



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS
MOLECULARES

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA DAS FOLHAS DE *Andira
paniculata* Benth (Fabaceae)**

ANA PAULA NUNES PEREIRA

ANÁPOLIS
AGOSTO DE 2012

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA DAS FOLHAS DE *Andira
paniculata* Benth**

ANA PAULA NUNES PEREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Moleculares da Universidade Estadual de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Moleculares (Físico-Química)

ORIENTADOR: PROF.DR. ANTÔNIO CARLOS SEVERO MENEZES

ANÁPOLIS
AGOSTO DE 2012

Pereira, Ana Paula Nunes.
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA DAS FOLHAS
DE *Andira paniculata* Benth – 2012.

83 folhas. il figuras.

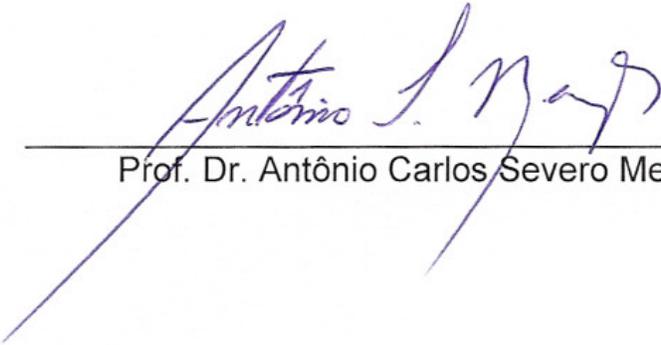
Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Severo Menezes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás,
2012.

1. atividade inseticida 2. *Spodoptera frugiperda* 3. *Atta
sexdens rubropilosa*. I. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
INSETICIDA DAS FOLHAS DE *Andira paniculata* Benth
(Fabaceae) .

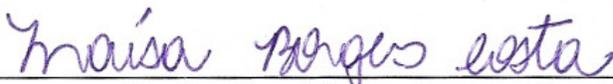
ANA PAULA NUNES PEREIRA

Dissertação apresentada ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Moleculares da Universidade Estadual de Goiás apresentada como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Moleculares.

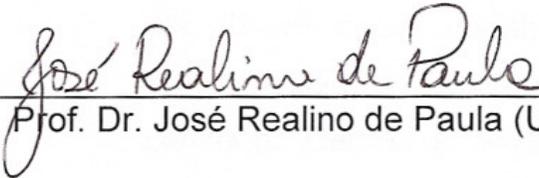
Aprovada por:



Prof. Dr. Antônio Carlos Severo Menezes (UEG)



Profa. Dra. Maísa Borges Costa (UEG)



Prof. Dr. José Realino de Paula (UFG)

Dedico este estudo às pessoas mais importantes de minha vida que sempre estiveram ao meu lado me dando apoio, carinho, amor, força, alegrias, compreensão e incentivo para continuar esse caminho. Dedico a vocês: Maria da Conceição (mãe), a meus irmãos (Ivani, Isabel, Clovis, Paulo Eduardo) ao meu amado (Victor Baptista) e a todos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força de sempre seguir em frente, me fazendo alcançar mais uma conquista.

À minha querida família por acreditarem na minha capacidade e por estarem sempre ao meu lado fornecendo apoio, confiança e carinho.

A meu amado e companheiro de caminhada Victor Baptista pelo carinho e amor sempre prestados e minhas sinceras desculpas pela falta de tempo de minha parte.

Ao Professor Antônio Carlos Severo Menezes, pelos ensinamentos e confiança depositada na realização deste trabalho.

As professoras Máisa Borges e Joelma pela contribuição e enriquecimento deste trabalho.

Ao professor Diego Palmiro pelo suporte e sugestões na estatística deste trabalho.

Ao professor Odair José do Laboratório de insetos sociais da UNESP de Rio Claro pelo experimento das formigas cortadeira *Atta sexdens rubropilosa*.

A pesquisadora Andreia da UFSCAr pelos experimentos em *Spodoptera frugiperda*.

A todos os meus queridos amigos do grupo de pesquisa Química de produtos naturais.

A meus amigos de laboratório Jennifer, Francisco, Marcos, Jois, Wellington pela companhia sempre agradável e pelas trocas de experiências.

Aos amigos de cotidiano: Alex, Gladson, Sheila, Adriana, Danyelle e Ednúbia pelos momentos de descontração e incentivo ao longo desta caminhada.

Aos técnicos dos laboratórios de Química: Senhor Fernando, Tia Valéria, Carminha, Dayane, Paula e Cris, por todo suporte técnico prestado.

Lembro e agradeço às demais pessoas que também deram sua parcela de colaboração, não havendo aqui, infelizmente, condições de a todos nominarem, mas que foram importantes em algum momento da minha vida.

Muito Obrigado a todos!

RESUMO

No Brasil as formigas cortadeiras e as lagartas-do-cartucho do milho se destacam como pragas, causando sérios danos à agricultura e, causam grandes perdas durante seu cultivo das mais variadas culturas agrícolas. A utilização de substâncias de origem vegetal representa uma alternativa ao controle dessas pragas por serem menos danosos ao ambiente. Este trabalho apresenta o estudo da atividade inseticida dos extratos das folhas da planta *Andira paniculata* Benth (Fabaceae), através de ensaio biológico sobre formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*) e em lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*) com o objetivo de avaliar a característica tóxica e sua atividade inseticida, através de testes *in vitro*. No teste de toxicidade para operárias de *Atta sexdens rubropilosa* o método de incorporação dos extratos da planta na dieta artificial foi o “dry mix”, onde essas dietas preparadas foram oferecidas a cinquenta operárias médias durante 25 dias para cada tratamento. No teste de atividade inseticida dos extratos da planta sobre operárias de *Spodoptera frugiperda* (Smith 1797), estes foram incorporados em uma dieta artificial descrita na literatura, seguindo o método de incorporação utilizado por diversos autores, foram utilizadas trinta lagartas recém eclodidas para cada tratamento e realizado acompanhamento ao longo do desenvolvimento até a transformação das pupas em vespas. Frente a operárias de *Atta sexdens rubropilosa* os três frações testadas (diclorometano, hexano e acetato de etila) provocaram alta mortalidade. Em *Spodoptera frugiperda* só houve diferença significativa do tratamento diclorometano na duração da fase larval, sendo menor que o controle.

Palavras-chave: atividade inseticida, *Spodoptera frugiperda*, *Atta sexdens rubropilosa*.

ABSTRACT

In Brazil, cutting ants and cartridge corn catter pillars stand out as pests, causing severe damage to agricultura and cause big losses during cultivation of many diverse crops. The usage of vegetable origion substances represents an alternative to control these pests due to being less harmful to the environment. This work presents the study of insecticide activity of the extract of the leaves from *Andira paniculata Benth*(Fabaceae), though biotesting in cutting ants (*Atta sexdens rubropilosa*) and incarthidge corn catter pillars(*Spodoptera frugiperda*)with the goal of evaluating its toxic characteristic and insecticide activity, throung *in vitro* tests. In the toxicity testing to workers of *Atta sexdens rubropilosa*, the method of incorporation of the plant extract to the artificial diet was the “dry mix”, when these diets were prepared and affered to fifty medium sized workers for 25 days to each treatment. In the insecticide activity of the plant extract over workers of *Spodoptera frugiperda*(Smith 1787), these were incorporated to an artificial diet described in the literature, following the method of incorporation used to each treatment and a monitoring was held during the development process until the transformation of the pupae into wasps. To workers of *Atta sexdens rubropilosa* three tested fractions (dichloromethane, hexane, ethyl acetate) caused high mortality rates. In *Spodoptera frugiperda* there was a meaningful difference only during dichloramethance theatment in the larval stage lasting, being lesser than the control.

Keywords: insecticide activity, *Spodoptera frugiperda*, *Atta sexdens rubropilosa*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 PRODUTOS NATURAIS	5
2.2 INSETICIDAS NATURAIS	6
2.3 METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS	7
2.4 CERRADO.....	11
2.5 FAMÍLIA FABAEAE OU LEGUMINOSAE	12
2.6 GÊNERO ANDIRA	13
2.7 <i>Andira paniculata</i> Benth	15
2.8 <i>Atta sexdens rubropilosa</i> , formigas cortadeiras.....	16
2.9 <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) lagarta-do-cartucho do milho.....	20
2.10 AGROTÓXICOS.....	22
2.11 PLANTAS UTILIZADAS COMO INSETICIDAS NATURAIS	23
3. OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GERAL.....	30
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	31
4.1 MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E REAGENTES UTILIZADOS.....	32
4.2 MATERIAIS BOTÂNICOS	32
4.3 TESTE IN VITRO PARA TOXICIDADE DE <i>Andira paniculata</i> PARA OPERÁRIAS DE <i>Atta sexdens rubropilosa</i>	34
4.4 TESTE DE ATIVIDADE INSETICIDA DE <i>Andira paniculata</i> SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 TOXICIDADE DE <i>Andira paniculata</i> PARA OPERÁRIAS DE <i>Atta sexdens</i> <i>rubropilosa</i> (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)	38
5.2 TESTE DE ATIVIDADE INSETICIDA DE <i>A. paniculata</i> SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO (<i>Spodoptera frugiperda</i>) ..	40
5.2.1 Duração da Fase Larval.....	40
5.2.2 Duração da Fase Pupal em Dias	43
5.2.3 Massa Pupal	47
5.2.4 Mortalidade Larval e Pupal	51

6. CONCLUSÕES	54
7. PERSPECTIVAS FUTURAS	56
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo biossintético dos metabólitos secundário	10
Figura 2: Foto de <i>Andira paniculata</i> Benth, coletada na área de preservação do Cerrado, situada na Base aérea de Anápolis	16
Figura 3: Simbiose entre as formigas cortadeiras e o fungo <i>L. gongylophorus</i>	17
Figura 4: Esquema de um ninho ou formigueiro de <i>Atta sexdens rubropilosa</i>	18
Figura 5: Foto da lagarta do cartucho do milho (<i>S. frugiperda</i>) na fase larval	20
Figura 6: Foto de folhas de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>)	25
Figura 7: Foto da planta <i>Azadirachta indica</i> A. Juss, conhecida popularmente como nim	27
Figura 8: Fluxograma de fracionamento do extrato etanólico das folhas de <i>Andira paniculata</i>	34
Figura 9: Foto do laboratório de análise de mortalidade das formigas cortadeiras (<i>Atta sexdens rubropilosa</i>)	38
Figura 10: Gráfico em barras de duração da fase pupal em função dos tratamentos	46
Figura 11: Gráficos das massas pupais em mg de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas pelos quatro tratamentos	49

LISTA DE TABELA

Tabela 1: massa de material vegetal utilizado para extração de componentes orgânicos	33
Tabela 2: Mortalidade acumulada e sobrevivência mediana (md) de operárias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> submetidas ao bioensaios de incorporação em dieta artificial com <i>A. paniculata</i>	39
Tabela 3: Tabela de duração da fase larval de todas as parcelas utilizadas no teste de atividade inseticida de <i>A. paniculata</i> sobre lagarta-do-cartucho do milho (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	41
Tabela 4: Análise estatística dos dados adquiridos durante a fase larval	42
Tabela 5: Teste aplicado nos tratamentos para análise da duração da fase larval	42
Tabela 6: Tabela de duração da fase pupal de todas as parcelas utilizadas no teste de atividade inseticida de <i>A. paniculata</i> sobre lagarta-do-cartucho do milho (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	43
Tabela 7: Análise estatística dos dados adquiridos durante a fase pupal	45
Tabela 8: Teste f aplicado nos tratamentos para a análise de duração da fase pupal	45
Tabela 9: Tabela da massa pupal de todas as parcelas utilizadas no teste de atividade inseticida de <i>A. paniculata</i> sobre a lagarta-do-cartucho do milho (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	48
Tabela 10: Médias das massas pupais de <i>S. frugiperda</i> alimentadas com dieta artificial incorporadas as frações orgânicas de <i>A. paniculata</i>	50
Tabela 11: Análise de variância da mortalidade larval de <i>S. frugiperda</i> alimentada com frações orgânicas de <i>A. paniculata</i>	51
Tabela 12: Análise de variância da mortalidade pupal de <i>S. frugiperda</i> alimentada com frações orgânicas e <i>A. paniculata</i>	52

LISTA DE ABREVIATURA

DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
APF	<i>Andira paniculata</i> folhas
APFE	<i>Andira paniculata</i> folhas etanol
APFE-H	<i>Andira paniculata</i> folhas etanol- hexano
APFE-DCI	<i>Andira paniculata</i> folhas etanol- diclorometano
APFE-Ac	<i>Andira paniculata</i> folhas etanol- Acetato de etila
APFE-W	<i>Andira paniculata</i> folhas etanol- hidroalcoólico
DP	Desvio padrão
CV	coeficiente de variância
EP	Erro padrão
SQ	Soma dos quadrados
gL	Graus de liberdade

Capítulo 1
Introdução

1 INTRODUÇÃO

O Brasil hospeda entre 15 a 20% de toda a biodiversidade do mundial, sendo considerado o maior planeta em número de espécies. Dados estatísticos indicam ainda que existam 55 mil espécies de plantas e cerca de 15 milhões de insetos, muitos completamente desconhecidos (BARREIRO; BOLZANI, 2009).

Com o aumento visível da população o homem sentiu a necessidade de maximizar a produção de alimentos melhorando o nível tecnológico do sistema de produção. Dentre as tecnologias adotadas, o controle de insetos praga contribuiu para tornar maior a produtividade e satisfazer a demanda por alimentos da população mundial(SANTIAGO, 2005).

Desde a antiguidade até a década de 1940 utilizavam-se produtos naturais, a partir do surgimento dos inseticidas sintéticos, representados pelo DDT (diclorodifenil-tricloroetano)(SAITO & LUCHINI, 1998). Em 1942 esses compostos passaram a ser usados em grande escala e de forma indiscriminada provocando intoxicações em homens e em insetos benéficos, contaminação do meio ambiente e deixando resíduos nos alimentos (VENDRAMIM; SCAMPINI,1997).

BOGORNÍ; VENDRAMIM (2003) afirmam que os problemas causados pelos inseticidas sintéticos induziram a retomada das pesquisas com plantas inseticidas em decorrência da necessidade de se encontrar compostos para controle de pragas que não contaminem o meio-ambiente, que não eliminassem os organismos benéficos, aparecimento de insetos resistentes e resíduos tóxicos nos alimentos. Essas características estão normalmente presentes na maioria dos inseticidas vegetais.

A diminuição na diversidade de moléculas sintéticas com atividade inseticida e o aumento nos custos de produção reforçam o interesse na busca de alternativas de substâncias tóxicas de origem vegetal (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000). As implantações do manejo integrado de pragas bem como o crescimento da agricultura orgânica também criaram um ambiente propício para o desenvolvimento de trabalhos com plantas inseticidas, as quais são alternativas no controle de pragas promovendo o desenvolvimento sustentável da agricultura na atualidade.

