

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



**CENTRO DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CONTROLE DE *Sitophilus zeamais* MOTS., 1855
(COL.: CURCULIONIDAE) EM MILHO PIPOCA NAS FASES
ADULTA E IMATURA COM EXTRATOS VEGETAIS**

**Biblioteca UFCEG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 12436/13**

HEZERRA PESSOA

**CAMPINA GRANDE
PARAÍBA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE – PARAÍBA



**CONTROLE DE *Sitophilus zeamais* MOTS., 1855 (COL.: CURCULIONIDAE) EM
MILHO PIPOCA NAS FASES ADULTA E IMATURA COM
EXTRATOS VEGETAIS**

ELVIRA BEZERRA PESSOA

Campina Grande - Paraíba

Abril - 2004

**CONTROLE DE *Sitophilus zeamais* MOTS., 1855 (COL.: CURCULIONIDAE) EM
MILHO PIPOCA NAS FASES ADULTA E IMATURA COM
EXTRATOS VEGETAIS**

*Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
em Engenharia Agrícola da Universidade
Federal de Campina Grande, em cumprimento às
exigências para obtenção do Grau de Mestre*

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de Produtos
Agrícolas**

ORIENTADA: Elvira Bezerra Pessoa

ORIENTADORES: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida – DEAg/UFCG

Prof^a .Dra. Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia – DEAg/UFCG

Campina Grande – Paraíba

Abril - 2004

P 475 Pessoa, Elvira Bezerra
2004 Controle de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col. Curculionidae)
em milho pipoca nas fases adulta e imatura com extratos vege – tais
Elvira Bezerra pessoa. – Campina Grande, PB: UFCG, 2004.
57p.: il.
Inclui bibliografia
Dissertação (mestrado em engenharia Agrícola)
UFCG/CCT/DEAG
1.Extrato vegetal. 2.Caruncho do milho. 3.Controle. I Título

CDU:661.53.027



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

ELVIRA BEZERRA PESSOA

**CONTROLE DE *Sitophilus zeamais* MOTS., 1855 (Col.: Curculionidae)
EM MILHO PIPOCA NAS FASES ADULTA E IMATURA COM
EXTRATOS VEGETAIS**

BANCA EXAMINADORA

Dr. Francisco de Assis C. Almeida-Orientador

PARECER

APROVADO

Josivanda P. Gomes de Gouveia

Dra. Josivanda Palmeira G. de Gouveia-Orientadora

APROVADO

Dr. Patrício Borges Maracajá-Examinador

Aprovado

Juarez Paz Pedroza

Dra. Juarez Paz Pedroza-Examinador

Aprovada

ABRIL - 2004

*Aos meus pais, Evaldo Bezerra de Lima e Maria Zuleide Gomes;
Irmãos, Socorro, Ednalva, José Evaldo, Maria José, Adriana, Viviane, Tânia e,
esposo Paulo César,
OFEREÇO*

*A meus irmãos Maria Rosileide e Evandro (in memoriam)
HOMENAGEIO*

*Ao meu filho Matheus Marley na certeza de que estamos construindo um mundo
melhor.*

DEDICO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir essa grande vitória na minha vida.

Ao orientador e amigo Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida, pela orientação e apoio.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e, em especial, a professora Josivanda P. G. de Gouveia, pelos ensinamentos transmitidos.

A Silvana Alves pelos ensinamentos, amizade e apoio.

Aos meus sobrinhos, especialmente Larrissa, Evaldo neto e Wagner pelo carinho.

A todos os amigos do curso, especialmente; Acácio, Ailton, Bartolomeu, Ednalva, Diniz, Joaquim, Nubênia, Niedja, Nilene e Sheila, pela amizade demonstrada durante o curso.

A minha amiga Ligia pela amizade que contribuiu para meu crescimento.

Ao professor José Alexandro da Silva (CCBS – UEPB), por facilitar o extrator para a obtenção dos extratos vegetais.

Ao Dr. Patrício Borges Maracajá e Dr. Juarez Paz, por terem aceitado nosso convite para participar como membros examinadores desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. <i>Sitophilus zeamais</i> (Mots., 1855)	6
2.2. Importância do milho pipoca	8
2.3. Extratos de origem vegetal	9
2.4. Armazenamento e viabilidade	13
2.5. Substâncias ativa e princípios ativos	15
2.5.1. Retenóides	15
2.5.2. Piretróides	16
2.5.3. Quassinóides	16
2.5.4. Alcalóides	17
2.5.5. Terpenóides	17
2.5.6. Furanocumarinas e cromenos	18
2.6. Descrição das espécies vegetais	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Condições climáticas	24
3.2. Manutenção da criação do <i>Sitophilus zeamais</i>	24
3.3. Obtenção dos extratos	25
3.4. Aplicação dos extratos	27
3.5. Teor de umidade	30
3.6. Avaliação do efeito do extrato e da perda de peso	30
3.7. Análise da germinação e primeira contagem da germinação	31
3.8. Análise dos Resultados	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32

