de  
9 probabilidade. Foram realizadas cinco repetições e quatro parcelas. Os tratamentos  
10 foram dois extratos (extrato hexânico da semente e extrato hexânico da polpa) e cinco  
11 doses (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg e 250 mg por 100 g de dieta). A testemunha foi a  
12 dieta artificial de Bowling (1967) sem extrato. Foi também realizada análise de  
13 sobrevivência dos insetos fazendo-se uma análise entre a menor dose estudada e a  
14 testemunha.

## 15 16 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

17  
18 Na variável tempo médio de morte (Tabela 2), a testemunha se igualou aos  
19 tratamentos do extrato hexânico da polpa. Sendo que na testemunha a mortalidade se  
20 deu provavelmente a fatores naturais já que 75 % das larvas de *S. frugiperda* foram  
21 viáveis. No extrato hexânico da polpa, o tempo médio de morte das larvas de *S.*  
22 *frugiperda* afetadas pelo extrato foi o mesmo tempo médio da mortalidade natural  
23 ocorrida. Isso pode ser explicado pelo fato de larvas recém eclodidas serem mais  
24 sensíveis a fatores ambientais e principalmente a agentes tóxicos como é o caso das  
25 larvas criadas em dieta contendo *P. tuberculatum*. Logo nos primeiros dois dias os  
26 extratos nas concentrações de 50, 150 e 250 mg provocaram 100 % de mortalidade dos  
27 insetos nos dois extratos. Foi observado que nas primeiras horas de inoculação na dieta,  
28 as lagartas se retorciam e não se alimentavam indicando que a ação do extrato, neste  
29 caso foi por contato.

30

31

32

**Tabela 2.** Tempo médio de morte larval, tempo larval, viabilidade larval, período pupal, peso de pupas e longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda* criadas sob dieta artificial de Bowling (1967) contendo diferentes concentrações de extrato hexânico de polpa e sementes de *Piper tuberculatum*.

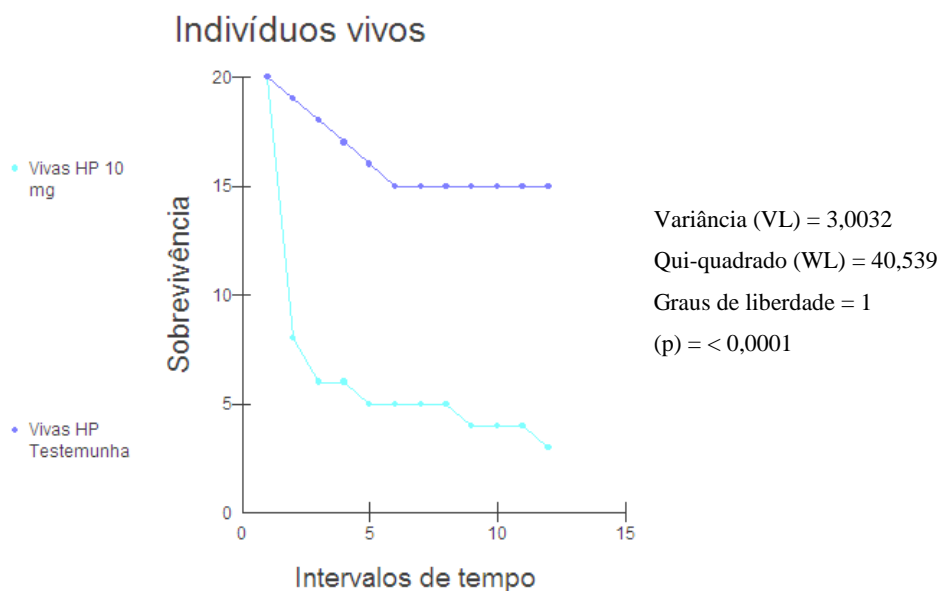
Extrato hexânico Polpa (mg)	Tempo médio de morte (dias)	Tempo larval (dias)	Viabilidade larval (%)	Viabilidade de Pupas (%)	Período pupal (dias)	Peso de pupas (mg)	Longevidade de adultos (dias)
10	3.21 a	8.87 b	37.50 a	25.00 a	8.50 a	182.50 a	7.50 a
20	4.45 a	8.37 b	50.00*	50.00*	7.50*	236.00*	3.50*
50	2.05 a	-	-	-	-	-	-
150	2.00 a	-	-	-	-	-	-
250	2.15 a	-	-	-	-	-	-
0	3.50 a	32.40 a	75.00 a	70.00 a	8.25 a	188.80 a	9.38 a
Semente (mg)							
10	10.86 a	16.40 b	31.25 b	20.00 b	7.75 a	195.50 a	9.5.00 a
20	2.61 ab	12.58 b	31.25 b	37.50 ab	7.62 a	221.75 a	6.50 a
50	2.00 b	-	-	-	-	-	-
150	2.00 b	-	-	-	-	-	-
250	2.00 b	-	-	-	-	-	-
0	3.50 a	32.40 a	75.00 a	70.00 a	8.25 a	188.80 a	9.38 a

\*Valor sem repetição, dado não analisado. Médias seguidas de mesma letra, na coluna limitada pela hachura, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5 % de probabilidade.

Apesar de se igualarem a testemunha, as lagartas de *S. frugiperda* tratadas com os extratos apresentavam subdesenvolvimento, crescimento lento e pouca mobilidade, muitas vezes aparentemente mortas, sendo necessária observação minuciosa com o toque do pincel. Cunha et al. (2006) também verificaram redução de peso de lagartas da espécie *Tuta absoluta* alimentadas com dieta contendo extrato hexânico, diclorometânico e metanólico de *Trichilia pallens*.

Este tipo de comportamento pode ser devido à deterrência alimentar que causa enfraquecimento nos indivíduos afetados. Em observação visual notou-se o consumo lento da dieta com extrato pelas lagartas.

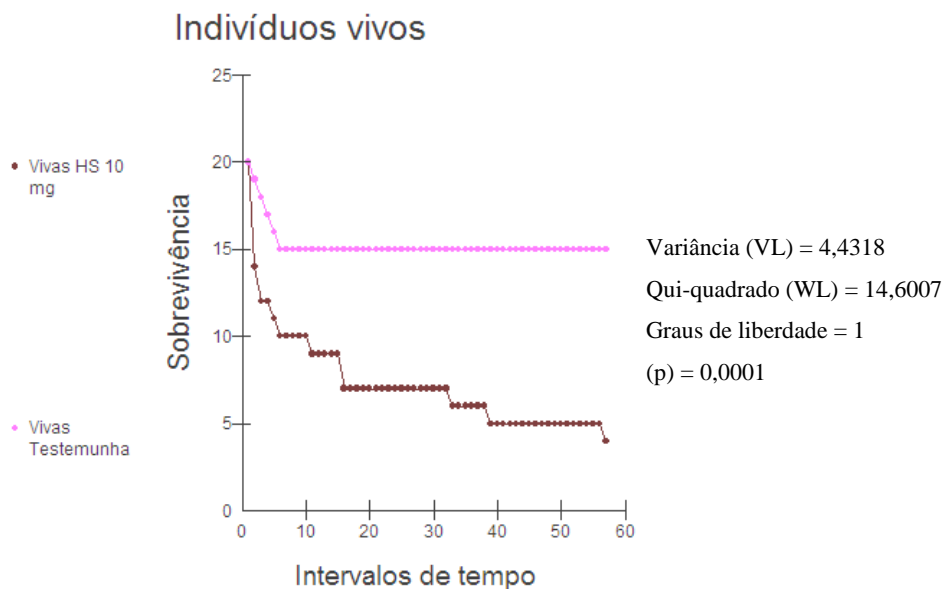
Embora no teste de Kuskal-Wallis tenha sido constatado a igualdade entre as médias da testemunha e da dose 10 mg, no tempo médio de morte, foi realizada análise de sobrevivência para verificar-se o desenvolvimento do efeito tóxico do extrato (Figura 1). Os resultados da análise de sobrevivência foram significativos. Pode-se observar que a dose 10 mg provocou uma queda brusca na sobrevivência de *S. frugiperda* em relação a testemunha e que enquanto a testemunha cessou queda na sobrevivência por volta do quinto dia, a dose 10 mg passou dos 10 dias na mesma variável.

1  
2  
3  
45  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

**Figura 1.** Sobrevivência de larvas de *Spodoptera frugiperda* tratadas com o extrato hexânico da polpa (HP) de *Piper tuberculatum* na dose 10 mg e na testemunha.

No extrato hexânico das sementes a resposta de sobrevivência das larvas foi semelhante ao que ocorreu com o extrato hexânico da polpa (Figura 2), porém a mortalidade foi um pouco mais gradativa passando dos 50 dias de observação.

1  
2  
3  
4



5  
6  
7  
8  
9

**Figura 2.** Sobrevivência de larvas de *Spodoptera frugiperda* tratadas com o extrato hexânico das sementes (HS) de *Piper tuberculatum* na dose 10 mg e na testemunha.

10 Com relação ao tempo larval, todos os tratamentos diferiram da testemunha tendo  
11 apresentado médias menores. Este fato se deu devido à mortalidade das larvas nos  
12 tratamentos logo nos primeiros dias de avaliação. Em observação visual, pode-se  
13 observar que nas concentrações de 10 e 20 mg o extrato hexânico da polpa  
14 proporcionou menor tempo larval que o extrato hexânico das sementes nas mesmas  
15 concentrações. Esta redução no tempo larval do extrato hexânico da polpa se deu  
16 devido à mortalidade das larvas e não pelo encurtamento desta fase de  
17 desenvolvimento.

18 O extrato hexânico de *P. tuberculatum* apresentou atividade larvicida sob *S.*  
19 *frugiperda*. Todas as concentrações diferiram da testemunha no extrato hexânico da  
20 semente. No extrato hexânico da polpa a dose 10 mg se igualou a testemunha e a dose  
21 20 mg não pode ser analisada por apresentar média de apenas quatro lagartas, ou seja,  
22 uma repetição. Nos extratos hexânicos das sementes e da polpa as concentrações 50

1 mg, 150 mg e 250 mg proporcionaram os melhores resultados, inviabilizando 100 % das larvas. Estes resultados concordam com o experimento realizado por Castro et al. (2008), onde foi obtido 100 % de mortalidade das larvas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato aquoso dos frutos desidratados de *P. tuberculatum* nas concentrações de 30, 40 e 70 %. No entanto, no presente experimento, estes resultados foram conseguidos em doses mais baixas porque os extratos eram mais concentrados por se tratarem de extratos obtidos a partir de solventes orgânicos. As doses expressas em percentual, correspondem, respectivamente a 0,50 %, 0,15 % e 0,25 %.

10 Paynter & Davidson (1995), identificaram um alcalóide amida, provavelmente a piplartina em *P. tuberculatum* a partir de extrato metanólico. Navickiene et al. (2007) comprovaram a toxicidade de *P. tuberculatum* a *Diatraea saccharalis* e atribuíram esse efeito a amida isobutílica 4,5-diidropiperlonguminina.

14 No estudo do óleo essencial dos frutos de *P. tuberculatum* foram identificados 15 90,4 % dos constituintes, sendo os constituintes majoritários (*E*)-cariofileno com 12,3 16 % e o óxido de cariofileno 26,6 % (BRAZ-FILHO et al., 1981; ARAÚJO-JÚNIOR et al., 1996; ARAÚJO-JÚNIOR et al., 1999; NAVICKIENE et al., 2000; CUNHA & 18 CHAVES, 2001; SILVA et al., 2002; CHAVES et al., 2003; MIRANDA et al., 2003 19 apud FACUNDO et al., 2008).

20 Possivelmente a ação tóxica em larvas de *S. frugiperda* foi causada por algum ou 21 alguns destes constituintes, pois segundo Taiz & Zeiger (2004) os alcalóides e os 22 terpenos estão envolvidos na defesa vegetal incluindo ação inseticida.

23 O tratamento com extrato hexânico da semente de *P. tuberculatum* interferiu na 24 viabilidade de pupas na concentração de 10 mg. Nas concentrações de 50, 150 e 250 25 mg não foi possível avaliar esta variável porque os insetos não chegaram a fase pupal. 26 Estes resultados podem ser comparados com a ação inseticida de *Stryphnodendron* 27 *coriaceum*, verificada por Webber & Pádua (2009), em dieta artificial contendo extrato 28 a 10 %, que também provocou 100 % de mortalidade das larvas de *S. frugiperda*. No 29 tratamento extrato hexânico da polpa, a dose 10 mg se igualou a testemunha, enquanto 30 a dose 20 mg provocou morte dos insetos, tendo sobrevivido apenas insetos relativos a 31 uma repetição, tornado inviável a análise estatística.