Os extratos de plantas são recomendados para pequenos e médios produtores, principalmente aqueles relacionados com o cultivo da produção orgânica (MARTINEZ, 2002). Com as plantas inseticidas obtêm-se inúmeras vantagens como: baixa toxicidade ao homem e animais, reduzida ação sobre os inimigos naturais e organismos benéficos, curta permanência no solo. A simplicidade do preparo dos extratos e seu baixo custo permitem que os mesmos sejam produzidos pelo próprio agricultor, quando necessário, reduzindo os custos de produção e a dependência de insumos externos (SAXENA, 1983; COSTA; BELO; BARBOSA, 1997; TAVARES, 2006).

Uma questão importante a ser considerada com relação à utilização de plantas inseticidas, é que as mesmas nem sempre provocam a morte dos insetos. Efeitos como inibição alimentar, redução de motilidade, inibição da biossíntese da quitina, inibição do crescimento, deformação de pupas, interferência com alguns transmissores envolvidos na regulação da biossíntese do ecdisônio e redução da fecundidade, são frequentemente observados e embora não causem efeito inseticida, estão de forma direta afetando o crescimento populacional e favorecendo a interação com outros métodos de controle como preconiza o manejo integrado de pragas (SOUSA; VENDRAMIM, 2001; TORRES; BARROS; OLIVEIRA, 2001; BORGONI; VENDRAMIM, 2003).

A dieta artificial é utilizada não somente para testar os efeitos bioativos de uma planta, mas em testar a nutrição mais adequada para insetos, toxicologia, genética e endocrinologia (SANTIAGO, 2005)

Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial inseticida dos extratos da folha da planta *Andira paniculata* Benth (Fabaceae) através de ensaio biológico sobre formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*) e em lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*).

Capítulo 2
Revisão Bibliográfica

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUTOS NATURAIS

Segundo Rates (2001), o uso de produtos naturais com propriedades terapêuticas é tão antigo quanto à civilização humana. A convivência e o aprendizado com os mais diferentes grupos étnicos trouxeram valiosas contribuições para o desenvolvimento da pesquisa em produtos naturais, como o conhecimento da relação íntima entre a estrutura química de um determinado composto e suas propriedades biológicas, além de direcionar o estudo de determinada propriedade (VIEGAS JUNIOR, BOLZANI, BARREIRO, 2006).

No final dos anos 60, grupos diferenciados da sociedade começaram a buscar modos de vida harmônicos com a natureza. Nos anos 80, o mercado de consumo na Europa e Estados Unidos da América absorveram esta tendência que levou a sociedade a exigir alimentos sem contaminação com pesticidas e outras substâncias tóxicas. Este movimento da sociedade conhecido como “onda verde” vem ampliando significativamente o interesse em produtos derivados de plantas como uma alternativa “natural” aos sintéticos com sua costumeira lista de efeitos indesejáveis. Esta onda tem levado empresas de distribuição de plantas medicinais na Europa a buscar em toda parte “produtos novos” para atender ao mercado em expansão (FERREIRA et al., 1998).

Os produtos conhecidos como naturais podem ser usados como medicamentos, como praguicidas para controle de insetos e pragas, doenças, nematóides, plantas daninhas etc. Tais compostos podem ser explorados diretamente ou indiretamente (ARNASON et al., 1990; BELL; FELLOWS; SIMMONDS, 1990).

O termo produto natural geralmente reservado para metabólitos secundários, que são moléculas produzidas por um organismo, essas moléculas não são estritamente necessárias para a sobrevivência do organismo, ao contrário das macromoléculas mais prevalentes como proteínas, ácidos nucléicos e polissacarídeos que compõem a máquina de base para os processos fundamentais da vida. Isolamento metabólitos secundários diferem das macromoléculas, pois são menores e quimicamente mais diversificados do que as proteínas relativamente

homogêneas, ácidos nucléicos e carboidratos, e os métodos de isolamento devem levar isso em conta (CANNELL,1998).

Um grande problema deve ser levado em conta, o fato de que a maioria das plantas são utilizadas com base no conhecimento popular (TUROLLA & NASCIMENTO, 2006), e muitas vezes as propriedades farmacológicas anunciadas não possuem validação científica, por não terem sido investigadas ou comprovadas em testes clínicos, observando-se também escasso conhecimento dos constituintes responsáveis pela atividade farmacológica, ou possíveis interações que envolvam as inúmeras moléculas presentes no extrato (CALIXTO, 2003).

2.2 INSETICIDAS NATURAIS

Os efeitos causados dos inseticidas naturais sobre os insetos são variáveis, podendo ser: tóxicos, repelentes, causador de esterilidade, modificadores do comportamento, ou redutores da alimentação (ARNASON et al., 1990; BELL, FELLOWS & SIMMONDS 1990).

Segundo Tavares (2006), podem ser citadas algumas vantagens e desvantagens da utilização de inseticidas naturais:

Vantagens

- Degradação rápida: Sobretudo em condições de alta luminosidade, umidade e chuva. Ou seja, esses produtos possuem menor persistência no ambiente reduzindo seu impacto a organismos benéficos, homem e ambiente.
- Ação rápida: Matam o inseto, paralisam ou reduzem sua alimentação quase imediatamente após sua aplicação.
- Baixa toxicidade a mamíferos: Muitos inseticidas botânicos têm baixa toxicidade a mamíferos e alguns na dose recomendada não são tóxicos ao homem, abelhas e outros mamíferos.
- Seletividade: São geralmente menos danosos a insetos e ácaros benéficos principalmente devido ao seu baixo efeito residual.
- Baixa fitotoxicidade: A maioria do inseticidas botânicos não são fitotóxicos.

Desvantagens

- Rápida degradação: Por isto podem ser exigidas muitas aplicações para se obter o controle satisfatório de ácaros e insetos-praga.
- Toxicidade a organismos não-alvo: Alguns inseticidas naturais como a nicotina e a rotenona são muito tóxicos a mamíferos e peixes, respectivamente.
- Disponibilidade e custo: Muitos inseticidas botânicos não estão disponíveis comercialmente e podem ser mais caros que os inseticidas orgânicos sintéticos.
- A falta de dados de pesquisa: A falta de resultados de pesquisa quanto a eficácia, efeitos secundários e toxicidade crônica.
- Os compostos bioativos podem variar conforme a espécie e variedade da planta, elementos climáticos (como luz, temperatura, umidade relativa e chuvas) e a posição geográfica do cultivo (latitude e altitude), horário de coleta, qualidade do solo, tratamentos culturais, fenologia da planta, etc.

2.3 METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

Uma das características dos seres vivos é a presença de atividade metabólica. O metabolismo nada mais é do que o conjunto de reações químicas que ocorrem no interior das células. No caso das células vegetais, o metabolismo costuma ser dividido em primário e secundário.

O metabolismo vegetal gera produtos denominados metabólitos primários e secundários. Os metabólitos que são primários, proteínas, lipídeos, glicídios e nucleotídeos possuem funções vitais ao organismo; os secundários são derivados do metabolismo primário e têm ação biológica que garante vantagens adaptativas e estão restritos a determinados grupos vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2004; CARDOSO et al., 2001). As substâncias medicinais extraídas das plantas são normalmente metabólitos secundários (SANTOS, 2004).

Os metabólitos secundários são compostos derivados biologicamente do metabolismo primário. Frequentemente tem um papel ecológico: atrativos de colonizadores, representam adaptações químicas à pressão ambiental ou defensores químicos contra microorganismos, insetos e predadores superiores. As atividades

biológicas das plantas medicinais são frequentemente atribuídos aos seus metabólitos secundários (CHAGAS, 2004)

Segundo Santos (2004) todos os seres vivos derivam de um precursor comum. Isso explica, por exemplo, porque as macromoléculas (carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos), que vem a ser constituintes químicos celulares, são essencialmente as mesmas, quer num organismo vegetal, quer animal. Por serem considerados processos essenciais à vida e comum as seres vivos, tem sido definidos como integrantes do metabolismo primário. Ou seja, o metabolismo primário compreende as várias reações químicas envolvidas na transformação de moléculas de nutrientes em unidades constitutivas essenciais das célula.

Vegetais, microrganismos e em menor escala em animais, pois apresentam um metabolismo diferenciado (enzimas, coenzimas e organelas) capaz de produzir e transformar e acumular outras substâncias não necessariamente relacionados de forma direta à manutenção da vida do organismo produtor. Nesse grupo, encontram-se substâncias cuja produção e acumulação estão restritas a um número limitado de organismos, sendo a bioquímica e o metabolismo específicos e únicos, caracterizando-se como elementos de diferenciação e especialização. A todo este conjunto metabólico costuma-se definir como metabolismo secundário, cujos produtos, embora não necessariamente essenciais para o organismo produtor, garantem vantagens para sua sobrevivência e para perpetuação da espécie, em seu ecossistemas (SANTOS, 2004).

Os metabólitos secundários, geralmente de estrutura complexa, baixo peso molecular, possuem atividades biológicas marcantes e, diferentemente dos metabólitos primários, apresentam-se em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas (BERG; LUBERT, 2008). Já foram considerados como produtos de excreção do vegetal no passado. No entanto, sabe-se que muitas dessas substâncias estão diretamente envolvidas nos mecanismos que permitem a adequação do produtor a seu meio. Assim, despertam grande interesse, não só pelas atividades biológicas exercidas pelas plantas em resposta aos estímulos do meio ambiente, mas também pela imensa atividade farmacológica que possuem.

Metabólitos secundários são produzidos por plantas, fungos, bactérias, protozoários, algas, insetos, animais marinhos, e outros seres. Nas plantas o

conjunto de compostos secundários é resultado do balanço entre a formação e eliminação desses compostos durante o crescimento da planta, sendo que esse equilíbrio é influenciado por fatores genéticos (que são fixos) e ambientais como luz, temperatura, tipo de solo, água, além de outros, que são variáveis. Entre as explicações sobre a origem de metabólitos secundários produzidos pelos organismos, está a pressão seletiva natural que inclui resposta a interações de competição, parasitismo, e modificações ambientais que alterem a disponibilidade de recursos. Como exemplos destes metabólitos, podemos citar as micotoxinas, toxinas produzidas por fungos, cuja ação pode impedir os insetos predadores, a ação dos antibióticos na defesa territorial e o odor usado para atrair insetos para dispersão de esporos (RAVEN; EVERT; CURTIS, 2007).

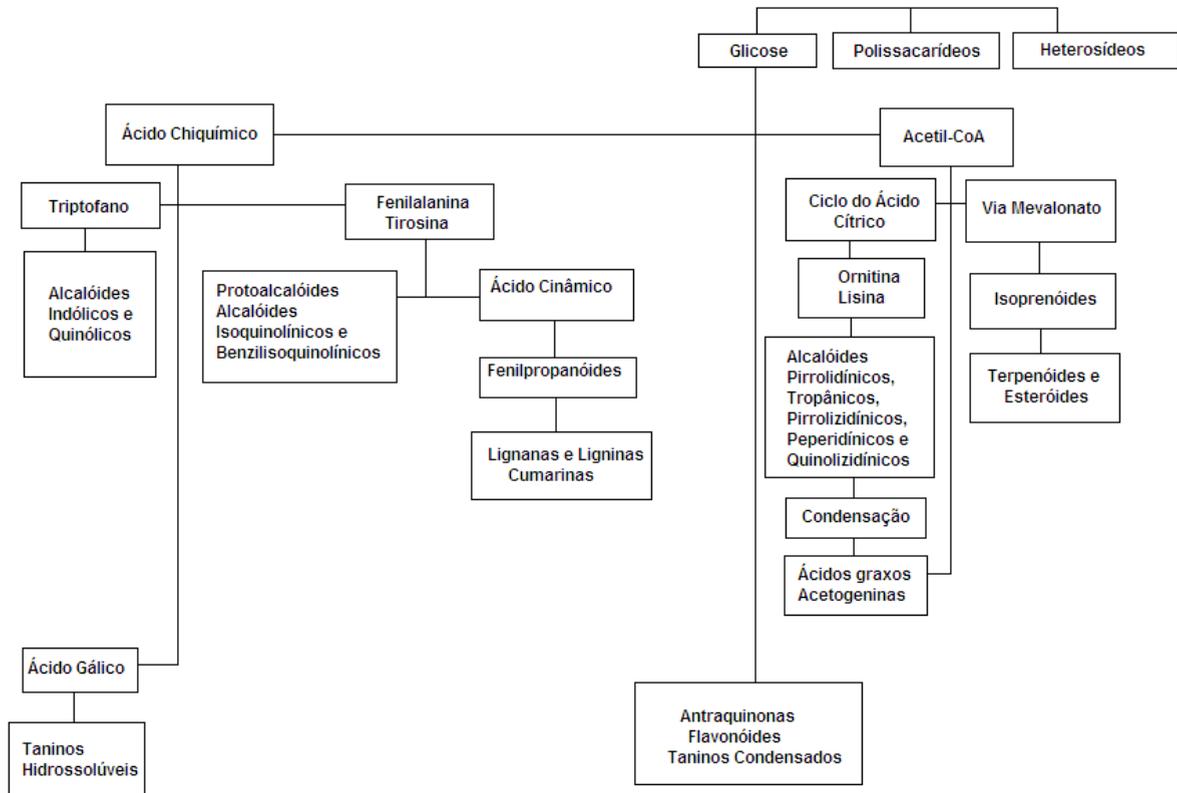
Muitos são de importância comercial não apenas na área farmacêutica, mas também nas áreas alimentar, agrônômica, perfumaria e outras (SIMÕES et al., 2003). Para estes autores a origem de todos os metabólitos secundários pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais: o ácido chiquímico e o acetato.

Nem sempre os princípios ativos de uma planta são conhecidos, mas mesmo assim ela pode apresentar atividade medicinal satisfatória e ser usada desde que não apresente efeito tóxico

A figura 1, apresenta o fluxograma do ciclo biossintético dos metabólitos secundários.

Figura 1 – Ciclo biossintético dos metabólitos secundários

Fonte: SIMÕES *et al.*, 2003, p. 411.



Baseando-se na origem biossintética, metabólitos secundários de plantas podem ser divididos em três grupos principais: (i), flavonóides e compostos fenólicos e aliados polifenólicos, (ii) terpenóides e (iii) nitrogenados, alcalóides e compostos contendo enxofre(CROZIER, 2006).

Segundo Lorenzi e Matos (2002) existem vários compostos de princípios ativos comumente encontrados em vegetais que apresentam atividades terapêuticas:

-Alcalóides: atuam no sistema nervoso central como calmante, sedativo, estimulante, anestésico analgésico, sendo que alguns podem ser cancerígenos e outros antitumorais.

- Mucilagens: tem ação cicatrizante, antiinflamatório, laxativo, expectorante, antiespasmódico.
- Flavonóides: ação antiinflamatória e fortalecedora dos vasos capilares, antiesclerótico, anti-dematoso, dilatador de coronárias, espamolítico, antihepatotóxico, colerético e antimicrobiano.
- Taninos: efeito adstringente, antimicrobiano, antioxidante e antidiarréico.
- Óleos essenciais: Possuem ação bactericida, antivirótico, cicatrizante, analgésico, relaxante, expectorante e antiespasmódico.

As plantas que contêm compostos aromáticos são usadas tradicionalmente na medicina popular, na indústria farmacêutica, na indústria de alimentos aumentando a vida útil dos alimentos, mostrando inibição de bactérias, fungos filamentosos e leveduras, na medicina alternativa e na de terapias naturais 25 (SARTORATTO et al., 2004).