4.1.Primeira etapa: mortalidade dos insetos adultos	33
4.2. Segunda etapa	37
4.3. Terceira etapa	40
4.4. Quarta etapa: teor de umidade	41
4.5. Quarta etapa: germinação	43
4.6. Quarta etapa: infestação e perda de peso.	44
5. CONCLUSÕES	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
7. ANEXOS	58

UFCC - BIBLIOTECA

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1-	Adulto de <i>Sitophilus zeamais</i>	25
Figura 3.2-	Criação do <i>Sitophilus zeamais</i>	25
Figura 3.3-	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	26
Figura 3.4-	<i>Citrus cinensis</i>	26
Figura 3.5-	<i>Cymbopogon citratus</i>	26
Figura 3.6-	<i>Eucalyptus spp</i>	26
Figura 3.7-	<i>Nicotiana tabacum</i>	26
Figura 3.8-	<i>Ocimum basilicum</i>	26
Figura 3.9-	Equipamento empregado na aplicação dos extratos: nebulizador (a) e recipiente de plástico com furos (b)	27
Figura 3.10-	Tubo de PVC introduzido na massa de milho para aplicação dos extratos	28
Figura 3.11-	Recipientes metálicos	29
Figura 4.1-	Mortalidade de <i>S. zeamais</i> em função da dose aplicada do extrato de <i>Ocimum basilicum</i>	36
Figura 4.2-	Numero de insetos mortos depois de 48 horas em função da aplicação dos extratos de <i>Cymbopogon citratus</i> (A), <i>Nicotiana tabacum</i> (B) , <i>Chenopodium ambrosioides</i>	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1-	Nome científico, nome vulgar e parte utilizada de cada espécie botânica	25
Tabela 4.1-	Quadrado Médio (QM) da variância e da regressão na análise de variância para a mortalidade do <i>Sitophilus zeamais</i> adulto depois de 48 horas da aplicação dos extratos hidroalcoólicos de sete espécies de plantas pelo método do “vapor”	33
Tabela 4.2-	Mortalidade (%) de adultos de <i>S. zeamais</i> depois de 48 horas da aplicação de extratos hidroalcoólicos de oito espécies de plantas pelo método de vapor	35
Tabela 4.3-	Quadrado Médio (QM) da análise de variância para a mortalidade do <i>Sitophilus zeamais</i> depois de 48 horas da aplicação dos extratos	37
Tabela 4.4-	Valores médios da mortalidade (%) de <i>Sitophilus zeamais</i> para a interação Extratos x Dosagem pelo método do vapor depois de 48 horas da aplicação dos extratos	40
Tabela 4.5-	Quadrado Médio (QM) da análise de variância para a viabilidade de ovos do <i>Sitophilus zeamais</i> depois 40 horas da aplicação dos extratos em uma massa de milho pipoca	40
Tabela 4.6-	Viabilidade de ovos (%) de <i>Sitophilus zeamais</i> decorrentes do tratamento das sementes do milho pipoca pelo método de pipetagem depois 40 dias	41
Tabela 4.7-	Quadrado Médio (QM) da análise de variância para o teor de umidade das sementes após 45 dias da aplicação dos extratos pelo método de pipetagem	41
Tabela 4.8-	Teor de umidade (%) do <i>Zea mays</i> decorrentes do tratamento das sementes pelo método de pipetagem após 45 dias	42
Tabela 4.9-	Quadrado Médio (QM) da análise de variância referentes à germinação de milho pipoca depois de 48 horas da aplicação dos extratos	43
Tabela 4.10-	Germinação de sementes de milho pipoca depois de 45 dias da aplicação dos extratos pelo método de pipetagem	44
Tabela 4.11-	Quadrado Médio (QM) da análise de variância referentes à infestação e perda de peso de sementes de milho pipoca depois de 48 horas da aplicação dos extratos	44

Tabela 4.12-	Índice de infestação e perda de peso de sementes de milho pipoca depois de 45 dias da aplicação dos extratos pelo método de pipetagem	45
Tabela 4.13-	Número de insetos mortos decorrentes da aplicação de 8 e 16 ml dos extratos no tratamento das sementes de milho pipoca	57