1 O período pupal de *S. frugiperda* não foi afetado pelos extratos. Porém, os insetos  
2 que empuparam e foram expostos aos extratos hexânicos da polpa nas concentrações 10  
3 e 20 mg, apesar de na análise terem se igualado estatisticamente com a testemunha,  
4 alguns insetos não chegaram a fase adulta, morrendo ainda na fase de pupa. Barbosa et  
5 al. (2009) utilizando extratos aquosos de *Cymbopogon nardus* e *Momordica charantia*  
6 também não observaram efeito destes no período pupal de *S. frugiperda*.

7 Nos dois extratos hexânicos utilizados, o peso de pupas não mostrou variação  
8 entre a testemunha e os demais tratamentos. Já Borgoni & Vendramim (2005)  
9 estudando efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* Sp. sobre *S. frugiperda*,  
10 verificaram que os extratos de folhas de *T. elegans* e *T. casaretti* reduziram o peso de  
11 pupas.

12 Tanto no extrato de polpa quanto no de sementes os tratamentos com aplicação  
13 dos extratos hexânicos não diferiram da testemunha quanto a longevidade de adultos.  
14 Estes resultados são comparáveis aos de Maroneze & Gallegos (2009) que não  
15 observaram efeito na longevidade de fêmeas e machos de *S. frugiperda* quando tratados  
16 com extrato aquoso de folhas de *Melia azedarach*.

## 17

## 18 CONCLUSÃO

19

20 O extrato hexânico tanto da semente quanto da polpa de *P. tuberculatum* nas  
21 concentrações a partir de 50 mg/ 100 g de dieta artificial possui efeito tóxico letal sobre  
22 larvas de *S. frugiperda*.

23 As demais variáveis biológicas, com exceção da viabilidade de pupas tratadas  
24 com as doses 10 e 20 mg do extrato hexânico das sementes, não são influenciadas pelos  
25 extratos estudados.

26  
27  
28  
29  
30  
31  
32



1 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

2  
3  
4 ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; CHAVES, M. C. O.; MEDEIROS, I. A. **Elucidação**  
5 **Estrutural dos Constituintes Químicos Isolados de *Piper tuberculatum* Jacq. var.**  
6 **tuberculatum e avaliação sobre o sistema cardiovascular de uma mistura contendo**  
7 **duas alcaloides: piperina e piperdardina. Produtos naturais e sintéticos bioativos.**  
8 Dissertação (Mestrado), 1996. Disponível em:  
9 <[http://www.biblioteca.ufpb.br/catalogo\\_96\\_2000/campus1/prod96.htm](http://www.biblioteca.ufpb.br/catalogo_96_2000/campus1/prod96.htm)>. Acesso em  
10 12 de dez. de 2009.

11  
12  
13 ARAÚJO-JÚNIOR, J.X., CHAVES, M.C.O., CUNHA, E.V.L., GRAY, A.I.  
14 Cepharanone B from *Piper tuberculatum*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.  
15 27, p. 325-327, 1999.

16  
17  
18 BARBOSA, D. R. S.; FONTES, L. S. da; ARTHUR, V. Avaliação da bioatividade de  
19 extratos aquosos de folhas de *Momordica charantia* e *Cymbopogon nardus* aplicados  
20 em folhas de milho para o controle da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*.  
21 **Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas**, v. 35, n. 4, p. 139-146, 2009.

22  
23  
24 BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Efeito subletal de extratos aquosos de  
25 *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)  
26 (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 2, p. 311-317,  
27 2005.

28  
29  
30 BOWLING, C. C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on common artificial diet.  
31 **Annals of the Entomological Society of America**. College Park, v. 60, n. 6, p. 1215-  
32 1216, 1967.

33  
34  
35 BRAZ-FILHO, R., SOUZA, M.P., MATTOS, M.E.O. Piplartine-dimer A, a new  
36 alkaloid from *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 20, n. 2, p. 345-346, 1981.

37  
38  
39 CASTRO, M. J. P.; SILVA, P. H. S.; PÁDUA, L. E. M. Atividade de extrato de *Piper*  
40 *tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista**  
41 **Ciência Agronômica**. v. 39, n. 3, p. 437-442, jul-set, 2008.

42  
43  
44 CHAVES, M.C.O., JÚNIOR, A.G.F., SANTO, B.V.O. Amides from *Piper*  
45 *tuberculatum* fruits. **Fitoterapia**, v. 74, p. 181–183, 2003.

46  
47

- 1 CUNHA, U. S., VENDRAMIM, J. D., ROCHA, W. C., VIEIRA, P. C. Frações de  
2 *Trichilia pallens* com atividade inseticida sobre *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária**  
3 **brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1579-1585, nov. 2006.  
4  
5
- 6 CUNHA, E.V.L., CHAVES, M.C.O. Two amides from *Piper tuberculatum* fruits.  
7 **Fitoterapia**, v. 72, p. 197-199, 2001.  
8  
9
- 10 DEQUECH, S. T. B.; RIBEIRO, L. P.; SAUSEN, C. D.; EGEWARTH, R.; KRUSE, N.  
11 D.. Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus*  
12 *vulgaris* L.) cultivado em estufa plástica. **Revista da FZVA**. Uruguiana, v.15, n.1, p.  
13 71-80, 2008.  
14  
15
- 16 ESCRIBANO, ANA; WILLIAMS, T.; GOULSON, D.; CAVE, R. D.; CHAPMAN, J.  
17 W.; CABALLERO, P. Selection of a Nucleopolyhedrovirus for Control of *Spodoptera*  
18 *frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): Structural, Genetic, and Biological Comparison  
19 of Four Isolates from the Americas. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 5, , p.  
20 1079-1085(7), Oct. 1999.  
21  
22
- 23 FACUNDO, V. A.; POLLLI, A. R.; RODRIGUES, R. V.; MILITÃO, J. S. L. T.;  
24 STABELLI, R. G.; CARDOSO, C. T.. Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos  
25 e frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum*. **Acta Amazônica**. v.  
26 38, n. 4, p. 733-742., 2008.  
27  
28
- 29 GRÜTZMACHER, A.D., MARTINS, J.F.S.; CUNHA, U.S.. **Insetos-pragas das**  
30 **culturas do milho e do sorgo no agroecossistema de várzea**. In: PARFITT, J. M. B.  
31 Coord. Produção de milho e sorgo em várzea. Pelotas: Embrapa. Clima Temperado, 2000.  
32 p.87-101. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 74).  
33  
34
- 35 LANZMASTER, D.; GADOTTI, V.M.; RODRIGUES, R.V.; FACUNDO, V.A.;  
36 SANTOS, A.R.S. Atividade antinociceptiva preliminar dos triterpenos extraídos da  
37 *Piper tuberculatum* Jacq. em camundongos. In: 6ª SEMANA DE ENSINO,  
38 PESQUISA E EXTENSÃO. 6., 2007, Santa Catarina. **Anais...** Disponível em:  
39 <[http://www.sepex.ufsc.br/anais\\_6/trabalhos/1123.html](http://www.sepex.ufsc.br/anais_6/trabalhos/1123.html)>. Acesso em 15 de jan. de  
40 2010.  
41  
42
- 43 MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso de *Melia*  
44 *azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera*  
45 *frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Semina: Ciências Agrárias**,  
46 v. 30, n. 3, p. 537-550, 2009.

- 1 MIRANDA, J. E.; OLIVEIRA, J. E. M.; ROCHA, K. C. G.; BORTOLI, S. A.;  
2 NAVICKIENE, H. M. D.; KATO, M. J.; FURLAN, M. Potencial inseticida do extrato  
3 de *Piper tuberculatum* (piperaceae) sobre *Alabama argillacea* (Huebner, 1818)  
4 (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira Oleos Fibros**. Campina Grande, v.6, n.2,  
5 p.557 563, maio-ago. 2002.  
6  
7  
8 MIRANDA, J.E., NAVICKIENE, H.M.D., COUTO, R.H.N., BORTOLI, S.A., KATO,  
9 M.J., BOLZANI, V.S., FURLAN, M. Susceptibility of *Apis mellifera*  
10 (Hymenoptera:Apidae) to pellitorine, an amide isolated from *Piper tuberculatum*  
11 (Piperaceae). **Apidologie**, v. 34, n. 4, p. 409–415, 2003.  
12  
13  
14 MOREIRA, JOSINO C.; JACOB. S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER A.;  
15 OLIVEIRA-SILVA, J. J.; SARCINELLI, P. N.; BATISTA, D. F.; EGLER, M.;  
16 FARIA, M. V. C.; ARAÚJO, A. J.; KUBOTA, A. H.; SOARES, M. O.; ALVES, S.  
17 R.; MOURA, C. M.; CURI, R. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos  
18 sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência e**  
19 **saúde coletiva**, São Paulo, v. 7, n. 2, 2002 . Disponível em:  
20 <[http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232002000200010&lng=en&nrm=iso)  
21 [81232002000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232002000200010&lng=en&nrm=iso)>. Access on 22 Apr. 2010.  
22  
23  
24 NAVICKIENE, H.M.D., ALÉCIO, A.C., KATO, M.J., BOLZANI, V.S., YOUNG,  
25 M.C.M., CAVALHEIRO, A.J., FURLAN, M. Antifungal amides from *Piper hispidum*  
26 and *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 621-626, 2000.  
27  
28  
29 NAVICKIENE, H. M. D.; MORANDIM, A. A.; ALÉCIO, A. C.; REGASINI, L. O.;  
30 BERGAMO, D. C. B.; TELASCREA, M.; CAVALHEIRO, A. J.; GALOPES, M. N.,  
31 BOLZANI, V. D. S.; FURLAN, M.; MARQUES, M. O.M.; JOVENS, M. C.M.;  
32 KATO, M. J. Composição e atividade antifungica de óleos essenciais de *Piper*  
33 *aduncum*, *Piper arboreum* e *Piper tuberculatum*. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 467-  
34 470, 2006.  
35  
36  
37 NAVICKIENE, H. M. D.; MURATA A. T.; MIRANDA, J. E; VESCOVE, H. V.;  
38 FONTES, P.; VIEIRA, L.; BORTOLI, S. A. D.; KATO, M. J.; BOLZANI, V. S.;  
39 PAREDES, G. E. D.; FURLAN, M. Teste de susceptibilidade à aplicação da amida  
40 isobutílica 4,5-diidropiperlonguminina em broca-da-cana de-açúcar (*Diatraea*  
41 *saccharalis* - Lepidoptera: Pyralidae). **Pest Management Science**, Londres, v. 63, p.  
42 399-403, 2007.  
43  
44  
45 PAYNTER, C. C.; DAVIDSON, J. B. Stimulation of insulin secretion by extracts of  
46 *Piper tuberculatum*. In: 40th Scientific Meeting of the Commonwealth Caribbean  
47 Medical Research Council, Bridgetown, 27-29 Apr. 1995. **Anais...West Indian med.**