O uso de extratos vegetais e fitoquímicos com finalidade medicinal é uma das mais antigas formas de aplicação medicinal da humanidade. A OMS estima que mais de 65% da população dos países desenvolvidos utilizem plantas medicinais para cuidados básicos com a saúde. Graças à atividade metabólica secundária dos vegetais superiores, estes produzem substâncias antibióticas como mecanismo de defesa contra predação por microorganismos, insetos e herbívoros (VEIGA JUNIOR et al., 2005)

2.4 CERRADO

O Cerrado se destaca por ser o segundo maior bioma da América do Sul aproximadamente 204,7 milhões de hectares ou 24% do território brasileiro presente em 12 estados da federação e no Distrito Federal (IBGE, 2004). Destaca-se mundialmente pelo seu alto grau de biodiversidade e ocorrência de espécies endêmicas, situação que resulta do mosaico de habitats característico das regiões abrangidas por esse bioma (LE BOURLEGAT, 2003).

Segundo Borlaug (2002) o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Forma um relevante conjunto de ecossistemas com cerca de 2.000.000Km², representando 25% do território nacional. Possui o segundo maior conjunto de animais da Terra e tem uma riqueza biológica estimada em 160.000

espécies de plantas e animais, que corresponde a 5% da flora e fauna mundiais (GUIMARÃES; SILVA; ANACLETO, 2006). O Cerrado com esta enorme área é ocupada por uma complexa vegetação que inclui diferentes fisionomias, determinadas primeiramente pela ação do fogo ou pela distribuição dos tipos de solo, ou pela combinação da ação dos fatores clima, solo, disponibilidade de água e nutrientes, geomorfologia e topografia, latitudes, pastejo e impacto de atividades antrópicas (RIBEIRO; WALTER 1998).

Este bioma apresenta clima tropical, vegetação peculiar, baixa fertilidade de solo, predomínio de uma longa estação seca, assim como, uma gama de materiais para a realização de estudos especializados na procura de novas drogas para diferentes doenças (MANS, ROCHA, SCHWARTSMANN, 2000).

Quanto à flora do Cerrado é muito antiga (Cretáceo) e os autores divergem quanto ao número de espécies que a compõe. Para Ratter & Dargie (1992) seria algo em torno de 700 espécies de árvores e arbustos de grande porte. Mendonça *et al.* (1998) relatam 6.671 táxons nativos, sendo 267 pteridófitas, duas gimnospermas e 6.060 angiospermas. A estimativa realizada por Castro *et al.* (1999), mostra o máximo de 2.000 espécies arbóreas e 5.250 espécies herbáceas e subarborescentes, portanto flora muito mais rica do que se pensava anteriormente.

Nas últimas décadas, o Cerrado tem recebido a ação direta do desenvolvimento da agricultura. Pivello & Coutinho (1996) afirmam que, quase todo o ambiente de Cerrado está sob intensa pressão humana e não é mais natural. Por este motivo deve-se envidar esforços no sentido de fornecer informações que possam contribuir para o conhecimento e subsidiar ações de preservação dos fragmentos existentes.

Muitas plantas dos biomas brasileiros, tais como o Cerrado, a floresta amazônica e a mata atlântica têm sido utilizadas como fármacos naturais pelas populações locais no tratamento de várias doenças tropicais, incluindo esquistossomose, leishmaniose, malária e infecções fúngicas e bacterianas. Além disso, muitas plantas exóticas foram introduzidas no Brasil desde a colonização e incorporadas na medicina popular (BUSSMANN, 2004).

2.5 FAMÍLIA FABACEAE OU LEGUMINOSAE

A família Fabaceae Lindl. (sensu APG II) ou Leguminosae Juss. é a terceira maior família de angiospermas compreendendo cerca de 727 gêneros e 19.325 espécies (LEWIS, 2005).

A família Fabaceae ou leguminosae encontra-se dispersa nas regiões temperadas, frias e também tropicais (CRONQUIST, 1981). De acordo com JOLY

(1998) a família das leguminosas encontra-se dispersa por todo o mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais.

São plantas de hábito muito variado, desde grandes árvores das matas tropicais a arbustos, subarbustos, ervas anuais ou perene e também muitas trepadeiras, vivem em diferentes altitudes e latitudes. As folhas são sempre de disposição alterna, compostas, pari ou imparipenadas, com estípulas ou estipelas as vezes transformadas em espinhos. As folhas podem se apresentar modificadas em gavinhas ou estar reduzida a dois ou um só folíolo. Folhas e folíolos de todas as ordens sempre com pulvinos (articulações) na base, nos pecíolos ou nos peciólulos, que permitem movimentos diurnos (às vezes muito rápidos) as folhas em resposta a variados agentes (VIRTUOSO, 2005).

Flores variadas sempre cíclicas, de simetria radial até fortemente zigomorfas, diclamídeas com cálice gamossépalo, pentâmero ou tetrâmero; corola dialipétala pentâmera ou tetrâmera na maioria das vezes com pétalas muito desiguais. Androceu formado por quatro a dez estames, livres ou soldados entre si. Ovário sempre súpero, unicarpelar e unilocular, às vezes divididos por falsos septos, com muitos óvulos, fruto variado em geral legume, seco, deiscente por duas valvas, do tipo lomento segmentando-se, seco e indeiscente ou ainda de pericarpo mais ou menos carnoso. Sementes às vezes envoltas em mucilagens ou polpa doce, ou com arilo ou testa duríssima. Todas vivem simbioticamente com certas bactérias capazes de fixar o nitrogênio do ar, encontradas nos conhecidos nódulos ou raízes (LORENZI; MATOS, 2002).

Caules por vezes de estrutura anômala frequentemente provido com vários tipos de pelos. Apresentam comumente cristais solitários de oxalato de cálcio em algumas células da epiderme ou parênquima. Frequente presença dispersa de células secretoras de tanino, gomas e outras substâncias como protoantocianinas, ácido cianogênico, mas não o ácido elágico e sem compostos iridóides, comumente produzem alcalóides especialmente dos grupos da piridina, quinolizidina e indol (CRONQUIST, 1981).

2.6 GÊNERO *ANDIRA*

O gênero *Andira* compreende o grupo de plantas popularmente conhecidos por angelins, representado por mais de 30 espécies distribuídas na América

Tropical, com uma espécie na África (Matos, 1979; Pennigton; Lima, 1995), sendo a maioria originária do Brasil (Matos, 1979). No Brasil, foram encontradas 27 espécies e 7 variedades, sendo que o maior número de espécies encontra-se na Amazônia (Matos, 1979). Devido às propriedades vermífugas, esse gênero foi utilizado na Europa desde 1755, por médicos e farmacêuticos de diversos países que preconizavam a industrialização das cascas, transformando-as em pó, com o qual procuravam obter uma droga de aplicação anti-helmíntica (Matos, 1979). Algumas espécies que pertencem ao gênero *Andira* ainda são utilizadas popularmente como antihelmínticas, apesar de seus efeitos tóxicos (Corrêa, 1984). Foi divulgado o estudo sobre a avaliação da ação anti-helmíntica dos extratos brutos de *Andira anthelmiae*, *Andira fraxinifolia*, sugerindo o extrato bruto da espécie *A. anthelmia* como um potente anti-helmíntico (SILVA; BORBA; BONFI, 2003).

Em trabalho realizado por da Silva et al. (2008) infusões contendo extratos da raiz de *A. anthelmia* podem ser indicativas de atividade antiparasitária, pois possui substâncias ativas que confirmam esta suposição com atividades terapêuticas interessantes. Porém, devido à alta toxidez as infusões de *A. anthelmia* devem ser administradas com certa precaução, não há estudos de dose segura para consumo humano sendo necessária uma avaliação toxicológica para seu uso popular como um medicamento vermífugo alternativo. O estudo biomonitorado do extrato metanólico das raízes de *A. anthelmia* conduziu ao isolamento das isoflavonas biochanina A e genisteína da fração acetato de etila; biochanina A 7-O- β -D-glicopiranosídeo, biochanina A 7-O- α -L-rhamnopiranosil-(1 \rightarrow 6)- β -D-glicopiranosídeo, biochanina A 7-O- β -D-apiofuranosil-(1 \rightarrow 5)- β -D-apiofuranosil-(1 \rightarrow 6)- β -D-glicopiranosídeo da fração *n*-butanólica e catequina da fração metanólica

Andira humilis Mart. Ex Benth. (Leguminosae, Papilionoideae) é uma espécie que ocorre no Cerrado, Cerrado ralo e Cerrado rupestre, distribuindo-se pelo Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco e São Paulo. De hábito subarborescente a arbustivo, atinge até um metro de altura (ALMEIDA *et al.* 1998). A multiplicação dessa espécie conhecida popularmente como Angelim rasteiro, Angelim-do-campo ou Mata-barata no campo ocorre predominantemente pela regeneração vegetativa por meio de só boles (FERRI 1969).

Handro (1969), estudando aspectos das plântulas e das unidades de dispersão de *A. humilis*, observou que suas populações nos Cerrados não estão limitadas à multiplicação vegetativa, embora tal comportamento deva ser o mais frequente, pois não existem impedimentos essenciais intrínsecos para a reprodução sexuada da mesma. Entretanto, é possível que a ocorrência de germinação em condições naturais se dê apenas em alguns anos, nos quais haveria coincidência de sucessivas circunstâncias favoráveis. Observações de campo permitiram levantar a hipótese de que poderia haver efeito alelopático de *A. humilis* sobre outras espécies vegetais, uma vez que esta espécie forma grupamentos homogêneos e prejudica o estabelecimento de outras.

2.7 *Andira paniculata* Benth

Andira paniculata Benth é conhecida pelos nomes populares Angelim doce e Mata-barata. *A. paniculata* está descrita por Silva Júnior (2005) como uma árvore venenosa usada como inseticidas nas comunidades do interior do Brasil, porém não há relatos de qual parte da planta é utilizada. A planta foi selecionada para o estudo, a fim de se conhecer algumas propriedades biológicas e químicas.

A partir dessas informações direcionou-se o trabalho a fim de testar sua potencialidade tóxicas do extrato fracionando das folhas de *A. paniculata* (Figura 2) frente as seguintes espécies de insetos: *Atta sexdens rubropilosa* e *Spodoptera frugiperda*.

FIGURA 2: Foto de *Andira paniculata Benth*, coletada na área de preservação do cerrado situada na Base Área de Anápolis.



2.8 *Atta sexdens rubropilosa*, FORMIGAS CORTADEIRAS

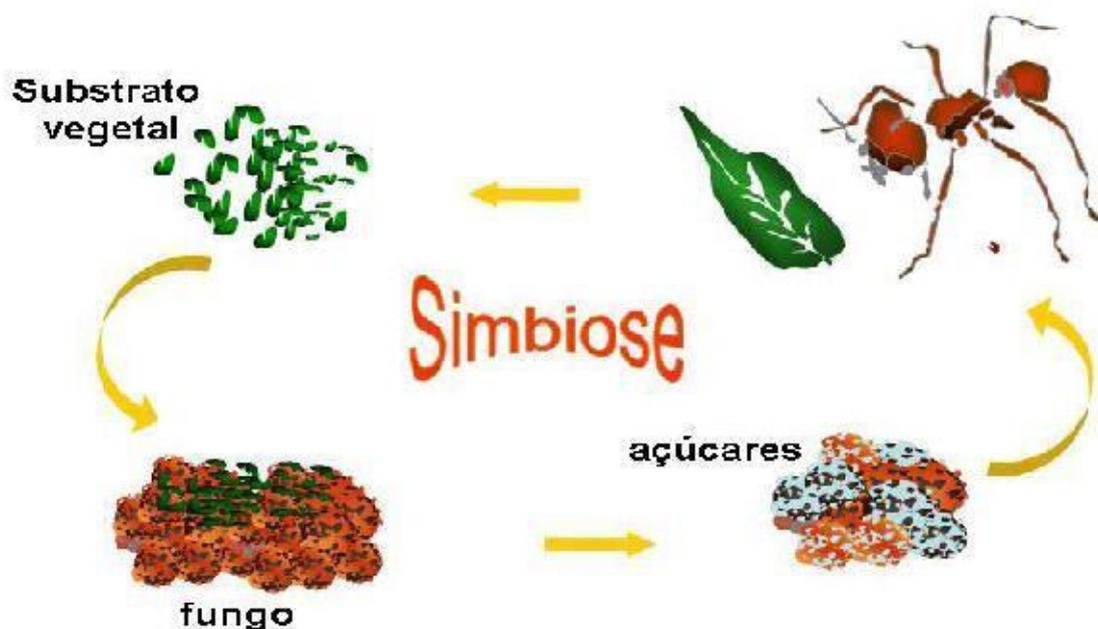
As formigas pertencem à classe Insecta, ordem Hymenoptera, família Formicidae, subfamília Myrmicinae, tribo Attini e são consideradas formigas cortadeiras todas as espécies do gênero *Atta*, popularmente conhecidas como saúvas; do gênero *Acromyrmex*, conhecidas como quenquéns e também algumas dos gêneros *Trachymyrmex*, *Sericomyrmex* e *Apterostigma*. Porém, o ninho destes três últimos gêneros são muito pequenos e os danos causados as plantações são insignificantes (JUSTI-JUNIOR *et al*, 1996).

Hoje são estimados que existam 15.000 espécies de formigas no mundo, das quais aproximadamente 10.000 foram descritas. Estas formigas são encontradas exclusivamente no continente Americano, distribuídas do Sul dos Estados Unidos até o Sul da Argentina. Os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, reúnem

todas as formigas cultivadoras de fungos simbiontes. As formigas cortadeiras possuem o hábito de cortar e transportar fragmentos de diversos vegetais, flores e sementes para seus ninhos subterrâneos, com o objetivo de utilizá-los como substrato para cultivar o fungo do qual se alimentam. Essas formigas são consideradas pragas severas de áreas cultivadas, pastagens e reflorestamentos, principalmente de *Eucalyptus* sp. e de *Pinus* sp.. Elas podem atacar desde mudas novas, no campo, até plantas adultas, e, se não forem controladas, podem inviabilizar plantações agrícolas e florestais, pois seu ataque se dá continuamente (PEREIRA, 2007).

FIGURA 3: Simbiose entre as formigas cortadeiras e o fungo *L.gongylophorus*.

FONTE: Simote (2006).



A figura 3 mostra o ciclo da simbiose que existe entre as formigas cortadeiras e o fungo, onde as formigas utilizam o fungo simbionte para promover esse processo de degradação, uma vez que não são capazes de degradar a pectina diretamente.