RESUMO

Dentre as pragas associadas às sementes e grãos armazenados no Brasil, o gorgulho, *Sitophilus zeamais*, destaca-se como um dos principais responsáveis na queda da produção, devido as perdas e danos provocado por este inseto praga. Com bases nessas considerações e dentro de um alinhamento ecológico, realizou-se o presente trabalho, objetivando avaliar a eficácia de sete extratos vegetais, com propriedades inseticidas, no controle do inseto na fase imatura (ovo) e a mortalidade do inseto adulto. Os extratos hidroalcoolicos foram obtidos pelo método de extração a frio por percolação. Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas do DEAg da UFCG e no Laboratório de Farmacotécnica (LF) do Departamento de Farmácia e Biologia do CCBS da UEPB, ambos sediados em Campina Grande, PB. Inicialmente, realizou-se a multiplicação do inseto a partir de exemplares coletados em grãos armazenados. Posteriormente, foram aplicados, pelo método do vapor, aos insetos adultos contidos em recipientes plásticos na dose estabelecida para cada tratamento (4, 8, 12 e 16 ml). Em uma segunda fase, selecionou-se os quatros melhores extratos e as duas doses que mataram os insetos adultos na primeira fase, os quais foram levados aos carunchos, previamente inoculados em uma massa de milho pipoca, pelo método do vapor e diretamente sobre as sementes, que depois de homogeneizadas eram secas a sombra por 24 horas. Em uma terceira etapa, testou-se os dois melhores extratos, aplicados diretamente sobre as sementes de milho pipoca, contendo ovos do *S. zeamais*, na dose de 16 ml, para a avaliação da eficácia dos mesmos sobre a emergência do inseto depois de 40 dias da instalação dos ensaios. Em um quarto experimento, avaliou-se o efeito desses mesmos extratos e dose, empregados na etapa anterior, sobre a eficácia dos mesmos no controle do *S. zeamais* e seus efeitos na germinação, teor de umidade e sementes infestadas. Tendo sido constatado, mediante os resultados de cada bioensaio, que os insetos adultos de *Sitophilus zeamais* são controlados igualmente com os extratos de *Citrus cinensis* (98,62%), *Cymbopogon citratus* (97,87%) e *Nicotiana tabacum* (96,50%), em todas as doses testadas e aplicadas pelo método do vapor. Os extratos de *Nicotiana tabacum* e *Cymbopogon citratus*, demonstraram ação ovicida, controlando esta fase imatura do gorgulho em 96,55 e 95,07%, respectivamente, e que a qualidade fisiológica da semente de milho pipoca não foi afetada pelos extratos, durante o período de armazenamento.

1. INTRODUÇÃO

UFCC - BIBLIOTECA

1. INTRODUÇÃO

Sementes e grãos de cereais e seus subprodutos estão sujeitos ao ataque de pragas, que causam perdas qualitativas e quantitativas, reduzindo os valores nutricionais e comerciais do produto (Anderson et al., 1990).

As perdas podem ocorrer antes, durante e depois da colheita, no transporte, industrialização e armazenamento. As perdas de armazenamento afetam o produto final, pronto para a comercialização que segundo Sinhá (1995) dos 30% em alguns casos, 10% são causados diretamente pelo ataque de pragas de armazenamento. Considerando-se que a produção brasileira de sementes e grãos em 2002/2003 foi de aproximadamente 110 milhões de toneladas (CONAB, 2003), fica evidente a relevância desses prejuízos.

Dentre as pragas associadas aos grãos armazenados no Brasil, o gorgulho *Sitophilus zeamais*, destaca-se como uma das mais importantes, devido ao grande número de hospedeiros, elevado potencial biótico, capacidade de penetração na massa de grãos e, infestação cruzada, ocasionando danos, principalmente, as sementes e grãos de milho, arroz e trigo (Gallo et al., 2002).

O controle às pragas dos produtos armazenados tem sido realizado preferencialmente com fumigantes liquefeitos (bisufeto de carbono, entre outros) ou solidificados a exemplo da fosfina (Almeida et al., 1999). Entretanto, o uso indevido desses produtos levou ao surgimento de populações de insetos resistentes e a detecção de resíduos em sementes e grãos expurgados com alto teor de umidade (Faroni, 1997).

Desta forma, as pesquisas atuais e o aumento do conhecimento dos prejuízos advindos do uso indiscriminado destes produtos, associados a preocupação dos consumidores quanto a qualidade dos alimentos, tem motivado estudos relacionados a novas técnicas de controle destas pragas e, entre estas, o uso de inseticidas de origem vegetal (Tavares e Vendramim, 2002).

No caso dos produtos armazenados, a importância dos produtos naturais é ainda maior, visto que os resíduos químicos dos inseticidas sintéticos permanecem acumulados por mais tempo pelo fato de praticamente não haver atividade metabólica no vegetal e principalmente pela não ocorrência de ação de fatores climáticos como chuva, sol, vento,

entre outros, que poderia reduzir, mas rapidamente o nível de resíduos nas sementes e grãos tratados.