- 1 j;44(Suppl. 2):17, Apr. 1995 Disponível em:  
2 <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=MedCarib&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=5800&indexSearch=ID>>.  
3 Acesso em: 23 de dez. de 2009.  
4  
5  
6  
7 POHLIT, A. M.; QUIGNARD, E. L. J.; NUNOMURA, S. M.; TADEI, W. P.;  
8 HIDALGO, A. F.; PINTO, A. C. S.; SANTOS, E. V.M.; MORAIS, S. K.  
9 R.; SARAIVA, R. C. G.; MING, L.C.; ALECRIM, A. M.; FERRAZ, A. B.; PEDROSO,  
10 A.C. S.; DINIZ, E. V.; FINNEY, E. K.; GOMES, E. O.; DIAS, H. B.; SOUZA, K.  
11 S.; OLIVEIRA, L. C. P.; DON, L. C.; QUEIROZ, M. M. A.; HENRIQUE, M. C.;  
12 SANTOS, M.; LACERDA JÚNIOR, O. S.; PINTO, P. S.; SILVA, S. G.; GRAÇA, Y.  
13 R. Screening of plants found in the State of Amazonas, Brazil for larvicidal activity  
14 against *Aedes aegypti* larvae. **Acta amazônica**. v. 34, n. 1, p. 97 – 105, 2004.  
15  
16  
17 SCOTT I, M.; PUNIANI, E.; DURST, T.; PHELPS, D.; MERALI, S.; ASSABGUI R.  
18 A.; SAÑCHEZ VINDAS, P.; POVEDA, L.; PHILOGÈNE, B.J.R.; ARNASON, J.T.  
19 Insecticidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq. extracts: synergistic interaction of  
20 piperamides. **Agricultural and Forest Entomology**. v. 4, n. 2, p. 137-144(8), may  
21 2002. Disponível em:  
22 <<http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/afe/2002/00000004/00000002/art00007>>  
23 . Acesso em: 13 de mar. de 2010.  
24  
25  
26 SILVA, R.V., NAVICKIENE, H.M.D., KATO, M.J., BOLZANI, V.S., MÉDIA, C.I.,  
27 YOUNG, M.C.M., FURLAN, M. Antifungal amides from *Piper arboreum* and *Piper*  
28 *tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 59, n. 5, p. 521–527, 2002.  
29  
30  
31 SILVA, W. C.; RIBEIRO, J. D.; SOUZA, H. E. M.; CORRÊ, R. S. Atividade inseticida  
32 de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga  
33 de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**. v. 37, n. 2, p. 293 – 298,  
34 2007.  
35  
36  
37 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 310-334 p.  
38  
39  
40 VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o  
41 controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.  
42  
43  
44 WEBBER, G. L.; PÁDUA, L. E. M. **Efeito de extratos de barbatimão**  
45 *Stryphnodendron coriaceum* (Benth) na biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith,  
46 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) 2009, 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)  
47 Universidade Federal do Piauí. Teresina, PI, 2009.  
48

- 1 WIESBROOK, M.L. Natural indeed: are natural insecticides safer and better than
- 2 conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, Urbana, v.17, n.3, p.13, 2004.
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

## **CAPÍTULO 2**

**POTENCIAL INSETICIDA DO EXTRATO ETÉREO DE *Piper tuberculatum*  
JACQ. (PIPERACEAE) SOBRE *Sopodoptera frugiperda* (SMITH, 1797)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

1 **POTENCIAL INSETICIDA DO EXTRATO ETÉREO DE *Piper tuberculatum* JACQ.**  
2 **(PIPERACEAE) SOBRE *Sopodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:**  
3 **NOCTUIDAE).**

4  
5 RUTY DE SOUSA MELO<sup>1\*</sup>, LUIZ EVALDO DE MOURA PÁDUA<sup>2</sup>, ANTÔNIA MARIA  
6 DAS GRAÇAS LOPES CITÓ<sup>3</sup>

7  
8 **RESUMO:** As substâncias de defesa dos vegetais podem ser utilizadas pela ciência na  
9 elaboração de inseticidas naturais. A família Piperaceae tem sido estudada nos últimos anos e  
10 se mostrado promissora quanto a sua capacidade de intoxicar insetos. Neste trabalho avaliou-  
11 se o efeito inseticida dos extratos etéreos das sementes e polpa de *Piper tuberculatum* sobre a  
12 biologia de *Spodoptera frugiperda*. A dieta artificial de Bowling contendo os extratos foi  
13 colocada em tubos de ensaio e posteriormente inoculadas as larvas de *S. frugiperda*. O  
14 delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram  
15 analisados pelo teste de Kruskal-Wallis, sendo eles: dois extratos (semente e polpa) e cinco  
16 doses (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg e 250 mg por 100 g de dieta). A testemunha foi a dieta  
17 de Bowling sem extrato. As variáveis estudadas foram: tempo larval, viabilidade larval,  
18 período pupal, peso de pupas, viabilidade de pupas, longevidade de adultos e tempo médio de  
19 morte. Pôde-se concluir que os extratos etéreos da polpa e das sementes de *P. tuberculatum*  
20 são eficientes inseticidas quando administrados a lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda* a  
21 partir da dose 10 e 20 mg, respectivamente.

22 **Palavras chave:** extratos vegetais, inseticida botânico, lagarta militar.

23  
24  
25  
26  

---

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em.....; aceito em:.....

Dissertação do Mestrado em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, do primeiro autor.

e-mail: rutymelo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor associado II - UFPI, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Teresina – Brasil. Campus da Socopo, Ininga CEP: 64049-550 - Teresina, PI – Brasil. E-mail: lempadua@uol.com.br

<sup>3</sup> Professora associada II, UFPI, Departamento de Química, Laboratório de Produtos Naturais, Centro de Ciências da Natureza, UFPI, Teresina – Brasil. Campos Petronio Portela, Bloco 2, Ininga, CEP: 64049-550.

1       **INSECTICIDAL POWER OF ETHER EXTRACT OF *Piper tuberculatum* JACQ.**  
2       **(PIPERACEAE) ON *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:**  
3       **NOCTUIDAE).**

4  
5       **ABSTRACT:** The use of vegetable defenses can be used by science in the development of  
6       vegetable insecticide. The family Piperaceae has been studied in recent years and has been  
7       promising as for its ability to intoxicate insects. This study evaluated the effect of insecticide  
8       hexane extracts of seeds and pulp of *Piper tuberculatum* on the biology of *Spodoptera*  
9       *frugiperda*. The Bowling's diet containing extracts were placed in test tubes and then  
10       inoculated to larvae of *S. frugiperda*. The experimental design was randomized and the  
11       treatments were analyzed by the Kruskal-Wallis test, namely: two extracts (seeds and pulp)  
12       and five doses (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg and 250 mg per 100 g diet). The witness was  
13       Bowling's diet without extract. The variables studied were: larval time, larval viability, pupal  
14       stage, pupal weight, viability of pupae, adult longevity and death average time. It was  
15       concluded that the ethereal extract of the pulp and seeds of *P. tuberculatum* insecticides are  
16       effective when administered to newly hatched larvae of *S. frugiperda* from 10 and 20 mg  
17       dose, respectively.

18       **Keywords:** plant extracts, botanical insecticide, fall army worm.

19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30



## 1 INTRODUÇÃO

2

3 O uso dos agrotóxicos no meio rural brasileiro tem trazido prejuízos tanto para o  
4 ambiente como para a saúde do trabalhador e do consumidor. Por outro lado, as técnicas de  
5 controle de pragas alternativas aos agrotóxicos são, hoje, uma realidade, tanto em termos da  
6 produtividade quanto em relação aos custos, além de apresentarem um potencial de  
7 contaminação humana ou ambiental muito menor, ou mesmo desprezível (PERES et al.,  
8 2005).

9 Uma alternativa para atenuar esses problemas é a utilização de aleloquímicos extraídos  
10 de plantas (DEQUECH et al., 2008). As principais plantas das quais foram obtidas  
11 substâncias com atividade inseticida pertencem aos gêneros *Nicotiana* (Solanaceae),  
12 produtoras de nicotina e nornicotina; *Derris*, *Lonchocarpus*, *Tephrosia* e *Mundulea*  
13 (Fabaceae), produtoras de rotenóides; *Chrysanthemum* (Asteraceae), produtoras de piretrinas  
14 e *Azadirachta* (Meliaceae), produtoras de azadiractina (VIEIRA & FERNANDES, 1999).

15 A família Piperaceae é pantropical com espécies distribuídas pelas Américas desde o  
16 México até o sudoeste da Argentina (FIGUEIREDO & SAZIMA, 2000).

17 Espécies desta família tem apresentado ação tóxica a diversos tipos de organismos  
18 como moluscos (RAPADO, 2007), insetos (SILVA et al., 2007), fungos (CUNICO et al.,  
19 2003), e bactericida, além de serem usadas também na medicina popular (SILVA et al.,  
20 2007).

21 O Nordeste brasileiro conta com quatro gêneros de Piperaceae: *Ottonia* Spreng.,  
22 *Peperomia* Ruiz & Paiva., *Piper* L. e *Pothomorphe* Miq., não tendo sido assinalado o gênero  
23 *Sarchorhachis* Trel, exclusivo das Regiões Sudeste e Sul do Brasil (GUIMARÃES &  
24 GIORDANO, 2004).

25 No gênero *Piper* pode-se citar a espécie *Piper tuberculatum* com uma das que têm  
26 potencial inseticida comprovada por alguns autores tais como Miranda et al. (2002), Pohlit et  
27 al. (2004), Navickiene et al. (2007) e Castro et al. (2008). Porém os estudos relacionados a  
28 esta plantas ainda são escassos.

29 Neste contexto, este trabalho propôs a elaboração do extrato etéreo de sementes e polpa  
30 de *P. tuberculatum* para verificação de seu efeito inseticida.

31

32

33

34

## 1 MATERIAL E MÉTODOS

2

3 O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Piauí (UFPI), no Centro  
4 de Ciências Agrárias (CCA), no Departamento de Fitotecnia – Laboratório Fitossanidade.  
5 Teresina – PI. A espécie *P. tuberculatum* foi identificada no Instituto de Pesquisa Jardim  
6 Botânico do Rio de Janeiro pela Dr<sup>a</sup> Elsie Franklin Guimarães.

7

### 8 **Coleta dos frutos**

9

10 Os frutos verdes de *P. tuberculatum* foram colhidos na EMBRAPA Meio-Norte, às  
11 proximidades do Rio Poty, em Teresina – PI.

12

### 13 **Processamento dos frutos**

14

15 O processamento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento  
16 de Zootecnia, CCA – UFPI.

17 Os frutos verdes foram desidratados em estufa com circulação de ar forçada à 65 °C  
18 por 72 horas e triturados em moinho de facas, ocasião em que as sementes foram separadas  
19 por retenção nas peneiras e posteriormente trituradas em moinho bola. As amostras (sementes  
20 e polpa) foram acondicionadas em frascos plásticos.

21

### 22 **Preparação dos extratos**

23

24 Os extratos foram preparados no Laboratório de Produtos Naturais do Departamento  
25 de Química do Centro de Ciências da Natureza – UFPI.

26 Aproximadamente 500 g de amostra (sementes/ polpa) foram inicialmente extraídas  
27 com hexano, solvente de baixa polaridade, à temperatura ambiente, durante três dias, sendo a  
28 cada dia sonificado por 30 minutos e após esse período, o extrato foi filtrado para separação do  
29 sobrenadante (filtrado) e do resíduo. Com o resíduo repetiu-se o procedimento mais duas  
30 vezes. Os sobrenadantes das três extrações foram reunidos após a eliminação do solvente em  
31 rotaevaporador e assim foi gerado o extrato hexânico (1). O resíduo após a extração com  
32 hexano foi submetido à extração com éter etílico, solvente de média polaridade, seguindo o  
33 mesmo procedimento, para gerar após a eliminação do solvente o extrato etéreo (2) com 9, 01

1 g de extrato das sementes e 13, 74 g de extrato da polpa, com rendimento de 1,80 % e 2,40  
2 %, respectivamente. O extrato (2) foi utilizado nos testes de atividade inseticida.

### 3 Criação do inseto cobaia (*Spodoptera frugiperda*)

4

5 Larvas de *S. frugiperda* foram coletadas em cultivo de milho em área experimental  
6 no Departamento de Fitotecnia, CCA/UFPI e criadas em dieta artificial de Bowling (1967)  
7 (Tabela 1).

8

9

10

**Tabela 1.** Composição da dieta artificial de Bowling (1967) para criação  
de *Spodoptera frugiperda*.

Composição	Quantidade
Feijão carioca	100,00 g
Levedura de cerveja	15,00 g
Ácido ascórbico	3,00 g
Nipagin (metilparahidroxibenzoato)	1,00 g
Benzoato de sódio	0,50 g
Formaldeído	1,00 g
Agar (+ 250 mL de água destilada)	9,00 g
Água destilada	375,00 mL

11

OBS.: Quantidade suficiente para 100 tubos de ensaio de 8 cm de altura e  
12 1,5 cm de diâmetro até 1/3 do volume com a dieta.