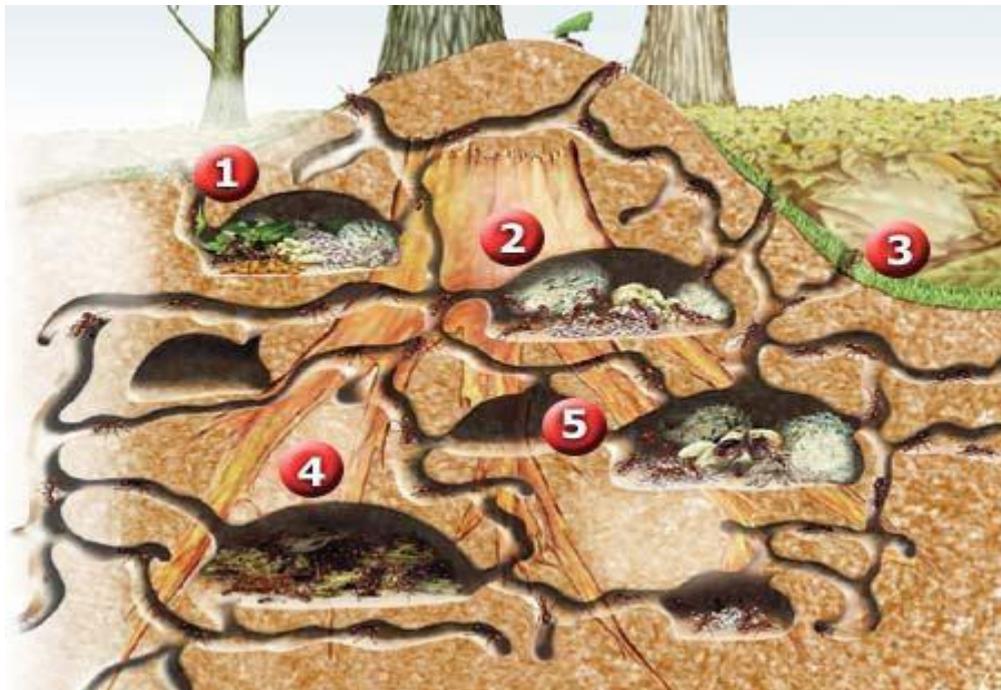
Uma característica que merece destaque é que as formigas cortadeiras são insetos eusociais, ou seja, uma colônia de formigas exibe fenômenos sociais, como

cuidados e cooperação entre companheiras de ninho; divisão de tarefas, em que cada casta realiza sua função e ainda a sobreposição de gerações.

A população das formigas cortadeiras é dividida em castas permanentes e temporárias. Os ninhos ou saueiros ou formigueiros são construídos no solo e podem ter dezenas a centenas de câmaras subterrâneas, também denominadas de panelas (Figura 4). Estas são ligadas entre si e com a superfície do solo por meio de galerias, podendo ocupar muitos metros quadrados e conter milhões de indivíduos (PEREIRA, 2007).

FIGURA 4 - Esquema de um ninho ou formigueiro de *Atta sexdensfrugiperda*: 1) câmara com larvas e pupas; 2) câmaras ou panelas; 3) câmara com soldados; 4) câmara com lixo 5) câmara com rainha

Fonte: Disponível em:
http://revistagalileu.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/1,3916,8038,29-3434-1,00.html.



O gênero *Atta* destaca-se dos demais, é um dos mais nocivos a um enorme número de culturas agrícolas e florestais no território brasileiro, dos insetos desfloradores, é considerado o grupo mais importante, por causa dos grandes danos gerados e a quantidade de recurso aplicado em seu controle (PERES-FILHO *et al*, 2002).

Atta sexdens rubropilosa (saúva-limão): Operária com cabeça pilosa e sem brilho e exala odor de limão ou erva-cidreira quando esmagada. As colônias apresentam grandes montes de terra solta (murundu), de formato irregular, sendo os orifícios de alimentação distantes do murundu. As formigas cortam exclusivamente folhas de dicotiledôneas (PEREIRA, 2007).

As formigas cortadeiras constituem um sério problema à agricultura brasileira e elas têm sido controladas, principalmente, utilizando-se inseticidas de origem sintética, que agem indiscriminadamente contra todos os insetos, inclusive os benéficos, causando desequilíbrio biológico além de sérios prejuízos, outro fator que está diretamente ligado a esse ataque é o desmatamento provocado para formação de culturas agrícolas, que acabam por se tornarem fonte de alimento para estas formigas. Compostos com maior especificidade (dirigidos ao controle das formigas cortadeiras), por ação fungicida, formicida ou ambos são bastante desejáveis (FERNANDES *et al*, 2002).

Existe uma variedade de espécies de plantas que são citadas como repelentes às formigas cortadeiras. Entretanto, as pesquisas ainda encontram-se em fase de testes de laboratório e campo, não existindo uma forma natural comprovadamente eficaz para o controle das formigas cortadeiras. Plantas como a hortelã, batata doce, salsa, cenoura e mamona já são citadas como repelentes às formigas cortadeiras. Diversas substâncias, como casca de ovo, farinha de osso e carvão vegetal quando reduzidos a pó fino e distribuídos em forma de estreita camada ao redor dos canteiros funcionam como protetores de plantas. Em locais com elevada umidade do ar este processo não funciona, pois a umidade agrega as partículas, facilitando a passagem das formigas e eliminando o efeito repelente destas substâncias (PEREIRA, 2007)

2.9 SPODOPTERA FRUGIPERDA (J.E. SMITH, 1797)- NOCTUIDAE LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) figura 5, é um dos principais insetos-praga da cultura de milho no Brasil, podendo reduzir a produção em 15 a 34% (GOUSSAIN, 2002).

Figura 5: Foto da lagarta do cartucho do milho (*S. frugiperda*), na fase larval.

Fonte: disponível em:

<http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=2067>



O ciclo de vida da lagarta consiste em: ocorre a oviposição, a lagarta eclode num período de três a cinco dias, iniciando sua alimentação em folhas abertas, raspando-as sem perfurá-las. A partir do 4º ínstar, ataca preferencialmente o cartucho da planta, consumindo grande parte da área foliar antes das folhas emergirem do cartucho e, em completo desenvolvimento, ataca todas as folhas centrais, chegando a destruir completamente o cartucho. Devido ao canibalismo, é comum encontrar-se apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho, podendo-se encontrar lagartas em ínstares diferentes num mesmo cartucho, separadas pelas lâminas das folhas. Em razão do número elevado de plantas hospedeiras, como milho, arroz, sorgo, soja, feijão, capins (papuã, milhã, capim-elefante, grama-seda), cana-de-açúcar, trigo, aveia, algodão, alface, batata, amendoim, dentre outras, somando-se o cultivo de milho na safrinha, as infestações de *Spodoptera frugiperda*

vêm aumentando progressivamente e, conseqüentemente, o número de aplicações de inseticidas para seu controle (SILVA, 1999).

O controle de pragas tem sido realizado normalmente com o uso de produtos químicos, que além de agressivos ao ambiente, nem sempre são eficientes. Na busca de alternativas ao uso desses produtos, têm sido estudadas outras técnicas como a utilização de inseticidas botânicos, o cultivo de variedades resistentes e até mesmo a associação destes métodos de controle (ROEL; VENDRAMIM, 1999). A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, é uma das principais pragas da cultura do milho, podendo seu dano levar à redução de até 34 % no rendimento de grãos, dependendo principalmente do estágio de cultura em que ocorre o ataque (VALICENTE, CRUZ 1991; CRUZ, 1995).

No milho, a lagarta é usualmente controlada usando agrotóxicos, empregados quando a desfolhação é notada nas plantações. No entanto, há diversos problemas associados ao uso de pesticidas, especialmente a possibilidade de resistência e a redução de predadores e insetos parasitoides que compromete o controle natural (CRUZ, 1995). Dessa forma, novas técnicas alternativas de controle vêm sendo buscadas, incluindo-se dentre elas, os inseticidas de origem vegetal. A busca de novos derivados vegetais tem sido intensificada já que de uma forma geral, os inseticidas naturais não são persistentes, ou seja, degrada-se com maior velocidade que os sintéticos, não deixando resíduos no alimento ou no meio-ambiente.

No manejo da lagarta-do-cartucho, a utilização de produtos químicos ainda é a principal tática recomendada, porém com um aumento considerável no custo de produção. Em algumas regiões brasileiras, são necessárias até dez aplicações de inseticidas para o controle dessa praga, possivelmente devido à resistência desse inseto aos ingredientes ativos utilizados (GOUSSAIN, 2002).

2.10 AGROTÓXICOS

A legislação federal sobre agrotóxicos e afins classifica tais elementos como: “(...)produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso no setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de floresta, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhante, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento” (Decreto nº 4.074, de janeiro de 2002).

O uso de determinadas substâncias com o intuito de controlar insetos e pragas remonta a Antiguidade clássica: gregos e romanos aplicavam arsênio e enxofre em suas lavouras, de acordo com Luna et al. (2006). Entre os séculos XVI e XIX americanos e europeus utilizavam o piretro e nicotina extraídos de plantas no controle de pragas. A partir do século XX foram desenvolvidos comercialmente produtos à base de cádmio, chumbo, mercúrio e cobre. Porém, a grande disseminação dos agrotóxicos ocorreu, segundo os autores, a partir da Segunda Guerra Mundial, com a descoberta de dois poderosos produtos: o DDT e o sharadam.

No Brasil, adotou-se o termo agrotóxico e deixou-se o uso do termo “defensivo agrícola” que, segundo Machado (2001), distorcia o conceito e fugia da terminologia internacional que utiliza os termos “pesticidas” ou “praguicidas” para tais produtos.

Para Peres et al. (2003) os agrotóxicos podem ser classificados segundo a sua função (praga que controlam), segunda a estrutura química de suas substâncias ativas (grupos químicos) e segundo os efeitos à saúde humana e o ambiente.

De acordo com sua função os agrotóxicos podem ser classificados em:

- a) Inseticidas: controlam insetos;
- b) Fungicidas: destroem e inibem fungos;
- c) Herbicidas: combatem plantas invasoras;
- d) Desfolhantes: eliminam folhas indesejadas;
- e) Fumigantes: combatem bactérias do solo;

- f) Raticidas: combatem ratos e outros roedores;
- g) Moluscocidas: combatem moluscos;
- h) Nematicidas: combatem nematoides;
- i) Acaricidas: utilizados no combate de ácaros;

Segundo Bahia (2002) é necessário classificar os inseticidas que pode pertencer a seguintes grupos:

- Organofosforados: são compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico, do ácido tiosfosfórico ou do ácido ditofosfórico. Ex: Folidol, azodrin, malation, diazinon, nuvacron, tantaron, rhodíatox;
- Carbamatos: são derivados do ácido carbâmico. Ex: Carbaril, tenfk,zeclram, furadan;
- Organoclorados: são compostos à base de carbono, com radicais de cloro. São derivados do clorobenzeno, do ciclo-hexano ou ciclodieno. Foram muito utilizados na agricultura, como inseticidas, porém seu emprego tem sido progressivamente restringido ou mesmo proibido. Ex: Aldrin, endrin, MtIC, DUr, endossulfan, heptacloro, lindasse, miraex;
- Piretróides: são compostos sintético que apresentam estruturas semelhantes apiretrina, substância existente em flores do *Chrysanthemum (pyrethrum) cinenariaefolium*. Alguns desses compostos são: aletrina, resmetrina, decametrina, cipermetrina.

2.11 PLANTAS UTILIZADAS COMO INSETICIDAS NATURAIS

As plantas vêm sendo utilizadas no controle de insetos e pode ser considerada uma técnica muito antiga, comum na cultura popular. Segundo Lorenzi (2002), a muito tempo, os homens buscam na natureza recursos para melhorar suas próprias condições de vida, aumentando suas chances de sobrevivência. A utilização de plantas com propriedades tóxicas, com o objetivo de combate pragas, foi uma técnica muito utilizada, até mesmo, principalmente antes da criação dos inseticidas sintéticos (MATA, 2007).

Segundo Moreira et.al. (2005), na Índia, há cerca de 4.000 anos, já eram utilizados inseticidas botânicos no controle de pragas e no Egito, durante a época dos Faraós, e na China, há 3.200 anos, usavam-se inseticidas extraídos de plantas para o controle de pragas de grãos armazenados.

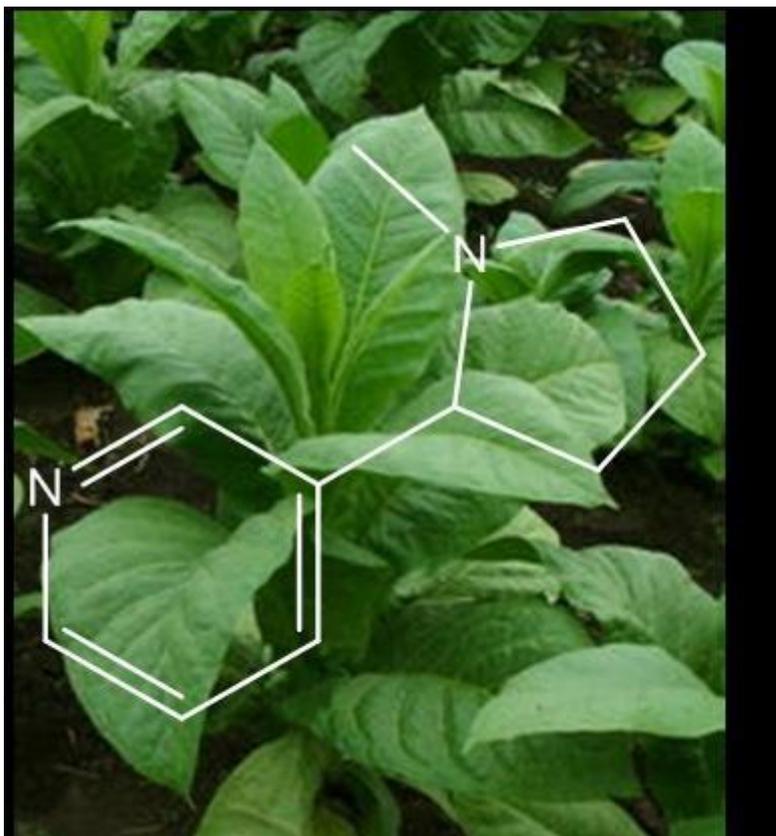
Todas as plantas possuem compostos que são essenciais ao seu desenvolvimento ou utilizados como defesa. Segundo Raven et al. (2001), os principais compostos produzidos pelas plantas são metabólitos primários, que são moléculas que se encontram em todas as células vegetais e são necessárias para a vida da planta, como os açúcares simples, os aminoácidos, as proteínas e os ácidos nucléicos. Os metabólitos secundários, ao contrário, são restritos em sua distribuição, e são importantes para a sobrevivência e a propagação das plantas que os produzem, funcionando como defesa contra herbívoros, patógenos ou competidores.

Seffrin (2006) cita que esses metabólitos são utilizados para defesa contra insetos, sendo que os efeitos mais importantes provocados pelas plantas no comportamento dos insetos estão relacionados à seleção hospedeira para alimentação. Raven et al. (2001) afirma que, na natureza, esses produtos químicos parecem ter um papel importante, restringindo a aceitabilidade das plantas onde elas ocorrem ou fazendo com que os animais as evitem completamente.

A nicotina obtida das folhas do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (Figura 6) como sendo um eficiente dissuasor do ataque de insetos herbívoros, como também os taninos encontrados em algumas plantas, com sabor adstringente. Os metabólitos secundários são extremamente diversos e variáveis e desempenham o papel de garantir a sobrevivência do organismo no habitat natural (MAIRESSE, 2007)

Figura 6: Foto de folhas de tabaco (*Nicotiana tabacum*).