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

Na preparação da dieta foram homogeneizados, em liquidificador até formar uma  
pasta lisa: o feijão previamente cozido em microondas, a água e os ingredientes sólidos. O  
Agar foi misturados aos 250 mL de água e dissolvido em microondas por aproximadamente 3  
minutos e adicionado aos demais ingrediente. A dieta, ainda quente, foi distribuída em tubos  
de ensaio autoclavados. O procedimento foi realizado em capela de fluxo laminar esterilizada  
com radiação ultravioleta para diminuir os riscos de contaminação.

Os tubos de ensaio foram, após conter as lagartas, posicionados na horizontal sobre  
bancada em sala climatizada com temperatura de  $28 \pm 2$  °C, UR de  $60 \pm 20$  e fotofase de 12  
horas.

As pupas de *S. frugiperda* foram mantidas em tubos de ensaio e os adultos em  
gaiolas confeccionadas com canos de PVC (20 cm de altura e 10 cm de diâmetro) tampados  
com placa de petri e alimentados com solução de mel (10 %) e água.

## 1 **Montagem do experimento**

2

3 De cada extrato foram pesadas cinco concentrações (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg,  
4 250 mg) e adicionadas a 100 g da dieta artificial de Bowling (1967), ainda morna e colocadas  
5 nos tubos de ensaio. Após a solidificação da dieta, lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda*,  
6 foram inoculadas. As observações da mortalidade foram feitas com auxílio do toque de um  
7 pincel de pêlos.

8 Foram estudadas as seguintes variáveis: tempo larval, viabilidade larval, período pupal,  
9 peso de pupas, viabilidade de pupas, longevidade de adultos e tempo médio de morte larval  
10 dos insetos usados no ensaio. Os cálculos do tempo médio de morte foram calculados pela  
11 fórmula:

12

$$13 \quad TM = \Sigma (D1 \times N1 + D2 \times N2 + \dots + Dn \times Nn) / \text{Total de larvas mortas pelo extrato}$$

14 Onde: TM = tempo médio de morte média

15 D= dia de avaliação

16 N= número de larvas mortas pelo extrato

17

18 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as amostras por não  
19 apresentarem variâncias homogêneas foram submetidas à análise não-paramétrica, sendo  
20 realizado o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Os tratamentos foram dispostos  
21 em cinco repetições e quatro parcelas e constituídos por dois extratos (extrato etéreo da  
22 semente e extrato etéreo da polpa) e as cinco doses. A testemunha foi a dieta de Bowling  
23 (1967) sem extrato.

24

## 25 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

26

27 No presente experimento as doses 50, 150 e 250 mg/ 100 g de dieta provocaram tempo  
28 médio de morte de 2 dias após inoculação das lagartas recém eclodidas na dieta contendo os  
29 extratos etéreos da polpa (ETRP) (Tabela 2) . Esta variável não apresentou diferença  
30 significativa em relação às doses nos tratamentos e a testemunha não foi avaliada por falta de  
31 dados, demonstrando ter sido significativamente diferente dos tratamentos contendo *P.*  
32 *tuberculatum*. As doses 20, 50, 150 e 250 mg apresentaram as melhores respostas no extrato  
33 etéreo das sementes (ETRS). Deve-se considerar que larvas recém eclodidas, são mais  
34 sensíveis aos fatores ambientais e especialmente a inseticidas que larvas de idade mais

1 avançada, então quando se aumentou a dose dos extratos a resistência dos insetos foi  
 2 diminuída. Nas doses 150 e 250 mg do ETRP, as larvas não conseguiram se alimentar e  
 3 morreram logo que expostas ao extrato.

4  
 5 **Tabela 2.** Tempo médio de morte larval, tempo larval, viabilidade larval, viabilidade de pupas, período pupal,  
 6 peso de pupas e longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda* criadas em dieta artificial de Bowling  
 7 (1967) com diferentes concentrações dos extratos etéreos de polpa e sementes de *Piper tuberculatum*.

Dose (mg)	Tempo médio de morte (dias)	Tempo larval (dias)	Viabilidade larval (%)	Viabilidade de Pupas (%)	Período pupal (dias)	Peso de pupas (mg)	Longevidade de adultos (dias)
10	6.60 a	7.18 b	25.00*	-	12.00*	233.00*	-
20	3.65 a	4.37 b	-	-	-	-	15.00*
50	2.10 a	2.87 b	50.00*	25.00*	4.00*	188.00*	-
150	2.00 a	-	-	-	-	-	-
250	2.00 a	-	-	-	-	-	-
0	26.00 *	24.45 a	95.00	75.00	8.15	187.00	7.92
10	8.18 a	12.65 ab	37.50 b	37.50 ab	8.45 a	192.25 a	14.00 a
20	4.33 ab	7.62 bc	37.50 b	25.00 b	8.75 a	229.00 a	-
50	2.06 b	4.50 bc	25.00*	-	1.00*	50.00*	-
150	3.60 ab	2.20 bc	-	-	-	-	-
250	2.10 b	0.68 c	-	-	-	-	-
0	26.00*	24.45 a	95.00 a	75.00 a	8.15 a	187.00 a	7.92 b

8 \*Valor de uma só repetição, dado não analisado estatisticamente. Médias seguidas de mesma letra, na coluna  
 9 limitada pela hachura, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5 % de probabilidade.

10  
 11 Com relação ao tempo larval, o tratamento ETRP diferiu da testemunha em todas as  
 12 doses estudadas. Através dos dados de viabilidade de pupa e tempo larval é possível observar  
 13 que todas as larvas tratadas com as doses 10, 20, 150 e 250 mg / 100 g de dieta, morreram  
 14 logo nos primeiros dias. Nas doses 150 e 250 mg/ 100 g de dieta, referente ao ETRP, todas as  
 15 larvas morreram logo que foram expostas a dieta contendo o extrato. Este fato demonstra que  
 16 neste caso a morte foi causada pelo contato das larvas com *P. tuberculatum* já que as mesmas  
 17 não tiveram tempo de se alimentar. Em observação visual foi possível perceber que as larvas  
 18 logo que inoculadas na dieta se contorciam e imediatamente morriam. O fato do extrato ser  
 19 ardente, picante, pode ter provocado esta reação.

20 A atividade dos metabólitos secundários de *P. tuberculatum*, tem sido estudada na  
 21 farmacologia e há algum tempo na entomologia. Pohlit et al. (2004) atribui a toxicidade do  
 22 extrato metanólico de *P. tuberculatum* ao dilapiol. Os extratos das folhas, frutos e talos foram  
 23 avaliadas sobre larvas de *Aedes aegypti*. Os resultados comprovaram alta letalidade à  
 24 espécie estudada, matando 100 % das larvas. Navickiene et al. (2007) atribui a toxicidade de

1 *P. tuberculatum* a presença da amida isobutílica 4,5-diidropiperlonguminina. A amida 4,5-  
2 diidropiperlonguminina foi encontrada em várias partes da planta como folhas, frutos,  
3 sementes e raízes. Esta substância foi extraída em metanol e avaliada sobre larvas de  
4 *Diatraea saccharalis*. O valor de DL<sub>50</sub> ficou entre as doses maiores que 0,08 mg e menores  
5 que 0,10 mg i. a./ inseto.

6 No tratamento ETRS apenas as larvas tratadas com a dose 10 mg se igualaram as larvas  
7 do tratamento testemunha para a variável tempo larval e os melhores resultados foram  
8 conseguidos com as doses 20, 50, 150 e 250 mg, onde o tempo larval médio variou de zero a  
9 quatro e meio significando morte das larvas e não encurtamento desta fase dos insetos.

10 Em todos os tratamentos a viabilidade larval de *S. frugiperda* foi afetada pelos extratos  
11 etéreos de *P. tuberculatum*. Enquanto a viabilidade larval no tratamento testemunha foi de  
12 95 %, a viabilidade no tratamento ETRP foi muito baixa não sendo possível a análise  
13 estatística visto que não haviam dados suficientes. Nas doses 10 e 50 mg apenas uma  
14 repetição apresentou resposta. Já nas doses 150 e 250 mg tanto no ETRP quanto no ETRS a  
15 viabilidade larval foi de 0 %.

16 Em observação visual pode-se verificar que o ETRS proporcionou viabilidade larval de  
17 *S. frugiperda* mais alta que no ETRP, sendo de 37,5 % nas doses 10 e 20 mg/ 100 g de dieta,  
18 tendo estas diferido da testemunha. No tratamento ETRS na dose 50 mg apenas uma lagarta  
19 chegou a fase de pupa, mas não completou o ciclo biológico. E as doses 150 e 250 mg  
20 provocaram 100 % de mortalidade nos insetos logo nos três primeiros dias. Miranda et al.  
21 (2002) avaliaram a mortalidade larval às 24, 48 e 72 horas de lagartas de terceira instar de  
22 *Alabama argillaceae* tratadas com aplicações tópicas de *P. tuberculatum*. Os resultados  
23 mostraram que em 72 horas a DL<sub>50</sub> foi de 219 mg de extrato de sementes elaborados a partir  
24 de diclorometano-etanol (2:1) por lagarta.

25 A viabilidade de pupas também foi afetada pelos extratos. Nesta variável é possível  
26 perceber que o ETRP foi mais eficiente que o ETRS, pois quando se observa as doses 10 e  
27 20 mg de cada extrato, o ETRS possuiu viabilidade de pupas de 37,5 e 25 %,   
28 respectivamente, enquanto que no ETRP nenhum inseto chegou a fase de pupa nas referidas  
29 doses.

30 No ETRS as larvas tratadas com as doses 10 e 20 mg conseguiram chegar a fase pupal,  
31 sendo que os insetos tratados com a dose 10 mg se igualaram a testemunha, apresentando  
32 viabilidade pupal de 37, 5 e 75 %, respectivamente.

33 As variáveis período pupal, peso de pupas e longevidade de adultos no tratamento  
34 ETRP não passaram por análise estatística por não apresentarem dados suficientes, apenas

1 dados isolados, já que as larvas morreram logo nos primeiros dias de avaliação. As larvas  
2 tiveram tempo larval médio que variou de 2,87 a 7,18 dias.

3 Com relação ao ETRS, a variável período pupal, não houve diferença significativa  
4 entre a testemunha e as doses 10 e 20 mg. Apenas uma lagarta alcançou a fase de pupa na  
5 dose 50 mg do ETRS. Logo que a metamorfose ocorreu foi possível observar que a pupa  
6 estava morta, pela ausência de movimentos e pela consistência amolecida do inseto. E na  
7 dose de 20 mg apesar de os insetos terem alcançado a fase pupal, não se transformaram em  
8 adultos.

9 Os resultados deste trabalho corroboram vários trabalhos envolvendo a toxicidade da  
10 família Piperaceae, por exemplo a atividade larvicida contra *A. aegypti*, que foi descoberta no  
11 óleo essencial de quatro espécies de *Piper* da região Amazônica, sendo elas: *P.*  
12 *gaudichaudianum*, *P. permucronatum*, *P. humaytanum* e *P. hostmanianum* (MORAES et al.,  
13 2007 apud FACUNDO et al., 2008). O extrato de *P. nigrum* também tem ação inseticida,  
14 com eficiência de 100 %, a partir dos 10 min de exposição sobre *Callosobruchus maculatus*.  
15 A principal causa da alta mortalidade de *C. maculatus* com extrato de *P. nigrum* é a piperina,  
16 principal componente dessa planta (ALMEIDA et al., 2004). Lima et al. (2009) estudando a  
17 atividade inseticida de *Piper hispidinervum* sobre *S. frugiperda* constataram que esta planta  
18 causa redução alimentar e mortalidade, sendo o safrol (82 %) seu constituinte majoritário.

## 19 20 **CONCLUSÕES**

21  
22 Em laboratório, os extratos etéreos da polpa e das sementes de *P. tuberculatum* são  
23 eficientes inseticidas quando administrados a lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda* a  
24 partir da dose 10 mg/ 100 g de dieta artificial de Bowling (1967), no ETRP e 20 mg no  
25 ETRS.

26 O extrato etéreo da polpa de *P. tuberculatum* tem efeito mais rápido e eficiente que o  
27 extrato etéreo das sementes de *P. tuberculatum* provocando 100 % de morte de *S. frugiperda*,  
28 em todas as doses estudadas.

29  
30  
31  
32  
33  
34

1 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

2  
3 ALMEIDA, S. A.; ALMEIDA, FRANCISCO, A. C.; SANTOS, N. R.; ARAÚJO, M. E. R.;  
4 RODRIGUES, J. P. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Callosobruchus*  
5 *maculatus* (Fabr., 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). **Revista Brasileira de**  
6 **Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 67-70, jan-mar, 2004.

7  
8  
9 BOWLING, C. C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on common artificial diet.  
10 **Annals of the Entomological Societ of America**. College Park, v. 60, n. 6, p. 1215-6, 1967.

11  
12  
13 CASTRO, M. J. P.; SILVA, P. H. S.; PÁDUA, L. E. M. Atividade de extrato de *Piper*  
14 *tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista Ciência**  
15 **Agronômica**. v. 39, n. 3, p. 437-442, jul-set, 2008.

16  
17  
18 CUNICO, M. M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D.; CARVALHO, J. L. S., PEITZ, C.;  
19 AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Estudo da atividade antifúngica de *ottonia*  
20 *martiana* miq., piperaceae: um teste *in vivo*. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 77-82,  
21 Jul.- Dez./2003. Disponível em:  
22 <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/viewFile/526/439>>. Acesso em: 23  
23 de mar. de 2010.

24  
25  
26 DEQUECH, S. T. B.; SAUSEN, C. D.; LIMA, C. G.; EGEWARTH, R. Efeito de extratos de  
27 plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.:  
28 Chrysomelidae), em laboratório. **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 41-46, mar. de 2008.

29  
30  
31 FACUNDO, V. A., POLLLI, A. R.; RODRIGUES, R. V.; MILITÃO, J. S. L. T.;  
32 STABELLI, R. G.; CARDOSO, C. T. . Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e  
33 frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum* H. B. K. **Acta Amaz.**,  
34 Manaus, v. 38, n. 4, Dec. 2008 . Disponível em:  
35 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0044-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672008000400018&lng=en&nrm=iso)  
36 [59672008000400018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672008000400018&lng=en&nrm=iso)>. Access on 12 May 2010.

37  
38  
39 FIGUEIREDO, R. A. & SAZIMA, M. Pollination biology of Piperaceae species in  
40 southeastern Brazil. **Annals of Botany** v. 85, p. 455-460, 2000.

41  
42  
43 GUIMARÃES, E. F. & GIORDANO, L. C.. S. Piperaceae do Nordeste Brasileiro I: estado  
44 do Ceará. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 84, p. 21-46, 2004.

45  
46  
47 LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; MELO, B. A.; RODRIGUES, V. G.;  
48 GUIMARÃES, P. L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper*  
49 *hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E.  
50 Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Amazonica**. v. 39, n. 2. P. 377 – 382, 2009.



- 1 MIRANDA, J. E.; OLIVEIRA, J. E. M.; ROCHA, K. C. G.; BORTOLI, S. A.;  
2 NAVICKIENE, H. M. D.; KATO, M. J.; FURLAN, M. Potencial inseticida do extrato de  
3 *Piper tuberculatum* (piperaceae) sobre *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera:  
4 Noctuidae). **Revista Brasileira Oleos Fibros**. Campina Grande, v.6, n.2, p.557-563, maio-  
5 ago. 2002.  
6  
7
- 8 NAVICKIENE, H. M. D.; MURATA A. T.; MIRANDA, J. E.; VESCOVE, H. V.; FONTES,  
9 P.; VIEIRA, L.; BORTOLI, S. A. D.; KATO, M. J.; BOLZANI, V. S.; PAREDES, G. E. D.;  
10 FURLAN, M. Teste de susceptibilidade à aplicação da amida isobutílica 4,5  
11 diidropiperlonguminina em broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* - Lepidoptera:  
12 Pyralidae). **Pest Management Science**, Londres, v. 63, p. 399-403, 2007.  
13  
14
- 15 PERES, F.; OLIVEIRA-SILVA, JEFFERSON, J.; DELLA-ROSA, H. V.; LUCCA, S. R.  
16 Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência Saúde**  
17 **Coletiva** [online]. 2005, v.10, suppl., pp. 27-37. ISSN 1413-8123. Acesso em: 23 de jan. de  
18 2010.  
19
- 20 POHLIT, A. M.; QUIGNARD, E. L. J.; NUNOMURA, S. M.; TADEI, W. P.; HIDALGO,  
21 A. F.; PINTO, A. C. S.; SANTOS, E. V.M.; MORAIS, S. K. R.; SARAIVA, R. C. G.; MING,  
22 L.C.; ALECRIM, A. M.; FERRAZ, A. B.; PEDROSO, A.C. S.; DINIZ, E. V.; FINNEY, E.  
23 K.; GOMES, E. O.; DIAS, H. B.; SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, L. C. P.; DON, L. C.;  
24 QUEIROZ, M. M. A.; HENRIQUE, M. C.; SANTOS, M.; LACERDA JÚNIOR, O. S.;  
25 PINTO, P. S.; SILVA, S. G.; GRAÇA, Y. R. Screening of plants found in the State of  
26 Amazonas, Brazil for larvicidal activity against *Aedes aegypti* larvae. **Acta amazônica**. v. 34,  
27 n. 1, p. 97 – 105, 2004.  
28  
29
- 30 RAPADO, L. N. **Efeito moluscicida de extratos de Piperaceae no vetor da**  
31 **esquistossomose *Biomphalaria glabrata***. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência  
32 Animal) Universidade de São Paulo, São Paulo 2007.  
33  
34
- 35 SILVA, W. C.; D'ARC RIBEIRO, J.; SOUZA, H. E. M.; CORRÊA, R. S. Atividade  
36 inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae),  
37 praga de importância econômica no Amazonas. **Acta amazônica**, V. 37, n. 2, p.293 – 298,  
38 2007. Disponível em : <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0044](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S004459672007000200017&lng=en&nrm=iso)  
39 [59672007000200017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S004459672007000200017&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 23 Apr. 2010.  
40  
41
- 42 VIEIRA, C. P.; FERNANDES, B. J. Plantas inseticidas. In: SIMÕES, C. M. et al. (org.).  
43 **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/ Florianópolis: UFRGS/ UFSC,  
44 1999. p. 739-753.  
45

### **CAPÍTULO 3**

**DETERMINAÇÃO DO EFEITO INSETICIDA DO EXTRATO ETANÓLICO DE  
*Piper tuberculatum* JACQ. (PIPERACEAE) SOBRE *Spodoptera frugiperda* (SMITH,  
1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

1        **DETERMINAÇÃO DO EFEITO INSETICIDA DO EXTRATO ETANÓLICO DE**  
2        ***Piper tuberculatum* JACQ. (PIPERACEAE) SOBRE *Spodoptera frugiperda* (SMITH,**  
3        **1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

4  
5        RUTY DE SOUSA MELO<sup>1\*</sup>, LUIZ EVALDO DE MOURA PÁDUA<sup>2</sup>, ANTÔNIA MARIA  
6        DAS GRAÇAS LOPES CITÓ<sup>3</sup>

7  
8        **RESUMO:** Os metabólitos secundários das plantas podem ser fontes inesgotáveis de  
9 estudos, pois tem a função de defender as plantas contra organismos externos e assim podem  
10 ser usados na elaboração de inseticidas naturais. *Piper tuberculatum* é uma planta do gênero  
11 *Piper* que produz substâncias com atividade inseticida. Assim, avaliou-se o potencial  
12 inseticida dos extratos etanólicos das sementes e polpa de *P. tuberculatum* sobre *Spodoptera*  
13 *frugiperda*. A dieta de Bowling contendo os extratos foi colocada em tubos de ensaio e  
14 posteriormente, colocadas as larvas recém eclodidas de *S. frugiperda*. O delineamento  
15 experimental utilizado foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram analisados pelo  
16 teste de Kruskal-Wallis, sendo eles: dois extratos (semente e polpa) e cinco doses (10 mg, 20  
17 mg, 50 mg, 150 mg e 250 mg por 100 g de dieta), sendo cinco parcelas por repetição. A  
18 testemunha foi à dieta sem extrato. As variáveis estudadas foram: tempo larval, viabilidade  
19 larval, período pupal, peso de pupas, viabilidade de pupas, longevidade de adultos e tempo  
20 médio de morte. Pôde-se concluir que o extrato etanólico da polpa de *P. tuberculatum*  
21 provoca 100 % de mortalidade larval em *S. frugiperda* nas doses a partir de 10 mg/ 100 g de  
22 dieta artificial de Bowling e o extrato etanólico das sementes provoca o mesmo percentual de  
23 mortalidade larval nas doses de 50 e 150 mg/ 100 g de dieta artificial.

24        **Palavras-chave:** planta inseticida, inseticida botânico, lagarta militar.

25  
26  
27  

---

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em.....; aceito em:.....

Dissertação do Mestrado em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, do primeiro autor.

e- mail: rutymelo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor associado II - UFPI, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Teresina – Brasil. Campus da Socopo, Ininga CEP: 64049-550 - Teresina, PI – Brasil. E-mail: lempadua@uol.com.br

1     **DETERMINATION OF THE INSECTICIDAL EFFECT OF ETHANOL EXTRACT**  
2     **OF *Piper tuberculatum* JACQ. (PIPERACEAE) ON *Spodoptera frugiperda* (SMITH,**  
3     **1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**  
4

5     **ABSTRACT:** The secondary metabolites of plants can be inexhaustible sources of studies, in  
6     that they have the function of defending the plants against external bodies and thus can be  
7     used in the preparation of natural insecticides. *Piper tuberculatum* is a plant of the genus  
8     *Piper* producing substances with insecticidal activity. Thus, we evaluated the insecticidal  
9     potential of ethanol extracts of the seeds and pulp of *P. tuberculatum* on *Spodoptera*  
10    *frugiperda*. Bowling's diet containing extracts were placed in test tubes and then placed the  
11    newly hatched larvae of *S. frugiperda*. The experimental design was randomized and the  
12    treatments were analyzed by Kruskal-Wallis, namely: two extracts (Seeds and pulp) and five  
13    doses (10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg and 250 mg per 100 g diet), being five parcels for  
14    repetition. The witness was the diet without the extract. The variables studied were: larval  
15    time, larval viability, pupal stage, pupal weight, viability of pupae, adult longevity and death  
16    average time. It was concluded that the ethanol extract of the pulp of *P. tuberculatum* causing  
17    100% larval mortality in *S. frugiperda* at doses from 10 mg / 100 g of Bowling's artificial  
18    diet and the ethanol extract of the seeds causes the same percentage of larval mortality at  
19    doses 50 and 150 mg / 100g of artificial diet.

20    **Keywords:** insecticide plant, botanical insecticide, fall army worm.  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31

---

<sup>3</sup> Professora associada II, UFPI, Departamento de Química, Laboratório de Produtos Naturais, Centro de Ciências da Natureza, UFPI, Teresina – Brasil. Campos Petronio Portela, Bloco 2, Ininga, CEP: 64049-550.

## 1 INTRODUÇÃO

2

3 O controle de pragas é geralmente realizado com produtos químicos sintéticos que  
4 acarretam diversos problemas, tais como resíduos nos alimentos, destruição de inimigos  
5 naturais, intoxicações, insetos resistentes, entre outros efeitos diretos e indiretos (ROEL et  
6 al., 2000).

7 A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é uma das principais pragas do milho.  
8 Até os 30 dias de desenvolvimento da cultura pode causar prejuízo de 15 %, já no  
9 florescimento de até 3 %. Os inseticidas praticamente são a única ferramenta utilizada para o  
10 controle de pragas da cultura do milho, principalmente os carbamatos, inibidores da síntese  
11 de quitina, espinosinas, organofosforados e os piretróides que podem ser utilizados mas há  
12 indícios de perda de eficácia. No milho, *S. frugiperda* é a praga que sofre as maiores pressões  
13 de seleção, devido principalmente ao número de aplicações de inseticidas a qual é submetida.  
14 Algumas regiões produtoras que cultivam milho no verão pulverizam a praga praticamente o  
15 ano todo e alguns grupos de inseticidas, como os inibidores da síntese de quitina, já mostram  
16 necessidade do aumento das aplicações e dosagens por hectare (BARROS, 2009).

17 A busca de outros métodos de controle inclui a utilização de produtos que sejam menos  
18 agressivos ao ambiente, dentre os quais podem ser citados os inseticidas de origem vegetal  
19 (ROEL et al., 2000).