Fonte: <http://www.ruralsementes.com.br/default.asp?tipo=1&secao=nim.asp>



Os derivados da planta podem causar diversos efeitos sobre os insetos, tais como repelência, inibição de oviposição e da alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (ROEL, 2001), podendo penetrar no organismo por ingestão, através do aparelho digestivo, por contato, atravessando o tegumento e através das vias respiratórias (GALLO, 2002). Porém, segundo Brunherotto; Vendramim (2001), a mortalidade dos insetos por inseticidas botânicos é apenas um dos efeitos e nem sempre esse deve ser o objetivo, sendo que o ideal é reduzir ou, se possível, impedir a oviposição e a alimentação do inseto e, conseqüentemente, o crescimento populacional da praga.

Os compostos com ação inseticida obtidos dos diversos órgãos das plantas são denominados inseticidas botânicos (MOREIRA et al., 2005). São produtos derivados de plantas com ação inseticida ou partes delas, podendo ser o próprio material vegetal, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou seus produtos

derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos, tais como o álcool, o éter, a acetona, o clorofórmio, etc. ou destilação. Segundo Vendramim (1997), há dois propósitos para a realização de pesquisas com plantas inseticidas: a descoberta de moléculas novas para obtenção de novos produtos sintéticos ou a obtenção de inseticidas botânicos naturais para uso direto no controle de pragas.

A avaliação da bioatividade de extratos botânicos pode ser feita em campo, em casa de vegetação ou em condições de laboratório. Em campo ou em casa de vegetação, utilizando-se parcelas tratadas ou não, o efeito pode ser determinado através da avaliação da população e da oviposição do inseto ou do dano sofrido pela planta. Em condições de laboratório, quando são oferecidas folhas provenientes de plantas tratadas e não tratadas, são avaliados a oviposição, consumo de alimento (em testes com e sem chance de escolha), duração do ciclo biológico, peso e tamanho, mortalidade das fases imaturas e da fase adulta, fecundidade, fertilidade e alterações morfológicas (VENDRAMIM, 1997). Pode, ainda, ser utilizado o ensaio de atividade tóxica, no qual o material a ser testado, após sua preparação, é aplicado no inseto, observando-se o índice de mortalidade em função do tempo (VIVAN, 2005).

As plantas, para serem utilizadas, devem ser secas de maneira individual, para não haver mistura de elementos voláteis e para não perderem seu princípio ativo. Ainda, nunca devem ser secas em estufas com temperatura superior a 40°C e, após a secagem, devem ser guardadas abrigadas da luz, da umidade, da poeira e de insetos (SIMÕES et al., 2003). A planta seca poderá ter validade de um ano, sendo que as raízes, a madeira e as sementes, de dois anos, se bem acomodadas (WENDLING, 2001). Segundo Simões et al. (2003), o período de armazenamento deve ser o menor possível, visto que, com o tempo, podem ocorrer perdas na quantidade e/ou qualidade dos princípios ativos.

As famílias botânicas mais estudadas, atualmente, como fonte de metabólitos secundários ou produtos naturais no controle de pragas agrícolas, são: Achantaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Asteraceae, Canelaceae, Celastraceae, Chenopodiaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Meliaceae, Moraceae, Piperaceae, Pteridaceae, Ranunculaceae, Rutaceae, Sapotaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Verbenaceae e Zingiberaceae (JACOBSON, 1989).

São muitas as espécies de plantas citadas que possuem ação inseticida. Roel, (2001), relacionou cerca de 2.000 plantas inseticidas com atividade tóxica para diversos insetos, catalogaram 2.400 espécies de plantas com propriedades úteis no controle de insetos, além de listarem cerca de 800 pragas controladas por essas plantas.

Dos compostos naturais comprovadamente bioativos, destacam-se o piretro, extraído do crisântemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev. (Asteraceae)), a nicotina proveniente de plantas de fumo (*Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae)), a rotenona, extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae) e a azadiractina, isolada do nim (*Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae)) (LAGUNES; RODRÍGUES, 1989).

Nim - Azadirachta indica A. Juss

Figura 7: Foto da planta *Azadirachta indica* A. Juss, conhecida popularmente como nim.

Fonte: disponível em:

<http://www.ruralsementes.com.br/default.asp?tipo=1&secao=nim.asp>



Dentro da família Meliaceae, destaca-se o nim (Figura 7), de origem asiática e considerada a planta inseticida mais importante do mundo (BRUNHEROTTO; VENDRAMIM, 2001). É indicada no combate de pragas de hortaliças, traças, lagartas, pulgões, gafanhotos, etc., sendo uma das plantas de maior potencial no controle de pragas, atuando sobre 95% dos insetos nocivos e já utilizada comercialmente em vários países do mundo (FAZOLIN, 2002). Além da

potencialidade como inseticida botânico, *A. indica* tem baixa toxicidade a mamíferos e rápida degradação no ambiente (BRUNHEROTTO, 2001).

O *nim* contém um grupo poderoso de substâncias inseticidas. Apresenta uma série de compostos limonóides, dentre os quais a azadiractina é o que ocorre em maior concentração e que apresenta maior atividade tóxica contra insetos (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000). Estudos mostram que a eficácia de compostos extraídos do *nim* está diretamente relacionada ao conteúdo de azadiractina, todavia, outros compostos presentes na planta também possuem atividade biológica, aumentando seu efeito inseticida e, possivelmente, reduzindo a probabilidade de resistência de insetos (BRITO, 2004).

Capítulo 3

Objetivos

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial inseticida dos extratos das folhas de *Andira paniculata* Benth (Fabaceae).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar os extratos orgânicos obtidos a partir das folhas de *A. paniculata* adicionados à dieta artificial de *Atta sexdens rubropilosa*.
- b) Avaliar os extratos obtidos das folhas de *A. paniculata* frente a dieta de *Spodoptera frugiperda*

Capítulo 4
Metodología Experimental

4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

4.1 MATERIAIS, EQUIPAMENTO E REAGENTES

A) Eluente utilizados para preparação dos extratos bruto

- Foram utilizados solvente PA da Merck;

B) Balança Analítica

- Mettler P163

C) Rotoevaporador rotativo

- Quimis modelo: Q344B

D) Moinho

- Moinho de facas tipo cróton Modelo MA-580

E) Material utilizado no ensaio inseticida *Spodoptera frugiperda*

- Água destilada
- Ágar
- Extrato de levedura
- Gérmen de trigo
- Ácido sórbico
- Ácido ascórbico
- Formaldeído 40 %
- Tetraciclina (50g)
- Nipagin (1,1 g)
- Feijão carioquinha

F) Material utilizado no ensaio inseticida *Atta sexdens rubropilosa*

- Glicose
- Peptona
- Levedura
- Ágar
- Água

4.2. MATERIAL BOTÂNICO

As folhas e frutos de *Andira paniculata* Benth foram coletados no mês de Setembro de 2008, na área de preservação do Cerrado situado na Base Área de Anápolis-Goiás, após identificação realizada pela Prof^a Dr^a Mirley Luciene dos Santos. A exsicata do material vegetal, n^o=7176, foi depositada no herbário da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas- Universidade Estadual de Goiás-Anápolis- Goiás. As quantidades do material vegetal coletado estão descritos na tabela 1

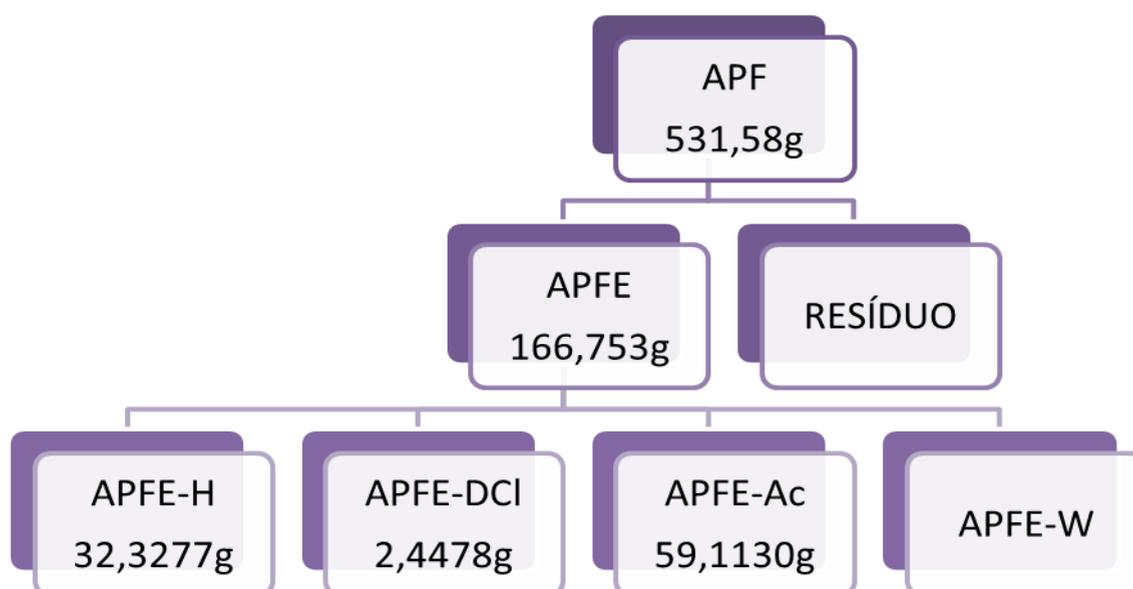
Tabela 1: massa de material vegetal utilizado para extração de componentes orgânicos.

Parte da Planta	Quantidade (g)
Folhas	531,58

Após a coleta, as folhas foram secas em estufa com circulação de ar à temperatura de aproximadamente 40°C, moídas em moinho de facas e depois foram feitas extrações exaustivas com etanol a frio, obtendo a fração etanólica (APFE).

O fracionamento do extrato bruto etanólico representado na figura 8, se deu por partição líquido-líquido utilizou-se solventes em ordem crescente de polaridade: hexano, diclorometano e acetato de etila, obtendo-se frações: hexano, diclorometano, acetato de etila e hidroalcolico (APFEH, APFED, APFEA e APFEW, respectivamente).

Figura 8: Fluxograma de fracionamento do extrato etanólico das folhas de *A. paniculata*. Partição líquido-líquido utilizando solventes em ordem de polaridade: hexano, diclometano e acetato de etila.



4.3 TESTE *IN VITRO* PARA TOXICIDADE DE *Andira paniculata* PARA OPERÁRIAS DE *Atta sexdens rubropilosa*.

Os testes foram realizados no laboratório de insetos sociais-praga na UNESP, Rio Claro, São Paulo (figura 9). As frações: hexano, diclorometano e acetato de etila do extrato da planta *Andira paniculata* foram incorporadas em dieta artificial para ingestão das formigas.

O método de incorporação foi o “dry mix”, onde o extrato é inicialmente macerado junto com glicose e depois adicionado os demais componentes: peptona, levedura, ágar e água. Posteriormente, a dieta foi autoclavada a 1 atm e a 110°C, vertida em placas de Petri e conservada em geladeira. As concentrações usadas das frações do extrato bruto de *A. paniculata* foram: fração hexano 2,5%, fração diclorometano 5,10% e fração em acetato de etila 1,80%, a concentração das frações variou devido a sua solubilidade em glicose.

Para cada tratamento e grupo controle foram utilizadas 50 operárias médias, originárias de saueiros artificiais existentes no Centro de Estudos de Insetos Sociais da UNESP e distribuídas aleatoriamente em 5 placas de Petri cada uma contendo 10 indivíduos e mantidas durante 25 dias em estufas para B.O.D. à 25°C e umidade relativa acima de 70%. Diariamente, a dieta era renovada e anotado o número de formigas mortas. Os dados obtidos por placa foram acumulados por tratamento, determinada a porcentagem de mortalidade e submetidos a análise gráfica através das curvas de sobrevivência e posteriormente comparadas pelo teste não paramétrico “log rank” (Prisma 3.0) através de comparações das curvas de mortalidade em porcentagem.

4.4 TESTE DE ATIVIDADE INSETICIDA DE *Andira paniculata* SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO.

Os ensaios biológicos com as frações orgânicas do extrato bruto foram realizados no Laboratório de Bioensaios do Departamento de Química da UFSCar. Uma dieta artificial (KASTEN *et al*, 1978) contendo água destilada (600 mL), ágar (10,3 g), extrato de levedura (25,3 g), gémem de trigo (39,6), ácido sórbico (0,8 g),

ácido ascórbico (2,6 g), formaldeído 40 % (6,3 mL), tetraciclina (50 mg), nipagin (1,1 g) e feijão carioquinha (82,5 g) foi utilizada para a realização dos ensaios biológicos.

Para a realização dos bioensaios, as frações hexano, diclometano e acetato de etila do extrato etanólico foram solubilizados em uma pequena quantidade de solvente (cada fração foi solubilizada com o solvente correspondente a fração) e misturados ao ácido ascórbico contido na dieta artificial (KASTEN et al, 1978). Logo após, o solvente foi evaporado naturalmente na capela e a mistura (ácido ascórbico e extrato) foi incorporada à dieta quando esta atingiu uma temperatura de 50 °C, conforme já realizado em pesquisas (MATOS et al, 2006; LEITE et al 2008) mantido a 25 +/- 1°C, UR de 70+/- 5 % e fotofase de 12h

Foram utilizadas trinta lagartas para cada tratamento, cada fração foi incorporada à dieta artificial para *S. frugiperda* na proporção de 100 mg de extrato de cada fração para 100 g de dieta (1000 mg Kg⁻¹). Além das dietas correspondentes a cada fração de extrato, também foi preparada uma dieta controle, que serviu como padrão nas comparações realizadas, utilizando os solventes em que foram solubilizados os extratos.

Depois da preparação, as dietas foram vertidas em tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm), previamente esterilizados, em estufa a 170°C por 1 h e em seguida tampados com algodão hidrófugo. Após a colocação da dieta, os tubos foram mantidos por 24 h em grades de arame para eliminação do excesso de umidade (gotículas de água) de suas paredes. A seguir, foi feita a inoculação das lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, utilizando-se uma lagarta por tubo de vidro.