20 Os metabólitos primários são compostos envolvidos nas funções básicas das  
21 plantas, tais como a respiração e a biosíntese dos aminoácidos e outros componentes  
22 necessários para sua sobrevivência. Os metabólitos secundários são específicos de  
23 algumas espécie, tem um papel na interação de uma planta com seu ambiente, que  
24 pode ser uma outra planta ou, por exemplo, em caso das plantas para atrair  
25 polinizadores, ou à defesa às pragas e às doenças e também estão relacionados com o  
26 sabor e a cor de nosso alimento (VERPOORTE et al., 2007).

27 Por muitos anos o metabolismo secundário das plantas foi negligenciado na  
28 ciência. Eram considerados produtos desnecessários nas plantas, sem função aparente.  
29 Gradualmente, o reconhecimento do papel importante de metabólitos secundários das  
30 plantas aumentou. Por exemplo, nos termos da resistência às pragas e à doenças  
31 (VERPOORTE, 1998; TAIZ & ZEIGER, 2004).

---

1 Existem critérios importantes usados na identificação de plantas que  
2 provavelmente possuem algumas destas substâncias e incluem: quimiotaxonomia,  
3 uso tradicional ou observações ecológicas da planta. As observações ecológicas  
4 podem ter originado na antiguidade. Os usos tradicionais das plantas são baseados em  
5 observações cuidadosas, por exemplo, preparações inseticidas que são derivadas das  
6 plantas não atacadas por insetos (VERPOORTE, 1998).

7 Dentre as plantas com propriedade inseticida, destacam-se aquelas pertencentes à  
8 família Piperaceae, incluindo-se, *Piper tuberculatum* Jacq., comumente conhecida por  
9 pimenta-de-macaco.

10 É também considerada planta medicinal com propriedades estimulante, carminativa  
11 (BRAGA, 1953 apud GUIMARÃES & GIORDANO, 2004) analgésica, sedativa e também  
12 como antiofídica (LANZMASTER et al., 2007). Do extrato etanólico dos frutos de *P.*  
13 *tuberculatum* foram obtidos e identificados dois esteróides, o  $\beta$ -sitosterol e o stigmasterol, em  
14 mistura, duas amidas, a piplartina e a dihidropiplartina, e um derivado do ácido cinâmico, o  
15 ácido 3,4,5-trimetoxi-dihidrocinâmico (BRAZ-FILHO et al., 1981; ARAÚJO-JÚNIOR et  
16 al., 1996; ARAÚJO-JÚNIOR et al., 1999; NAVICKIENE et al., 2000; CUNHA & CHAVES,  
17 2001; SILVA et al., 2002; CHAVES et al., 2003; MIRANDA et al., 2003 apud FACUNDO  
18 et al., 2008). O mesmo extrato, etanólico, das folhas, demonstrou atividade tripanocida  
19 (SILVA et al., 2007).

20 Objetivou-se neste estudo verificar o efeito do extrato etanólico de *P. tuberculatum*.

21

## 22 MATERIAL E MÉTODOS

23

24 O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia do Departamento de  
25 Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal do Piauí (UFPI).  
26 A espécie *P. tuberculatum* foi identificada no Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio  
27 de Janeiro pela Dr<sup>a</sup> Elsie Franklin Guimarães

28

### 29 Coleta e preparo das amostras de *P. tuberculatum*

30

31 Para o experimento foram usados frutos verdes de *P. tuberculatum* coletados na  
32 EMBRAPA Meio-Norte em área próxima ao Rio Poty, em Teresina – PI.

33 Logo após a coleta, os frutos foram processados no Laboratório de Nutrição Animal do  
34 Departamento de Zootecnia no CCA/ UFPI. Os materiais foram desidratado em estufa com

1 circulação forçada de ar por 72 horas à 65 °C e triturado em moinho de facas. As sementes  
 2 foram separadas durante a trituração dos frutos e posteriormente foram processadas em  
 3 moinho do tipo bola.

4 A preparação dos extratos vegetais das amostras (sementes e polpa) foi realizada no  
 5 Laboratório de Produtos Naturais do Departamento de Química do Centro de Ciências da  
 6 Natureza da UFPI.

7 Aproximadamente 500 g de amostra (sementes/ polpa) foram inicialmente extraídas  
 8 com hexano, solvente de baixa polaridade, à temperatura ambiente, durante três dias, sendo a  
 9 cada dia sonicada por 30 minutos e após esse período, o extrato foi filtrado para separação do  
 10 sobrenadante e do resíduo. Com o resíduo repetiu-se o procedimento por mais duas vezes. Os  
 11 sobrenadantes das três extrações foram reunidos e após a eliminação do solvente em  
 12 rotaevaporador os extratos obtidos foram congelados, liofilizados e assim produziu-se o  
 13 extrato hexânico (1). O resíduo após a extração com hexano foi submetido a extração com  
 14 éter etílico e etanol/ água (70: 30 %), seguindo o mesmo procedimento, para render, após a  
 15 eliminação dos solventes os extratos: hexânicos (1) - sementes: 9,45 g (1,89%) e polpa: 22,74  
 16 g (4,06 %); etéreo (2) - sementes: 9,01g (1,80 %) e polpa: 13,74 g (2,45 %) e etanólico (3) -  
 17 sementes: 11,98 g (2,39 %) e polpa: 16,91 g (3,01 %).

18

### 19 **Coleta e criação de *S. frugiperda***

20

21 As larvas foram coletadas em plantas de milho de aproximadamente 40 dias, na área  
 22 experimental do Departamento de Fitotecnia do CCA/ UFPI e criadas em tubos de ensaio  
 23 contendo como alimento a dieta artificial de Bowling (1967) (Tabela 1).

24

25 **Tabela 1.** Composição da dieta artificial de Bowling (1967) para manutenção da fase larval de  
 26 *Spodoptera frugiperda* em laboratório.

<b>Composição</b>	<b>Quantidade</b>
Feijão carioca	100,00 g
Levedura de cerveja	15,00 g
Ácido ascórbico	3,00 g
Nipagin (metilparahidroxibenzoato)	1,00 g
Benzoato de sódio	0,50 g
Formaldeído	1,00 g
Agar (+ 250 mL de água destilada)	9,00 g
Água destilada	375,00 mL

27 Obs.: quantidade suficiente para 100 tubos de ensaio de 8cm de altura por 1,5 cm de diâmetro, até 1/3  
 28 de dieta por tubo.

1 Para o preparo da dieta, o feijão previamente cozido, os ingredientes sólidos e a água  
2 foram triturados em liquidificador doméstico. Ao Agar foi adicionada água e dissolvido em  
3 microondas por aproximadamente 3 minutos e depois misturado as demais substâncias e  
4 batido em liquidificador até formar uma pasta homogênea. A dieta, ainda quente, foi  
5 distribuída em tubos de ensaio autoclavados. Após esfriar, as lagartas foram introduzidas.  
6 Todo o procedimento foi realizado em capela para evitar contaminações.

7 A criação foi mantida em sala climatizada com temperatura de  $28 \pm 2$  °C, UR de  $60 \pm$   
8 20 % e fotofase de 12 horas.

9 Na passagem da fase larval para fase de pupas os insetos foram colocados em tubos  
10 limpos e tampados com algodão. A fase adulta foi mantida em gaiolas de PVC de 20 cm de  
11 altura e 10 cm de diâmetro, tampadas com placas de petri de mesmo diâmetro. As gaiolas  
12 foram forradas com papel para receberem as posturas. As mariposas foram alimentadas com  
13 solução de mel a 10 %.

14

#### 15 **Aplicação dos extratos etanólicos na dieta artificial de Bowlig (1967)**

16

17 Do extrato etanólico das sementes e do extrato etanólico da polpa foram testados cinco  
18 concentrações: 10 mg, 20 mg, 50 mg, 150 mg e 250 mg. Cada concentração foi  
19 homogeneizada em 100 g da dieta, morna e colocada nos tubos até 1/3 do volume antes de  
20 solidificar. Após a solidificação, lagartas de *S. frugiperda* recém eclodidas foram inoculadas  
21 com auxílio de um pincel de pêlos.

22 Diariamente foi observado o desenvolvimento e mortalidade dos insetos. Para  
23 comprovar a mortalidade das larvas foi utilizado para o toque, um pincel de pêlos.

24 Variáveis estudadas: tempo larval, viabilidade larval, período pupal, peso de pupas,  
25 viabilidade de pupas, longevidade de adultos e tempo médio de morte larval que foi calculado  
26 pela fórmula:

27

28  $TM = \Sigma (D1 \times N1 + D2 \times N2 + \dots + Dn \times Nn) / \text{Total de larvas mortas pelo extrato}$

29 Onde: TM = tempo médio de morte média

30 D= dia de avaliação

31 N= número de larvas mortas pelo extrato

32

33

34



## 1 Procedimento estatístico

2

3 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as médias foram  
4 analisadas pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis porque as amostras não tiveram  
5 variâncias homogêneas. Os tratamentos foram dispostos em cinco repetições e quatro  
6 parcelas, sendo eles: dois extratos (extrato etanólico da semente e extrato etanólico da polpa)  
7 e as cinco doses. A testemunha foi a dieta de Bowling (1967) sem extrato. Foi realizada  
8 análise de sobrevivência para acompanhar a queda na sobrevivência dos insetos tratados com  
9 a menor dose e compará-los com a testemunha.

10

## 11 RESULTADOS E DISCUSSÃO

12

13 As larvas tratadas com a dose 250 mg no extrato etanólico da polpa (ETAP), tiveram  
14 um tempo médio de morte de apenas dois dias, tendo sido esta a dose com melhores  
15 resultados (Tabela 2). As doses 10, 20, 50 a 150 mg se igualaram a testemunha demonstrando  
16 que os insetos nestas doses demoraram mais tempo para morrer. No extrato etanólico das  
17 sementes (ETAS) todas as doses se igualaram a testemunha.

18

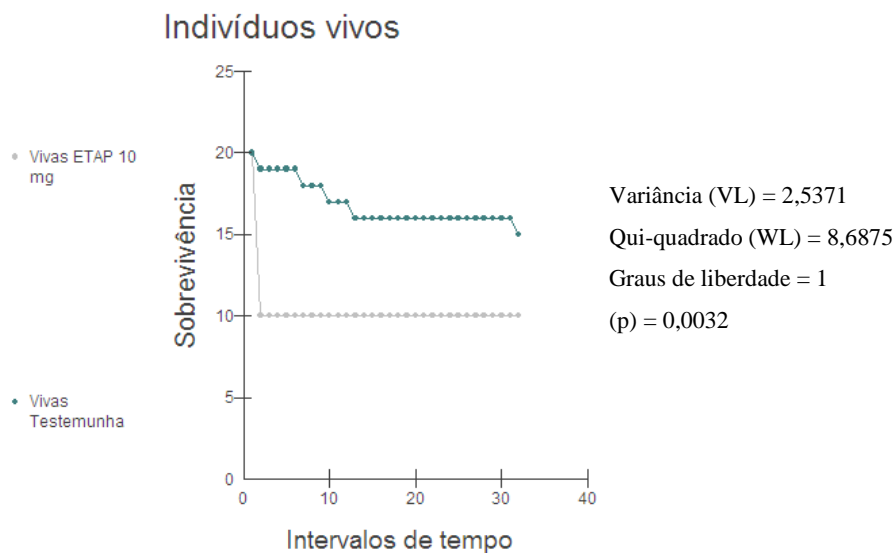
19 **Tabela 2.** Tempo médio de morte, tempo larval, viabilidade de pupas, período pupal, peso de pupas e  
20 longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda* mantidas em dieta artificial de Bowling (1967)  
21 contendo diferentes doses dos extratos etanólicos da polpa e sementes de *Piper tuberculatum*.