As pupas obtidas foram pesadas um dia após a pupação, e transferidas para copos plásticos de 50 mL de capacidade, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

Os parâmetros avaliados foram duração das fases larval e pupal, peso das pupas e porcentagem de insetos mortos (mortalidade) ao final de cada fase. Para cada tratamento foram utilizadas 30 lagartas, distribuídas em três repetições de dez lagartas cada, em delineamento completamente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A comparação entre médias dos tratamentos foi feita através do Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

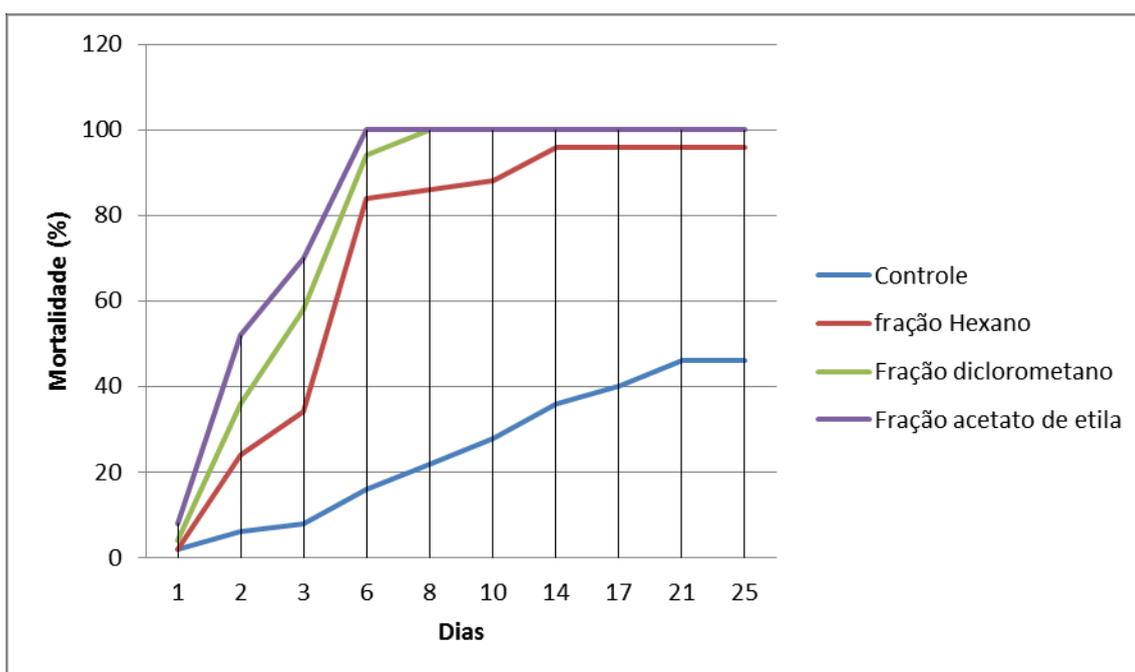
Capítulo 5
Resultados e Discussão

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 TOXICIDADE DE *Andira paniculata* PARA OPERÁRIAS DE *Atta sexdens rubropilosa* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

Os resultados obtidos revelam que todos os tratamentos que continham os extratos etanólicos da planta *A. paniculata*, apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento com dieta pura (controle). Os tratamentos fração acetato de etila e fração diclorometano apresentaram 100% de mortalidade nos 6º e 8º dias, respectivamente, enquanto a fração hexano atingiu 96% de mortalidade no 14º dia mantendo-se constante até o final do experimento, todos os tratamentos mostraram-se altamente significativos quando comparados ao controle, isso pode ser confirmado pela estatística aplicada a este teste. O gráfico (Figura 9) mostra a curva da mortalidade das operárias de *Atta sexdens rubropilosa*, submetidas ao bioensaio de incorporação em dieta artificial dos extratos das folhas de *A. paniculata*.

FIGURA 9. Gráfico das curvas de mortalidade de *Atta sexdens rubropilosa*, submetidas ao bioensaio de incorporação em dieta artificial com extratos etanólicos de *A. paniculata*.



Fonte: Produzido pelo software log rank (Prisma 3.0)

A tabela 2 abaixo, mostra a mortalidade acumulada por dia de operárias de *Atta sexdens rubropilosa* submetidas ao bioensaio de incorporação em dieta artificial com *A. paniculata*.

TABELA2: Mortalidade acumulada e sobrevivência mediana (Md) de operárias de *Atta sexdens rubropilosa* submetidas ao bioensaio de incorporação em dieta artificial com *A. paniculata*.

Tratamento	% acumulada de mortalidade por dia										
	Md*										
	1	2	3	6	8	10	14	17	21	25	
Controle	2	6	8	16	22	28	36	40	46	46	>25
											a
Fração Hexano	2	24	34	84	86	88	96	96	96	96	4b
Fração diclorometano	4	36	58	94	100	100	100	100	100	100	3b
Fração acetato de etila	8	52	70	100	100	100	100	100	100	100	2b

* Letras distintas em relação ao controle indicam diferença significativa de acordo com o teste “log rank” ($p < 0,05$).

Fonte: Produzido pelo software log rank (Prisma 3.0).

Através dos dados expostos na tabela 2, pode-se concluir que a fração acetato de etila foi a que provocou a mortalidade de 100% dos indivíduos de *Atta sexdens rubropilosa*, em menor tempo 6 dias, após a administração da mistura dieta-extrato, seguida pela fração diclorometano que atingiu a mortalidade de 100% dos indivíduos em 8 dias do tratamento dieta-extrato, seguida pela fração hexano que provocou uma porcentagem um pouco menor de mortalidade quando comparada as demais frações, trata-se de uma diferença altamente significativa quando comparada a dieta controle, isso pode ser confirmado pela observação dos resultados obtidos da aplicação do teste de tukey, onde todos os tratamento que continham os extratos de *A. paniculata*, diferenciou do controle, como a mortalidade

provocada pelos três tratamentos dieta-extrato formam altos e próximos, não houve diferença significativa entre os tratamentos, isso pode ser confirmado, pelo teste de Tukey pois ambos receberam a mesma sigla.

Os resultados do teste dos extratos das folhas de *A. paniculata* frente a operárias *A. sexdens rubropilosa* foram satisfatórios comparado a dado da literatura como extratos etanólicos das folhas e sementes *Annona mucosa* e *Annona montana*. Os extratos dessas plantas se mostraram tóxicos quando expostos ao mesmo teste obtendo o seguinte resultado, as sementes de *A. mucosa* e *A. montana* apresentaram mortalidade total das operárias, respectivamente no 8º e 13º dia de experimento e nas folhas 50% de mortalidade *A. mucosa* 10 dias e *A. montana* 6 dias. O extrato etanólico das folhas e sementes de *A. mucosa* e *A. montana* apresentam compostos potencialmente tóxicos às formigas, necessitando de novos estudos de isolamento e identificação dos compostos (CECCATO et al., 2012).

Serão necessários novos estudos de isolamento e identificação os compostos responsáveis pela alta taxa de mortalidade das operárias de *A. sexdens rubropilosa* provocada pela adição dos extratos das folhas de *A. paniculata* na dieta artificial.

5.2 TESTE DE ATIVIDADE INSETICIDA DE *A. Paniculata* SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO (*Spodoptera frugiperda*).

5.2.1 DURAÇÃO DA FASE LARVAL

O essencial seria que a fase larval fosse alongada, pois a maior duração da fase larval em campo poderá deixar o inseto por mais tempo propenso ao ataque de parasitóides, predadores e entomopatógenos, provocando ainda maior competição pelo alimento. Os adultos que emergem desses indivíduos terão assincronia com a população normal e, conseqüentemente, a cópula será dificultada ou quando existir tenderá à consanguinidade pelo acasalamento de indivíduos da mesma geração (RODRÍGUEZ, VENDRAMIM 1996). Também será diminuído o número de gerações do inseto no ciclo agrícola, como foi assinalado por Tanzubil; Mccaffery (1990).

Na tabela 3 abaixo está listados a quantidade de dias que cada uma das trinta lagartas utilizadas por cada tratamento levou para concluir a fase larval, ou seja, até a formação das pupas. As células em branco referem-se as parcelas

perdas durante essa fase, esses dados foram incluídos na taxa de mortalidade larval.

Tabela 3: Tabela de duração da fase larval de todas as parcelas utilizadas no teste de atividade inseticida de *A. paniculata* sobre a lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*).

DICLOROMETANO (dias)	HEXANO (dias)	ACETATO DE ETILA (dias)	CONTROLE (dias)
35	33		44
33			42
38	29	33	42
34			30
		34	
28		34	
	36	36	32
		39	33
36	38	47	35
26	35	35	40
31		41	
27	29		28
29	38		27
33			28
	40		29
	33	41	31
	36		
28			
31	36	33	39
29	38		
32	38	36	34
	38	44	39
		40	33
		34	32

	50		41
31			29
			30
31		33	33
	38		30

Abaixo as tabelas (4 e 5) com valores da Análise de variância e teste f destes dados, obtidos pela fase larval:

Tabela4: Análise estatística dos dados adquiridos durante a fase larval.

GRUPO	CONTAGEM (dias)	MÉDIA	VARIÂNCIA	DP	CV	EP ¹
Diclorometano	17	31,29	10,84	3,29	10,52	-3,29b
Hexano	16	36,56	23,19	4,82	13,17	-4,82a
Acetato de etila	15	37,33	19,52	4,42	11,83	-4,42a
Controle	24	33,75	27,24	5,22	15,46	-5,22ab

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 5: Teste f aplicado nos tratamentos para análise da duração da fase larval

FONTE DA VARIACÃO	DA	SQ	gl	F	F CRÍTICO
Entre grupos		36,57	3	6,005	2,739
Dentro de grupos		1421,30	68		
Total		1797,7	71		

As lagartas alimentadas com as frações hexano e acetato de etila, obtidas do extrato etanólico das folhas de *A. paniculata* incorporadas à dieta artificial

apresentaram alongamento da fase larval de 2,81 e 3,58 dias, respectivamente em relação ao controle (33,75 dias) (Tabela4), quando comparadas as médias, portanto, o que pode-se deduzir que existiria uma tendência na inibição do crescimento das lagartas quando tratadas com estas frações. Porém foi observado diferença significativa apenas na fração diclorometano que provocou o encurtamento da fase larval das lagartas alimentadas por este tratamento. O que poderia causar assincronia com a população normal, similar ao alongamento larval como foi discutido anteriormente. Já as lagartas alimentadas com a fração diclorometano promoveu um encurtamento dessa fase em 2,46 dias, que pode em campo promover assincronia com a população normal.

Pela interpretação do teste f ilustrado na tabela 5, pode-se observar que o valor do f crítico é menor que o valor de f, mostrando que existe diferença significativa entre os tratamentos e que o alongamento na fase larval dos indivíduos tratados com as frações hexano e acetato de etila podem ser considerado significativo.

5.2.2 DURAÇÃO DA FASE DE PUPAL EM DIAS

Na tabela 6 abaixo estão listados a quantidade de dias que durou a fase pupal, até a emergência das vespas. As células em branco referem-se as parcelas perdidas durante essa fase, esses dados foram incluídos na taxa de mortalidade pupal.

Tabela 6: Tabela de duração da fase de pupal de todas as parcelas utilizadas no teste de atividade inseticida de *A. paniculata* sobre a lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*).

DICLOROMETANO (dias)	HEXANO (dias)	ACETATO DE ETILA (dias)	DE CONTROLE (dias)
20	18		14
18			16
		17	19
21			17
		20	

	22	16	
		23	18
	18	20	19
18	19	18	18
		21	19
19	18	18	19
	19		19
18			21
20	19		24
	19		
	20	19	19
	21		
24	18		20
20			
24	19	20	21
		18	19
		15	20
	19		12
	19		19
19			16
			14
		17	21
	20		12

Abaixo as tabelas(7 e 8)com valores da Análise de variância e teste f destes dados, obtidos pela fase pupal:

Tabela 7: Análise estatística dos dados adquiridos durante a fase pupal.

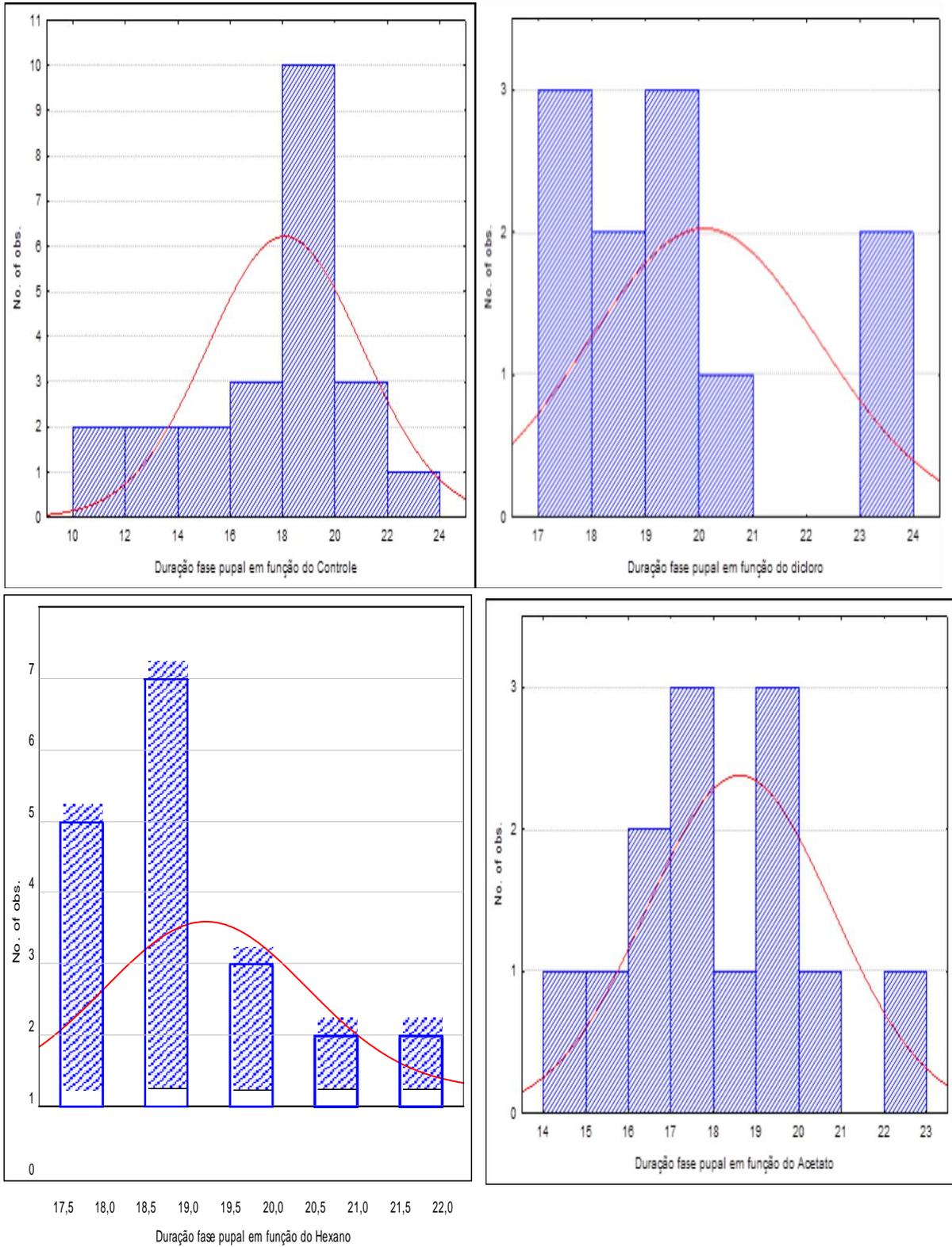
GRUPO	CONTAGEM	MÉDIA	VARIÂNCIA	DP	CV	EP ¹
Diclorometano	10	20,10	5,21	2,28	11,36	-1,19a
Hexano	13	19,31	1,40	1,18	6,12	-1,67a
Acetato de etila	13	18,61	4,76	2,18	11,71	-2,19a
Controle	22	18,27	8,30	2,88	15,77	-2,95a

Tabela 8: Teste f aplicado nos tratamentos para análise de duração da fase pupal

FONTE DA VARIACÃO	SQ	gl	F	F CRÍTICO
Entre grupos	26,27	3	1,60	2,77
Dentro dos grupos	295,11	54		
Total	321,38	57		

Através da interpretação dos valores do teste f apresentados na tabela 8 acima nota-se que o valor do f crítico é maior do que o valor de f, indicando que não houve homogeneidade confirmando o resultado obtido no teste de Tukey apresentado na (tabela 7) onde nota-se que não houve diferença significativa, analisando os dados expostos em gráficos de barra fica claro a que não houve diferença considerada significativa, apesar de cada grupo alimentado com os tratamentos apresentarem comportamentos distintos.

Figura 10-Gráfico em barra de duração da fase pupal em função dos tratamentos



Através da observação da figura 10, observa-se que as pupas alimentadas pela dieta controle tiveram duração da fase pupal bem distribuídas com a maioria dos indivíduos (10 indivíduos), com duração dessa fase no intervalo de 18-20 dias. Os demais tratamentos tiveram distribuição homogênea, similar às alimentadas pela dieta controle: indivíduos alimentados com a fração diclorometano tiveram a maioria (8 indivíduos) no intervalo de 17-20 dias, indivíduos alimentados com a fração hexano tiveram maioria (10 indivíduos) no intervalo de 17,5-19 dias, indivíduos alimentados com a fração acetato de etila tiveram maioria (8 indivíduos) no intervalo de 16-20 dias. Esse comportamento homogêneo de todos os tratamentos, mostra que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

5.2.3 MASSA PUPAL

O essencial seria que as pupas obtidas tivessem baixa massa pupal, pois inibição da alimentação provocada por extratos vegetais pode interferir no peso pupal. Se o peso é menor que o do controle, sugere-se que a planta provoca diminuição no consumo e utilização do alimento. Como consequência pupas de menor peso darão origem a adultos pequenos, e possivelmente haverá problemas na cópula destes indivíduos com indivíduos normais e as fêmeas serão menos fecundas (RODRÍGUEZ ,VENDRAMIM 1996).

A tabela 9 abaixo apresenta as massas das pupas obtidas em cada tratamento. As células em brancos são referentes às parcelas perdidas durante esta fase do experimento.

Tabela 9: Tabela da massa pupal de todas as parcelas utilizadas no teste de atividade inseticida de *A. paniculata* sobre a lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*).

DICLOROMETANO (mg)	HEXANO (mg)	ACETATO ETILA (mg)	DE CONTROLE (mg)
248	245		276
253			235
160	136	290	197
244			275
		307	
276		251	
	238	232	292
		305	213
298	232	285	290
268	271	246	301
284		309	240
279	284		260
250	257		259
286			321
	187		273
	271	276	268
	262		
252			
251	240	243	309
252	290		
240	260	251	260
	236	250	261
		268	239
		258	276
	121		261
293			245
			278

309

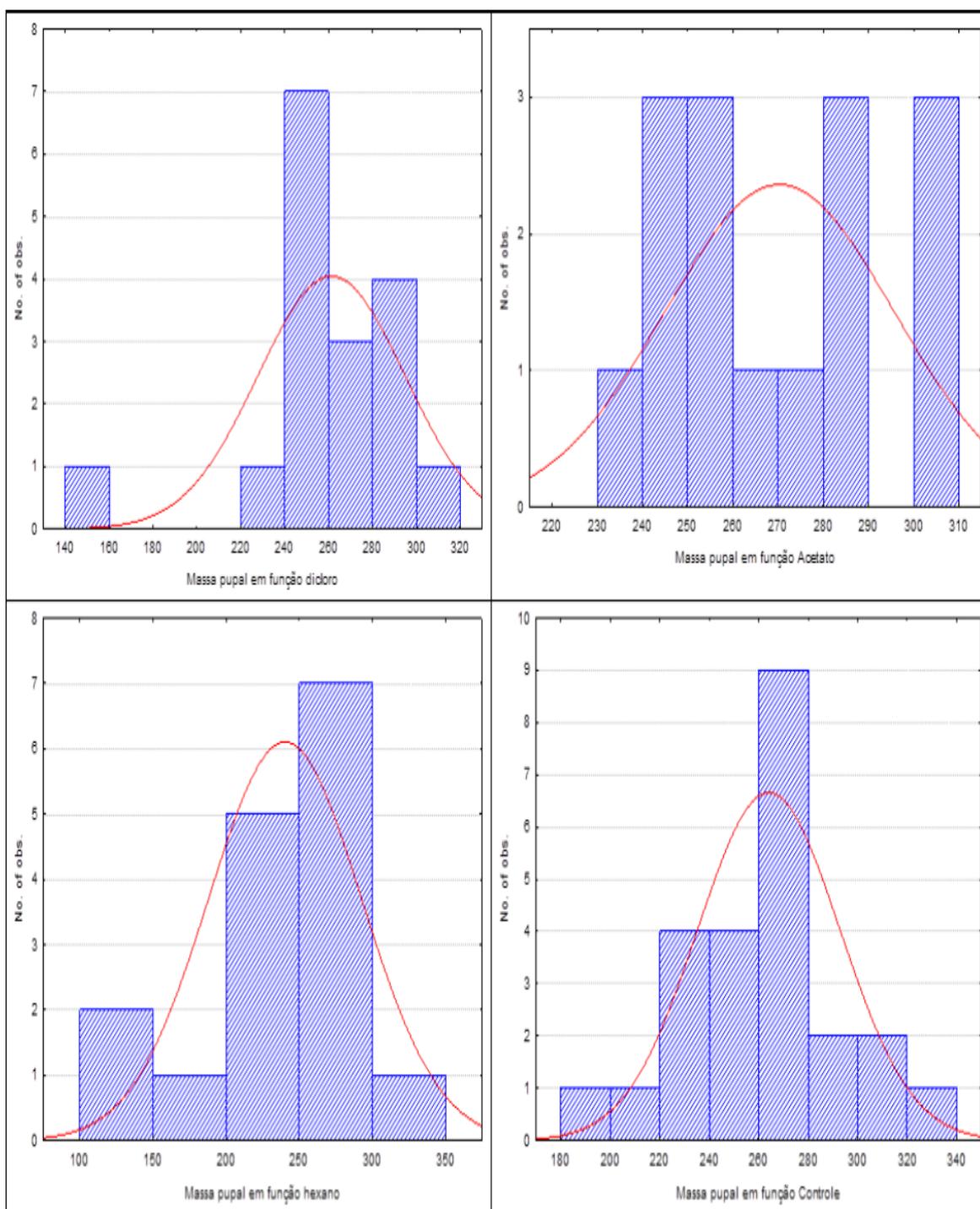
284

270

315

239

Figura 11- Gráfico da massa pupal em mg de *Spodotera frugiperda* alimentadas pelos quatro tratamentos.



Através da observação da figura 11, observa-se que a distribuição das massas dos indivíduos alimentados pela dieta controle se deu homoganeamente, porém houve um intervalo grande entre os extremos, com maior concentração no intervalo de 220-280 mg. Os indivíduos alimentados pela fração diclorometano apenas um indivíduos apresentou massa pupal baixa massa 160 mg, e os alimentados pela fração hexano gerou duas pupas com massa entre 100-150 mg, o ideal seria que a maioria das pupas estivessem com massa nesta faixa, pois a inibição da alimentação provocada pelos extratos teriam interferido no crescimento das pupas, as demais pupas destes dois tratamentos estiveram dentro do intervalo obtido pelo grupo controle.

No tratamento com fração acetato de etila ocorreu a incidência de três pupas com massa no intervalo de 300-310 mg, esses indivíduos fizeram que a média das massas pupais desse tratamento fosse mais alto do que o grupo controle, as demais pupas tiveram massas com distribuição homogênea assim como o grupo controle.

Através dessa análise pode-se concluir que não houve diferença significativa entre os quatro tratamentos.

Tabela 10- Médias das massas pupais de *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial incorporada as frações orgânicas de *A. paniculata*.

Temp.: $25 \pm 10\text{C}$; UR: $70 \pm 5\%$ e fotofase: 12 h.

TRATAMENTO	MÉDIAS MASSA PUPAL(mg)	EP ¹
Diclorometano	261,35	-52,31 a
Hexano	240,31	-33,53 a
Acetato de etila	279,33	-25,35 a
Controle	264,08	-28,77 a

1 Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

A tabela 10 acima mostra as médias das massas pupais dos quatro tratamentos e os resultados do teste de tukey, no qual pode-se concluir pela observação dos gráficos apresentados anteriormente e pelo resultados do teste de tukey que não houve diferença significativa entre os tratamentos e o controle.

5.2.4 MORTALIDADE LARVAL E PUPAL

Na tabela 11 abaixo estão listadas as médias da mortalidade larval que foi quantificada ao longo do desenvolvimento desta fase.

Tabela 11: Análise de variância da mortalidade larval de *S. frugiperda* alimentadas com frações orgânicas de *A. paniculata*.

GRUPO	MÉDIA %	VARIÂNCIA	DP	CV	EP ¹
Diclorometano	36,67	433,33	20,82	56,77	-15,27 a
Hexano	46,67	233,33	15,27	32,73	-20,82 a
Acetato de etila	43,33	633,33	25,17	58,07	-25,16 a
Controle	20	100	10	50	-10,00 a

¹ médias seguidas da mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

O coeficiente de variação (CV), definido como o desvio-padrão expresso em porcentagem de média, é a medida mais utilizada para medir a instabilidade relativa de uma característica ou variável (Sampaio, 1998). Considera-se que quanto menor o CV, maior será a homogeneidade dos dados e menor a variação do acaso (Garcia, 1989).

Pimentel Gomes (1985) fez uma classificação para o coeficiente de variação. No entanto, essa classificação, mesmo sendo extensivamente utilizada, é abrangente e não considera a natureza do ensaio quanto à cultura estudada e, principalmente, quanto à variável utilizada, o que pode ser importante para interpretação das magnitudes dessa medida, conforme comentou Garcia (1989). O coeficiente de variação permite comparações entre variáveis de naturezas distintas e fornece uma ideia de precisão dos dados.

A princípio considera-se que quanto menor o CV, mais homogêneos são os dados.

Pimentel-Gomes (1985), estudando os coeficientes de variação obtidos nos ensaios agrícolas, classifica-os da seguinte forma:

Baixos: coeficientes variação inferiores a 10%,

Médios: coeficiente variação entre 10 e 20%,

Altos: coeficiente variação entre 20 e 30%,

Muito Altos: para valores acima de 30%.

Através da observação da tabela de análise de variância pode-se concluir que os valores do coeficiente de variação em todos os tratamentos inclusive da dieta controle estão acima de 30% mostrando que não houve distribuição homogênea em nenhum dos tratamentos.

Observando o resultado do teste de tukey verifica-se que não houve diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos, o que mostra que a quantidade de indivíduos perdidos nesta fase esteve dentro dos limites normais, ou seja, a adição dos extratos de *A. paniculata* não interferiu de forma significativa para causar alta taxa de mortalidade em larvas de *S. frugiperda*.

Na tabela 12 abaixo estão listadas as médias da mortalidade pupal que foi quantificada ao longo do desenvolvimento desta fase.

Tabela 12: Análise de variância da mortalidade pupal de *S. frugiperda* alimentadas com frações orgânicas de *A. paniculata*.

GRUPO	MÉDIA % (em dias)	VARIÂNCIA	DP	CV	EP ¹
Diclorometano	31	108	10,39	33,52	-13,23 a
Hexano	15	175	13,23	88,19	-10,39 a
Acetato de etila	50	272,33	16,50	99,01	-16,50 a
Controle	0	0	0	0	-0 a

¹ médias seguidas da mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Já para a mortalidade pupal o coeficiente de variação apresentou uma variação ainda maior e bem superior a 30%, o que mostra que não houve homogeneidade nos dados analisado, comprovando os resultados obtidos pela aplicação do teste de tukey, podendo concluir que não houve diferença significativa

entre o controle e os demais tratamentos. Mostrando que os extratos de *A. paniculata* adicionados a dieta artificial não provoca elevada mortalidade nas pupas de indivíduos de *S. frugiperda*.

Capítulo 6
Conclusões

6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como principal foco estudar a atividade inseticida da planta *A. paniculata*, a fim de se confirmar sua natureza inseticida como é descrita popularmente.

Os extratos etanólicos de *A. paniculata* foram testados frente aos insetos: *Atta sexdens rubropilosa* e *Spodoptera frugiperda*.

Frente a operárias de *Atta sexdens rubropilosa* pode-se concluir que todos os três extratos testados (diclorometano, hexano e acetato de etila) provocaram alta mortalidade.

Frente a *Spodoptera frugiperda* foram testados cinco parâmetros e pode-se concluir que:

- Na duração da fase larval só houve diferença significativa no tratamento diclorometano, onde apresentou média menor que do tratamento controle.
- Na duração da fase pupal não houve diferença significativa entre os três tratamentos e o controle.
- Na Massa pupal não houve diferença significativa e homogeneidade entre os tratamentos e o controle.
- A adição dos extratos de *A. paniculata* não interferiu de forma significativa para causar alta taxa de mortalidade dos indivíduos de *S. frugiperda*.

O ideal seria que os testes tivessem sido feitos com um número maior de indivíduos de *S. frugiperda*, pois assim teria grau de liberdade maior e talvez fossem percebidos efeitos que não foram constatados.

Capítulo 7
Perspectivas Futuras

7 PERSPECTIVAS

- Identificação, determinação estrutural de substâncias isoladas de *Andira paniculata*.
- Possíveis teste destes metabólitos isolados em formigas.
- Publicação de artigos em revistas especializadas na área.

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M & RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. EMBRAPA-CPAC, xii Planaltina.1998.

ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. Insecticide of plant origin. Washington, DC, **American Chemical Society**. v. 387. 214p., 1990.

BAHIA. Secretaria da Saúde do Estado da Bahia. Departamento de Vigilância da Saúde. Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador. **Manual de Normas e Procedimentos Técnicos para a Vigilância da Saúde do Trabalhador**, 2002.

BELL, A. FELLOWS, L.E.; SIMMONDS, M.S.J. Natural products from plants for the control of insect pests. In: HONDGSON, E & KUHR, R. J.(Ed.). Safer insecticide development and use. **New York and Basel**. Marcel Dekker, 1990. p.337-383.

BERG, J. M. T. e LUBERT, J. (2008), **Bioquímica**. 6.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 545p.

BARREIRO, E.,J.; BOLZANI, V. S. Biodiversidade : Fonte potencial para descoberta de fármacos. **Química Nova**, v. 32, p.679-688,2009.

BORGORNI, P. C., VENDRAMIM, J. D., Bioatividade de extratos aquosos *Trichilias sp.* sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, v. 32, n.4, p.665-669. 2003.

BORLAUG, N.E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). Global warming and other eco-myths. **Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA**.p.29-60. 2002.

BUSSMANN R.W. **Ethnobotany and Biodiversity and Conservation**. <http://www.natureandculture.org/GermanResearchGroups/papers/AG%20Bussmann/Ethnoconservation.pdf>> Acesso em outubro de 2012.

BRASIL, Decreto-Lei nº 4074, de 04 de Janeiro de 2002. Regulamenta a lei nº 7802, de 11 de Julho de 1989, que dispõem sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Disponível em:** <http://sindag.com.br>. Acesso mar/2012.