Dose (mg)	Tempo médio de morte (dias)	Tempo larval (dias)	Viabilidade larval (%)	Viabilidade de Pupas (%)	Período pupal (dias)	Peso de pupas (mg)	Longevidade de adultos (dias)
Extrato etanólico da polpa							
10	3.65 ab	3.75 b	25.00*	25.00*	9.00*	194.00*	10.00*
20	9.70 a	8.35 b	-	-	-	-	-
50	13.15 a	11.55 b	-	-	-	-	-
150	8.10 a	7.56 b	-	-	-	-	-
250	2.00 b	-	-	-	-	-	-
0	11.00 a	31.45 a	75.00	70.00	7.03	204.00	7.33
Extrato etanólico das sementes							
10	10.87 a	24.15 a	50.00 ab	37.50 a	7.18 a	168.50 b	4.25 a
20	7.91 a	13.75 ab	25.00 b	25.00 a	8.00 a	173.25 ab	5.75 a
50	2.58 ab	2.30 b	25.00*	25.00*	8.00*	174.00*	20.00*
150	2.20 ab	0.87 b	-	-	-	-	-
250	6.58 ab	13.12 ab	25.00 b	25.00 a	8.00 a	119.50 b	8.00 a
0	11.00 a	31.45 a	75.00 a	70.00 a	7.03 a	204.60 a	7.33 a

22 \*Valor único, não analisado por não ter havido repetições. Médias seguidas de mesma letra, na coluna  
23 limitada pela hachura, não diferem entre si pelo teste de kruskal-Wallis a 5 % de probabilidade.

24

1 Na figura 1 pode-se acompanhar a queda na sobrevivência das larvas tratadas com os  
 2 extratos da polpa.



5

6 **Figura 1.** Sobrevivência de larvas de *Spodoptera frugiperda*  
 7 tratadas com extrato etanólico da polpa de *Piper tuberculatum*  
 8 (ETAP) e com a testemunha.

9

10

11

12 A sobrevivência das larvas de *S. frugiperda* tratadas com o ETAP na dose 10 mg  
 13 apresentou uma queda brusca logo nos primeiros dias quando a grande parte dos insetos  
 14 testados morreu. A testemunha se manteve com a taxa de sobrevivência sempre acima do  
 15 ETAP dose 10 mg, sendo que quando houve queda na sobrevivência, esta queda foi bem mais  
 16 gradativa.

17 Na figura 2 pode-se observar o gráfico da análise de sobrevivência das larvas tratadas  
 18 com o ETAS dose 10 mg, nele observa-se que a taxa de sobrevivência das larvas tratadas com  
 19 o ETAP dose 10 mg foi mais baixa.

20

21

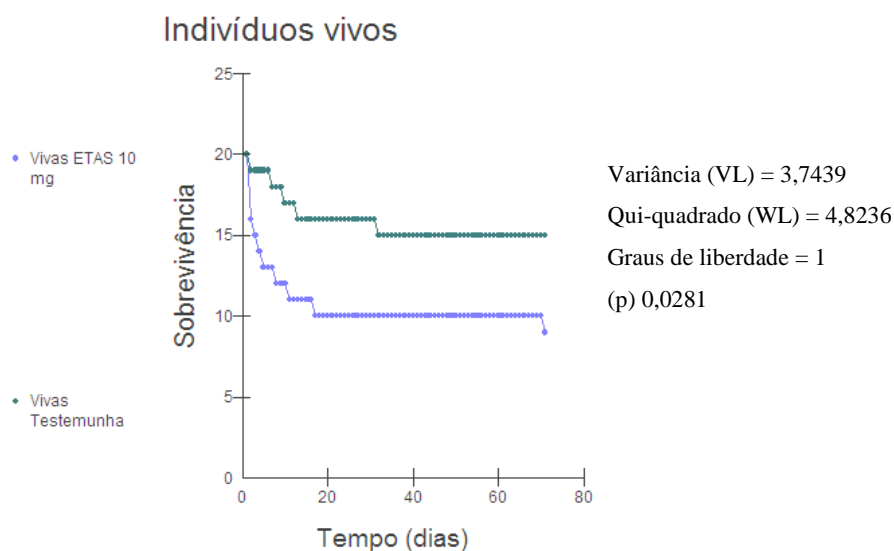
22

23

24

25

1  
2  
3  
4



5  
6  
7  
8  
9

**Figura 2.** Sobrevivência de larvas de *Spodoptera frugiperda* tratadas com extrato etanólico das sementes (ETAS) de *Piper tuberculatum* e com a testemunha.

10 O menor tempo larval provocado pelo ETAP foi na dose 250 mg. Todas as larvas  
11 tratadas nesta concentração morreram logo que entraram em contato com a dieta contendo o  
12 ETAP. No momento da inoculação as larvas se contorciam. Esse fato pode ter acontecido  
13 devido a ardência de *P. tuberculatum* e aos metabólitos secundários existentes nesta planta.

14 As demais doses do ETAP proporcionaram as larvas menores tempos larvais quando  
15 comparadas com a testemunha. Todas as larvas a partir da dose 20 mg morreram. Ao morrer  
16 as larvas tinha aparência escurecida e corpo amolecido. Mesmo algum tempo após a  
17 avaliação visual não foram atacadas por fungos, reforçando assim a ação antifúngica de *P.*  
18 *tuberculatum* já citadas por alguns autores como Navickiene et al. (2006) que estudando  
19 espécies brasileiras de Piperaceae revelaram a ocorrência de pyrones, lignoides e de chromenes  
20 além das várias amidas que mostraram que plantas desta família podem ser poderosas quanto  
21 a ação fungicida e inseticida.

22 O tempo larval está, neste caso, relacionado não somente com o efeito do extrato, mas  
23 também com a viabilidade larval. Ou seja, o fato de o ETAP na concentração 50 mg ter tido  
24 média de tempo larval de 11,55 dias, não significa que as larvas abreviaram seu ciclo em  
25 relação a testemunha, pois se for verificado a viabilidade larval é possível observar que

1 nenhum inseto sobreviveu, a viabilidade foi de 0 %. Os melhores resultados no tratamento  
2 ETAS foram observados nas larvas tratadas com as doses 50 e 150 mg, tendo as larvas  
3 tratadas com as demais doses se igualado aos resultados da testemunha.

4 Do extrato etanólico dos frutos de *P. tuberculatum* foram obtidos e identificados dois  
5 esteróides, o  $\beta$ -sitosterol e o stigmasterol, em mistura, duas amidas, a piplartina e a  
6 dihidropiplartina, e um derivado do ácido cinâmico, o ácido 3,4,5-trimetoxi-dihidrocinâmico  
7 (FACUNDO et al., 2008)

8 Silva et al. (2007) encontraram no extrato bruto de *P. tuberculatum* duas promissoras  
9 substâncias antichagásicas: piperina e piplartina. Estes mesmo autores comprovaram que o  
10 extrato etanólico desta planta tem ação tripanocida frente a forma epimastigota da cepa Y de  
11 *Tripanosoma cruzi* com CL 50 igual a 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . A atividade inseticida das piperamidas  
12 isoladas de *P. tuberculatum* foram estudadas também em bioensaio com o mosquito *Aedes*  
13 *atropalpus* L. e foi comprovada sua toxicidade ao inseto (SCOTT et al., 2002).

14 Navickiene et al. (2007) afirmaram que a toxicidade de *P. tuberculatum* é atribuída a  
15 presença da amida isobutílica 4,5-diidropiperlonguminina. Estes autores desenvolveram  
16 estudos da atividade inseticida da amida 4,5-diidropiperlonguminina em *Diatraea*  
17 *saccharalis*. A amida foi avaliada em diferentes concentrações nos insetos. O valor da DL<sub>50</sub>  
18 ficou entre as doses maiores que 0,08 mg e menores que 0,10 mg i.a./inseto. Concluíram  
19 neste trabalho que a substância apresenta grande potencial inseticida.

20 O dilapiol também foi responsabilizado pelo efeito inseticida de *P. tuberculatum* em  
21 experimento expondo *A. aegypti* a extratos metanólicos das folhas, frutos e talos desta planta,  
22 que se mostrou altamente letal a fase larval do inseto em teste (POHLIT et al., 2004).

23 O extrato etanólico, diluído em água e Tween, de *P. tuberculatum* foi avaliado por  
24 Sallet et al. (2008) e foi verificado elevado efeito tóxico em adultos de *Acanthoscelides*  
25 *obtectus* causando mortalidade de 100 % dos insetos que tiveram contato com papel  
26 contaminado pela a solução.

27 O extrato etanólico de *P. tuberculatum* foi bastante eficiente quanto à toxicidade a  
28 larvas de *S. frugiperda* em laboratório. A viabilidade larval dos insetos tratados com o ETAP  
29 de *P. tuberculatum* foi afetada, tendo todas as doses se diferido da testemunha. Nas doses a  
30 partir de 20 mg/ 100 g de dieta a viabilidade foi zero, sendo que na dose 10 mg apenas uma  
31 repetição apresentou resultado para esta variável e foi desconsiderada na análise estatística.  
32 O ETAS proporcionou diminuição da viabilidade larval a partir da dose 20 mg, sendo que a  
33 dose 10 mg se igualou a testemunha.

1 Estatisticamente, os melhores resultados, no referido extrato foram conseguidos na  
2 dose de 150 mg com viabilidade de 0 %. Esta dose em percentual corresponde a 0,15 % da  
3 dieta, estes resultados foram semelhantes a estudos semelhante realizados por Webber et al.  
4 (2009) com extrato alcoólico de *Stryphnodendron coriaceum* nas concentrações de 2 e 4 %  
5 que causaram 100 % de mortalidade de *S. frugiperda*.

6 A variável viabilidade de pupas no ETAP não foi analisado por insuficiência de dados e  
7 no ETAS a variável não foi afetada pelos extratos, sendo esta de 70 % na testemunha que foi  
8 estatisticamente igual às doses aplicadas que apresentou viabilidade larval de 37, 5 % na dose  
9 10 mg do ETAS e 25 % nas doses 20 e 250 mg. Este resultado também ocorreu em ensaio  
10 realizado por Santiago et al. (2008) onde verificaram que os extratos aquosos de *Ruta*  
11 *graveolens*, *Momordica charantia*, *Lippia sidoides* e *Ricinus communis* avaliados não  
12 diferiram estatisticamente entre si, indicando não terem influência sobre a viabilidade pupal  
13 de *S. frugiperda*. Porém nesse experimento o extrato aquoso de *R. communis* a 10 %  
14 promoveu aumento na duração da fase pupal diferindo significativamente da testemunha.

15 Nos insetos que sobreviveram, o período pupal não foi afetado pelos extratos tendo  
16 todos se igualado a testemunha. Barbosa et al. (2009) em avaliação da ação inseticida do  
17 extrato aquoso de folhas de capim citronela (*Cymbopogon nardus*) sobre *S. frugiperda*,  
18 também não obteve resultado significativo em relação ao período pupal.

19 Nos tratamentos com ETAS as doses 10 e 250 mg/ 100 g de dieta tiveram menor peso  
20 em relação a testemunha, tendo se igualado a dose 20 mg, porém, tendo esta, apresentando  
21 diferença significativa em relação a testemunha. Apesar de neste experimento o peso de  
22 pupas não ter sido bruscamente afetado pelos extratos, outros extratos vegetais tem  
23 apresentado efeito significativo nesta fase de desenvolvimento de *S. frugiperda* como ocorreu  
24 em experimento realizado por Roel et al. (2000) que testaram o extrato de acetato de etila de  
25 *Trichilia pallida* Swartz, na concentração de 0,006 % e verificaram que este extrato afetou a  
26 fase pupal, alongando a duração e reduzindo o peso sem afetar a viabilidade de *S. frugiperda*.

27 A longevidade de adultos não foi afetada pelo extrato em nenhuma das doses estudadas  
28 do ETAS.

## 30 CONCLUSÃO

31  
32 O extrato etanólico da polpa de *P. tuberculatum* provoca 100 % de mortalidade larval  
33 em *S. frugiperda* nas doses a partir de 10 mg/ 100 g de dieta artificial de Bowling (1967) e o

1 extrato etanólico das sementes provoca o mesmo percentual de mortalidade larval nas doses  
2 de 50 e 150 mg/ 100 g de dieta artificial de Bowling (1967).

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

1 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

2  
3 ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; CHAVES, M. C. O.; MEDEIROS, I. A. **Elucidação Estrutural**  
4 **dos Constituintes Químicos Isolados de *Piper tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum* e**  
5 **avaliação sobre o sistema cardiovascular de uma mistura contendo duas alcaloides:**  
6 **piperina e piperdardina. Produtos naturais e sintéticos bioativos. Dissertação (Mestrado em**  
7 **Ciência Animal), 1996. Disponível em:**  
8 **<[http://www.biblioteca.ufpb.br/catalogo\\_96\\_2000/campus1/prod96.htm](http://www.biblioteca.ufpb.br/catalogo_96_2000/campus1/prod96.htm)>. Acesso em 12 de**  
9 **dez. de 2009.**

10  
11  
12 ARAÚJO-JÚNIOR, J.X., CHAVES, M.C.O., CUNHA, E.V.L., GRAY, A.I. Cepharanone B  
13 from *Piper tuberculatum*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 27, p. 325-327, 1999.