BRITO, G. G.; COSTAII, E. C.; MAZIERO, H.; BRITO, A. B.; DÖRR, F. A. Preferência da broca-das-cucurbitaceas *Diaphanianitidalis* Cramer, 1782 (Lepidoptera: Pyralidae) por cultivares de pepineiros em ambientes protegidos. **Ciência Rural**, v. 34, n.2, p.577-579.2004.

BRUNHEROTTO, R & VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Meliaazedaracha* L. sobre o desenvolvimento de tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera : gelechiidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**. v 30, p.445-459.2001.

CARDOSO, M. G.; SHAN, A. Y. K. V.; PINTO, J. E. B. P.; FILHO, N. D.; BERTOLUCCI, S. K. V. 2001. **Metabólitos secundários vegetais: visão geral química e medicinal**. Lavras: UFLA. 81 p.

CALIXTO, J.B. Biodiversidade como fonte de medicamentos. **Ciência e Cultura**, v.55, p.37-39, 2003.

CANNELL R. J. P. **Natural Products Isolation**; Humana Press, New Jersey ,1998.

CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; TAMASHIRO, J. Y. & SHEPHERD, G. J. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? **Annal sof the Missouri Botanical Garden** 86(2): 192-224, 1999.

CECCATO, M; BARBOSA, A. O.; BICALHO, K. U.; LORENZON, N.; FERNANDES, J. B.; Da SILVA, M. F. G. F.; VIEIRA, P. C.; BUENO, O. C. Toxicidade de extratos de

Annona montana e *Annona mucosa*(Annonaceae) para operárias de *Atta sexdens rubropilosa*Forel (Hymenoptera:). **XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia**, 2012.

CHAGAS, A. C. S. Controle de parasitas utilizando extratos vegetais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**,v. 13, p. 156-160, 2004.

CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional do Rio de Janeiro. 1984.

COSTA, J. P. C., BELO, M.; BARBOSA, J. C. Efeitos de espécies de timbós (*Derris spp.*: Fabaceae) em população de Mosca domestica L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 26, n. 1, p. 163-168, 1997.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. NewYork: Columbia University Press, p.599-601,1981.

CROZIER A. et al.; *Plant Secondary Metabolites - Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. Black well Publishing Ltd, Oxford (2006).

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS. Circular Técnica, nº. 21, p-45, 1995.

Da SILVA, V. C.; de CARVALHO, M. G.; BORBA, H. R.; SILVA, S. L. Atividade anti-helmíntica dos flavonoides isolados das raízes de *Andira anthelmia* (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 18 (4): p. 573-576. 2008.

Disponível

em:

http://revistagalileu.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/1,3916,803829-3434-1,00.html. Foto:Esquema de um ninho ou formigueiro de *Atta sexdens frugiperda*. Acessado: 25 de Maio de 2012.

Disponível em :<http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=2067>. Foto da lagarta do cartucho do milho (*S. frugiperda*), na fase larval. Acessado: 25 de Julho de 2012.

Disponível em: <http://www.ruralsementes.com.br/default.asp?tipo=1&secao=nim.asp> Foto de folha de tabaco (*Nicotiana tabacum*). Acessado: 25 de Julho de 2012.

Disponível

em:<http://www.ruralsementes.com.br/default.asp?tipo=1&secao=nim.asp>.Foto da planta *Azadirachta indica* A. Juss, conhecida popularmente como nim. Acessado: 25 de Julho de 2012.

FAZOLIN, M. Avaliação de plantas com potencial inseticidas no controle da vaquinha-do-feijoeiro (*Ceratomyza marianus* Benchyné). **Boletim de pesquisas e desenvolvimento**, n.37. Rio Branco: Embrapa/Acre, 2002, p.42.

FERNANDES, J. B.,DAVID, V.,FACCHINI, P. H.,SILVA, M. F.G.F.,RODRIGUESFILHO,E.,VIEIRA, P. C., Extrações de óleos de sementes de citros e suas atividades sobre a formiga cortadeira *Atta sexdens* e seu fungo simbionte, **Química Nova**, vol.25, nº6b São Paulo, 2002.

FERREIRA S. H.; BARATA L. E. S.; SALLES S. L. M. e QUEIROZ S. R. R. **Medicamentos a Partir de Plantas Medicinais no Brasil**. Academia Brasileira de Ciências. São Paulo, 1998.

FERRI, M. G. **Plantas do Brasil. Espécies do Cerrado**. Editora Edgard BlucherLtda, edição da Universidade de São Paulo.1969.

GALLO, D. **Entomologia Agrícola**. 2ªed. Piracicaba: FEALQ, p.920, 2002.

GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação de coeficientes de variação**. Piracicaba: IPEF (Circular Técnica, 171), p.12, 1989.

GOUSSAIN, M. M., MORAES, J. C., CARVALHO,J. G., NOGUEIRA, N. L., ROSSI, M. L. Efeito da Aplicação de Silício em Plantas de Milho no Desenvolvimento

Biológico da Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), **Neotropical Entomology**, Londrina, vol.31 nº 2, Abril-Junho, 2002.

GUIMARÃES, L. D.; SILVA, M.A.D.; ANACLETO, T. C. Natureza Viva Cerrado. Caracterização e Conservação. Goiânia. Ed. UCG, p. 21-44, 2006.

HANDRO, W. Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de *Andirahumilis* Mart. Ex Benth (Leguminosae-Lotoideae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 41 (2): p.286-287.1969.

IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. acesso em: Outubro de 2012.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, presente and future. In: ARNASAN, J. T.; PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P (ed). *Insecticides of plantorigin*. Washington: **American Chemical Society**, p.1-10,1989.

JUSTI- JUNIOR.; J., IMENES; S.L., BERGMANN; E.C., CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; ZORZENON, F.J. **Formigas cortadeiras**. Boletim Técnico. Instituto de Biologia, São Paulo, n.4, p. 1-31, 1996.

KASTEN, P. JR; PRECETTI, A. A. A. MA. & PARRA, J. R. P. “ Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1787) em duas dietas artificiais e substrato natural”. **Revista Agrícola**, p.53-68, 1978.

LAGUNES, T. A.; RODRÍGUEZ, H. C. Búsqueda de tecnologia apropiada para el combate de plagas del maizal macenado em condiciones rústicas chapingo: CONACYT-CP, p.150.1989.

LE BOURLEGAT, C.A. A. **Fragmentação da vegetação natural e o paradigma do desenvolvimento rural**. In: *Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região centro-oeste* (R. B. Costa, org.). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, p. 1-25, 2003.

LEITE, A. C.; MATOS, A. P.; BATISTA-PEREIRA, L. G., FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P.C., & DA SILVA, M. F. G. F. activity of triterpenoids from *Cedrela fissilis* (Meliaceae) against *Spodoptera frugiperda*. **Biopesticides international**, v.4, p.1-7, 2008.

LORENZI, H., MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas **cultivadas**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum. 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J.de A. **Arvores Brasileira: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil**. vols 1,2,3. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LUNA, A.J.; SALES, L.T.; SILVA, R.F. **Agrotóxico: responsabilidade de todos (uma abordagem da questão dentro do paradigma do desenvolvimento sustentável)**. Disponível em: http://www.prt6.mpt.gov.br/forum/downloads/artigos1_Adenilson.doc. Acessado mar/2012.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 9ª edição. São Paulo: Malheiros Editores Ltda. p.1031.2001.

MAIRESSE, L. A. S. Avaliação da bioatividade de extratos de espécies vegetais, enquanto excipientes de aleloquímicos. Tese (Doutorado em Agronomia). Santa Maria: UFSM, p.239, 2007.

MANS, DR.; ROCHA, A. B.; SCHWARTSMANN, G. Anti-cancer drug discovery and development in Brazil: Targeted plant collection as a rational strategy to acquire candidate anti-cancer compounds. **Oncologist**, n. 5, p. 185-98, 2000.

MARTINEZ, S. S.O. **Nim- *Azadirachta indica*- natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina. Instituto Agrônômico do Paraná. p. 142. 2002.

MATA, R. F. F. Efeitos de extratos aquosos de *Cabralea canjerana* subsp. Polycha (Adr. Juss) Penn (Meliaceae) no controle biológico de *Brevy corinebrassicae* L.

(Hemiptera: Aphididae) e *Ascia monusteorseis* (Godart) (Lepdoptera: Pieridae). Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, p.66, 2007.

MATOS, N. F. O gênero *Andira* Lam. (Leguminosae: Papilionoideae) no Brasil. **Acta Amazonica**, v.9: 241-266, 1979.

MATOS, A. P.; NEBO, L.; BATISTA-PEREIRA, L. G.; VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; DA SILVA, M. F. G. F. & RODRIGUEZ, R. R. " Atividade biológica de extratos orgânicos de *Trichilia* spp. Sobre a lagarta do cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em dieta artificial .**Biossay**,1:X; p.1-6, 2006.

MENDONÇA, R.C.; FELFITI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E.. **Flora vascular do cerrado**. In: S.M. Sano & S.P. Almeida. Cerrado, Ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA CPAC.p.289-556, 1998.

MOREIRA, M. D.; VEZON, M.; JÚNIOR, T. J.de P.; PALLINI, A. **Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPMIG/CTZM, p. 89-120, 2005.

PENNINGON, T.; LIMA, H. C. Two new species of *Andira* (Leguminosae) from Brazil and the influence of dispersal in determining their distributions. **Kew Bull**, v.50, p.557-566.1995.

PEREIRA, L. G. B. **Dossiê Técnico, Estratégias de Controle de Formigas Cortadeiras**, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC, 2007.

PERES, F.; MOREIRA, J.C.; DUNOIS, G.S. **É veneno ou remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, Cap.1, 2003.

PERES-FILHO, O.; DORVAL A.; BERTI-FILHO, F., Preferência de saúva limão, *Atta sexdens rubropulosa* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae) a diferentes espécies florestais em condições de laboratório. *Ciência Florestal*, Santa Maria, vol. 12, nº 2, p.1-7, 2002.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel. p.467, 1985.

PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. **Forest Ecology and Management**, v.87, p.127-138, 1996.

RATES, S. M. K. "Plants as source of drugs". **Toxicon**, n. 39, p.603-613, 2001.

RATTER, J. A. & DARGIE, T.C.D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, n.49, p. 235- 250, 1992.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EINCHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F., CURTIS, H. **Biologia Vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 906 p. 2007.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T.. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: S.M. Sano & S.P. Almeida. Cerrado, Ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA CPAC. p.87-167, 1998.

RODRÍGUEZ, H. C. & VENDRAMIM, J. D. " Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae)". **Manejo Integrado de Plagas**, v.42, p.14, 1996.

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

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

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

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia,p.221, 1998.

SANTIAGO, G. P. Avaliação dos extratos aquosos de plantas sobre a biologia da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) mantida sobre dieta artificial. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Piauí. 2005.

SANTOS, R. I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (org). **Farmacognosia– da planta ao medicamento**. 5a.ed. Porto Alegre, Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/ Ed. da UFSC, p. 403-434, 2004.

SARTORATTO, A.; MACHADO, A. L. M.; DELARMEINA, C.; FIGUEIRA, G. M.; DUARTE, M. C. T.; REHDER, V. L. G. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. **Brazilian Journal Microbiology**, v. 35, n.4, p. 275-280, 2004.

SAXENA, R. C. Naturally occurring pesticides and their potential. In: International Conference of Chemist and World Food. Manila. Chemistry and food world supplies.Oxford: Pergamon (IUPAC), 1983.

SEFFRIN, R. C. A. S. **Bioatividade de extratos vegetais sobre Diabroticaspeciosa (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**.Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS., p.83,2006.

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. *Cerne* 11(2), p.147-158, 2005.

SILVA, S. L.C, BORBA, H. R, BONFI, R. C. B. Carvalho MG, Cavalcanti HL, Barbosa CG. Ação Anti-helmíntica de extratos brutos de *Andira antheimia*(Vell.) Macbr. e *Andira fraxinifolia* Benth., em camundongos naturalmente infectados por *Vampirolepsis nana* e *Aspiculuris tetraptera*. **Parasitologia Latino americana**, v.58, p. 23-29. 2003.

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

SILVA, V. C.D da; CARVALHO, M. G. de; BORBA, H. R.; SILVA, S. L. C. Atividade anti-helmínticas dos flavonóides isolados das raízes de *Andira antheimia* (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacologia**,v.18, p.573-576, 2008.

SIMÕES, C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.;de MELO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5ed, v. 1, Porto Alegre/ Florianópolis: Editora da UFSC/ Editora UFRGS, p.903-918, 2003.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R, **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora da UFSC, p.1102, 2007.

SIMOTE, S. Y., Estudo Fitoquímico de *Helietta puberula* (Rutaceae), *Simarouba versicolor* (Simaroubaceae) e Busca de um Processo de Microencapsulação de Compostos Ativos, Visando o Controle de Formigas Cortadeiras.Tese (Doutorado), Programa de pós-graduação em Química)-Universidade Federal de São Carlos.2006.

SOUSA, A. P.; VENDRAMIM, J.D.; Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleroydidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p.133-137,2001.

TAIZ, L & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, p.720, 2004.

TANZUBIL, P. B. & MACCAFERRY, A. R. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. **Crop. Protection**, v.9, p. 383-386.1990.

TAVARES, M. A. G. C. **Busca de compostos em *Chenopodium* spp. (*Chenopodiaceae*) com bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados.** (Tese: Doutorado) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".Piracicaba, 2006.

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

TUROLLA, M. S. R.; NASCIMENTO, E. S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil, **Revista Brasileira de Ciências Farmacêutica**, v.42, p.289, 2006.

VALICENTE, F. H., CRUZ, I., **Controle biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* com baculovirus.** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS. CircularTécnica, nº 115,p. 23, 1991.

VEIGA JUNIOR, Valdir F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. Plantas medicinais: cura segura?.**Química Nova**.vol.28, n.3, pp. 519-528. ISSN 0100-4042. 2005.

VENDRAMIM, J. D. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. In: Ciclo de Palestras sobre Agricultura Orgânica, 2, 1997, Anais. Campinas: Função Cargil, p.64-69,1997.

VENDRAMIM, J. D., CASTIGLIONI, E. **Aleloquímicos, resistência e plantas inseticidas.** In: GUEDES, J. C., COSTA, L. D., CASTIGLIONI, E. Bases e técnicas do Manejo de Insetos. Santa Maria: USFM/CCD/DFS: Palloti. Cap.8, p. 113-128, 2000.

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

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. **Aleloquímicos, resistência e plantas e plantas inseticidas**. In: Bases e Técnicas do Manejo de Insetos. Santa Maria: Pallotti, p.113-128.2000.

VIEGAS JUNIOR, C.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os Produtos Naturais e a Química Medicinal Moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326, 2006.

VIRTUOSO,S. **Estudo Fitoquímico e Biológico das cascas de *Erythrina velutina* Willd. - FABACEAE (LEGUMINOSAE PAPILIONOIDEAE)**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná-Pós - Graduação em Ciências Farmacêutica.2005.

VIVAN, M. P. **Uso do Cinamomo (*Melia azearach*) como alternativa aos agroquímicos no controle do carrapato bovino (*Boophilus*)**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina-Curso de Pós- graduação em Agroecossistemas, 2005.

WENDLING, P. A. A vida cura a vida: o uso dos recursos naturais como terapia. Novo Hamburgo: Berthier, 2001.