14  
15  
16 BARBOSA, D. R. S.; FONTES, L. S. da; ARTHUR, V. Avaliação da bioatividade de extratos  
17 aquosos de folhas de *Momordica charantia* e *Cymbopogon nardus* aplicados em folhas de  
18 milho para o controle da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*. **Boletín de Sanidad**  
19 **Vegetal – Plagas**, v. 35, n. 4, p. 139-146, 2009.

20  
21  
22 BARROS, R. Pragas do milho safrinha. **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas**  
23 **de Inverno 2009.** Disponível em: <[http://www.google.com.br/#hl=pt-](http://www.google.com.br/#hl=pt-BR&source=hp&q=Manejo+de+Pragas+na+Cultura+do+Milho+safrinha&meta=&rlz=1R2SUNC_pt-BRBR374&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=dee40587a07e59bf)  
24 **BR&source=hp&q=Manejo+de+Pragas+na+Cultura+do+Milho+safrinha&meta=&rlz=1R2S**  
25 **UNC\_pt-BRBR374&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs\_rfai=&fp=dee40587a07e59bf**>. Acesso  
26 em: 03 de abr. de 2010.

27  
28  
29 BOWLING, C. C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on common artificial diet.  
30 **Annals of the Entomological Societ of America**. College Park, v. 60, n. 6, p. 1215-6, 1967.

31  
32  
33 BRAZ-FILHO, R., SOUZA, M.P., MATTOS, M.E.O. Piplartine-dimer A, a new alkaloid  
34 from *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 20, n. 2, p. 345-6, 1981.

35  
36  
37 CHAVES, M.C.O., JÚNIOR, A.G.F., SANTO, B.V.O. 2003. Amides from *Piper*  
38 *tuberculatum* fruits. **Fitoterapia**, v. 74, p. 181–183, 2003.

39  
40  
41 CUNHA, E.V.L., CHAVES, M.C.O. Two amides from *Piper tuberculatum* fruits.  
42 **Fitoterapia**, n. 72, p. 197-199, 2001.

43  
44  
45 FACUNDO, V. A.; POLLLI, A. R.; RODRIGUES, R. V.; MILITÃO, J. S. L. T.; STABELLI,  
46 R. G.; CARDOSO, C. T.. Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e frutos de *Piper*  
47 *tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum*. **Acta Amazônica**. v. 38, n. 4, p. 733-742,  
48 2008.

49  
50

- 1 GUIMARÃES, E. F.; GIORDANO, L. C.. S. Piperaceae do Nordeste Brasileiro I: estado do  
2 Ceará. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 84, p. 21-46, 2004.  
3  
4
- 5 LANZNASTER, D.; GADOTTI, V.M.; RODRIGUES, R.V.; FACUNDO, V.A.; SANTOS,  
6 A.R.S. Atividade antinociceptiva preliminar dos triterpenos extraídos da *Piper tuberculatum*  
7 Jacq. em camundongos. In: 6ª SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. 6.,  
8 2007. **Anais...** Santa Catarina. Disponível em:  
9 <[http://www.sepex.ufsc.br/anais\\_6/trabalhos/1123.html](http://www.sepex.ufsc.br/anais_6/trabalhos/1123.html)>. Acesso em 14 de jan.de 2010.  
10  
11
- 12 MIRANDA, J.E., NAVICKIENE, H.M.D., COUTO, R.H.N., BORTOLI, S.A., KATO, M.J.,  
13 BOLZANI, V.S., FURLAN, M. Susceptibility of *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) to  
14 pellitorine, an amide isolated from *Piper tuberculatum* (Piperaceae). **Apidologie**, v. 34, n. 4,  
15 p. 409–415, 2003.  
16  
17
- 18 NAVICKIENE, H.M.D., ALÉCIO, A.C., KATO, M.J., BOLZANI, V.S., YOUNG, M.C.M.,  
19 CAVALHEIRO, A.J., FURLAN, M. Antifungal amides from *Piper hispidum* and *Piper*  
20 *tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 621-626, 2000.  
21  
22
- 23 NAVICKIENE, H. M. D.; MORANDIM, A. A.; ALÉCIO, A. C.; REGASINI, L. O.;  
24 BERGAMO, D. C. B.; TELASCREA, M.; CAVALHEIRO, A. J.; GALOPES, M. N.,  
25 BOLZANI, V. D. S.; FURLAN, M.; MARQUES, M. O.M.; JOVENS, M. C.M.; KATO, M. J.  
26 Composição e atividade antifúngica de óleos essenciais de *Piper aduncum*, *Piper arboreum*  
27 e *Piper tuberculatum*. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 467-470, 2006.  
28  
29
- 30 NAVICKIENE, H. M. D.; MURATA A. T.; MIRANDA, J. E; VESCOVE, H. V.; FONTES,  
31 P.; VIEIRA, L.; BORTOLI, S. A. D.; KATO, M. J.; BOLZANI, V. S.; PAREDES, G. E. D.;  
32 FURLAN, M. Teste de susceptibilidade à aplicação da amida isobutílica 4,5-  
33 diidropiperlonguminina em broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* - Lepidoptera:  
34 Pyralidae). **Pest Management Science**, Londres, v. 63, p. 399-403, 2007.  
35  
36
- 37 POHLIT, A. M.; QUIGNARD, E. L. J.; NUNOMURA, S. M.; TADEI, W. P.; HIDALGO,  
38 A. F.; PINTO, A. C. S.;SANTOS, E. V.M.; MORAIS, S. K. R.;SARAIVA, R. C. G.; MING,  
39 L.C.; ALECRIM, A. M.; FERRAZ, A. B.; PEDROSO, A.C. S.;DINIZ, E. V.;FINNEY, E.  
40 K.; GOMES, E. O.;DIAS, H. B.;SOUZA, K. S.;OLIVEIRA, L. C. P.;DON, L. C.;  
41 QUEIROZ, M. M. A.; HENRIQUE, M. C.; SANTOS, M.; LACERDA JÚNIOR, O. S.;  
42 PINTO, P. S.; SILVA, S. G.; GRAÇA, Y. R. Screening of plants found in the State of  
43 Amazonas, Brazil for larvicidal activity against *Aedes aegypti* larvae. **Acta amazônica**. v. 34,  
44 n.1, p. 97 – 105, 2004.  
45  
46
- 47 ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Efeito do  
48 extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e  
49 sobrevivência da lagarta-do cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 53-58, 2000.



- 1 SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C.D.; MELO, R. P. V.; ARAÚJO, K. H. S.; FACUNDO, V.  
2 A. Efeito dos extratos etanólicos de *Momordica charantia*, *Piper tuberculatum*, *Solanum*  
3 *rugosum*, *Syzigium malaccensis* sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera:  
4 Bruchidae). In: 8ª SEMANA DE BIOLOGIA DA FACULDADE SÃO CARLOS. 8. 2008.  
5 São Paulo. **Anais...** São Paulo. Disponível em:  
6 <[http://www.saolucas.edu.br/mostracientifica/pdfs/EFEITO%20DOS%20EXTRATOS%20E%20TAN%20C3%93LICOS%20DE%20Momordica%20charantia\\_%20P%20\(1\).pdf](http://www.saolucas.edu.br/mostracientifica/pdfs/EFEITO%20DOS%20EXTRATOS%20E%20TAN%20C3%93LICOS%20DE%20Momordica%20charantia_%20P%20(1).pdf)>. Acesso em:  
7 17 de fev. de 2010.  
8  
9  
10  
11 SANTIAGO, G. P., PÁDUA, L. E. M., SILVA, P. R. R., CARVALHO, E. M. S., MAIA, C.  
12 B. EFEITOS DE EXTRATOS DE PLANTAS NA BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (J.  
13 E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) MANTIDA EM DIETA ARTIFICIAL. **Ciência**  
14 **e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 792-796, maio/jun., 2008.  
15  
16  
17 SCOTT, M.; PUNIANI, E.; DURST, T.; PHELPS, D.; MERALI, S.; ASSABGUI R.  
18 A.; SA NCHEZ VINDAS, P.; POVEDA, L.; PHILOGÈNE, B.J.R.; ARNASON, J.T.  
19 Insecticidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq. extracts: synergistic interaction of  
20 piperamides. **Agricultural and Forest Entomology**. v. 4, n. 2, p. 137-144(8), may 2002.  
21 Disponível em:  
22 <<http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/afe/2002/00000004/00000002/art00007>>.  
23 Acesso em: 23 de mar. de 2010.  
24  
25  
26 SILVA, R.V., NAVICKIENE, H.M.D., KATO, M.J., BOLZANI, V.S., MÉDIA, C.I.,  
27 YOUNG, M.C.M., FURLAN, M. Antifungal amides from *Piper arboreum* and *Piper*  
28 *tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 59, n. 5, p. 521-527, 2002.  
29  
30  
31 SILVA, F. C.; REGASINI, L. O.; PASSERINI, G. D.; AMBRÓSIO, D. L.; CICALI, R.  
32 M. B.; NAVICKIENE, H. M. D.; BOLZANI, V. S.; KATO, M. J.; FURLAN, M. Potencial  
33 anti-chagásico de amidas naturais e derivados semisintéticos de *Piper tuberculatum*  
34 (Piperaceae) In: Sociedade Brasileira de Química ( SBQ.) 30ª REUNIÃO ANUAL DA  
35 SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Águas de Lindóia. 2007. **Anais...** Águas de  
36 Lindóia. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T1031-1.pdf>>. Acesso  
37 em: 22 de març. de 2010.  
38  
39  
40 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. p. 310-334.  
41 VERPOORTE, R. Exploration of nature's chemodiversity: the role of secondary metabolites  
42 as leads in drug development. **Reviews Perspective. DDT** V. 3,n. 5, May 1998.  
43  
44  
45 VERPOORTE, R.; CHOI, Y. H.; KIM, H. K. NMR-based metabolomics at work in  
46 phytochemistry. **Phytochem.** Springer Science Business Media B.V. 2007.  
47  
48  
49 WEBBER, G. L.; PÁDUA, L. E. M; SILVA, P. R. R. **Efeito de extratos de barbatimão**  
50 ***Stryphnodendron coriaceum* (Benth) na biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)**

1 **(Lepidoptera: Noctuidae)** 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade  
2 Federal do Piauí, Teresina, PI. 2009.  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho constata-se que a pimenta-de-macaco é uma alternativa promissora ao uso de inseticidas convencionais comprovada pela sua toxicidade a *S. frugiperda*. Outro aspecto a ser considerado é a alta produção e facilidade de coleta de frutos e folhas que esta planta apresenta e sua abundância, rusticidade e adaptabilidade a diversas regiões do país tornando fácil sua aquisição e uso.

Diante dos resultados expostos nesta pesquisa pode-se perceber a necessidade de novos estudos relacionados aos efeitos inseticidas de *P. tuberculatum* como ensaios de campo, fracionamento das doses em intervalos menores, determinação da dose letal e tempo letal para os insetos em teste, isolamento das substâncias tóxicas e realização de novos ensaios biológicos com objetivo de identificar moléculas com potencial para se trabalhar na agricultura.

Os extratos elaborados neste trabalho apresentaram dificuldade de manipulação durante a homogeneização na dieta artificial de Bowling, devido a sua consistência oleosa e alta viscosidade, assim para realização de ensaios de campo, sugere-se o estudo de substância inerte a ser incorporada aos extratos para que estes possam ser avaliados em ensaios de campo nas doses estudadas nesta pesquisa.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Melo, Ruty de Sousa

M528e            Efeito inseticida das frações hexânica, etérea e etanólica de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae), sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). [manuscrito]

/ Ruty de Sousa Melo - 2010.

90f. il.

Cópia de computador (printout)

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Teresina, 2010.

Orientador: Luiz Evaldo de Moura Pádua. Co-Orientadora: Maria das Graças Lopes Citó.