Atualmente, as plantas representam um considerável recurso para o controle alternativo de pragas, doenças e invasoras, porém esta informação é desconhecida pela grande maioria dos agricultores (Almeida et al., 1999). Desde o ano de 1985 que se põe em evidência a importância desta área de pesquisa quando Guerra (1985) afirmou existir uma lista contendo cerca de duas mil plantas com possibilidades de uso no controle de pragas, doenças e invasoras distribuídas a mais de meia centena de organizações de vários países do mundo que trabalham/trabalhavam num projeto coordenado pelo Dr. Suleen Ahmed, com sede em Honolulu, Havai.

Os inseticidas naturais de origem vegetal podem ser ecologicamente correto por não colocar em risco a existência do inseto que apresenta como uma de suas características a infestação cruzada, ou seja, desenvolve-se tanto no campo quanto nos armazéns e esta forma de controle visa a eliminação da praga só nos produtos armazenados, permanecendo sua existência no campo.

Com base nessas considerações e o propósito de contribuir para o manejo das pragas de grãos armazenados com produtos naturais e de fácil alcance do produto, especialmente do pequeno e médio, eficiente e de baixo custo, justifica-se a realização desse trabalho pelos prejuízos que causam o *Sitophilus zeamais* ao milho armazenado, ademais dos elevados preços dos defensivos químicos empregados em seu controle; os malefícios dos inadequados e dos resíduos deixados pelos mesmos.

Diante destes problemas e dentro de alinhamento ecológico, o presente trabalho teve como objetivo geral, avaliar a eficácia de sete extratos hidroalcoólicos produzidos obtidos de sete espécies de plantas da flora do nordeste do Brasil que podem atuar como inseticida e serem utilizados como produtos comerciais e, como específicos:

1. Avaliar a eficiência dos extratos vegetais sobre a forma imatura (ovo) e mortalidade de adulto do *Sitophilus zeamais*,
2. Avaliar dois métodos de aplicação dos extratos vegetais (vapor e pipetagem) e duas formas (com e sem o emprego de um cano perfurado) no controle do *Sitophilus zeamais*,

3. Avaliar a perda de peso, o grau de infestação, a germinação e sua primeira contagem em sementes de milho pipoca tratadas e inoculadas com *Sitophilus zeamais* por um período de 45 dias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Sitophilus zeamais* (Mots, 1855)

O caruncho do milho, *S. zeamais*, é um coleóptero da família Curculionidae. Descrito por Motschutsky em 1855, passou a surgir dúvidas quanto ao complexo do *Sitophilus oryzae* descrito por Linneu em 1763, que somente em 1961 foram completamente esclarecidas, mediante técnicas desenvolvidas por Kuschel (1961) com base nos caracteres da genitália do inseto.

Originário, provavelmente da Índia, o *S. zeamais* foi disseminado rapidamente pela Europa, sendo, hoje, encontrado em quase todas as regiões tropicais e temperadas quentes do globo terrestre (Halstead, 1963). No estado de São Paulo, Brasil, é a praga de armazenamento que causa maiores danos aos produtos estocados, sendo também a que ocorre com maior frequência (Rossetto, 1969).

Lorini e Schneider (1994) descrevem-o como um inseto de pequeno porte, medindo cerca de 3 mm de comprimento e forma alongada, de coloração castanho escuro com quatro manchas avermelhadas nas costas (élitros), visíveis logo depois da emergência, cabeça projetada para a frente como uma tromba, em cuja extremidade curvada para baixo estão as peças bucais. Nos machos, a tromba é mais curta e grossa que nas fêmeas.

A postura do *S. zeamais* é inibida em sementes com unidade inferior a 12,5%, podendo ocorrer em milho no estado de maturação. Devido a essa característica e por ser um voador ativo, pode atacar grãos e sementes no campo, particularmente em áreas próximas a armazéns com infestação. As fêmeas depositam seus ovos individualmente em pequenos orifícios feitos com suas mandíbulas, nos grãos e sementes. A seguir, as glândulas associadas ao ovipositor secretam uma substância gelatinosa que é utilizada para fechar a cavidade, tornando-a de difícil visualização. Depois da eclosão a larva passa a se alimentar no interior do grão de suas reservas, formando um túneo enquanto se desenvolver nos seus quatro instares.

Santos (2003) trata a biologia do *S. zeamais* em milho, a 28 °C e 60% UR, descrevendo os valores médios de: 5,9 dias de período de pré-postura; 104,3 dias de ovoposição; 282,2 ovos por fêmea; 2,7 ovos por dia; longevidade dos machos de 142 dias e de 140,5 para as fêmeas; período de ovo a adulto de 34 dias e de incubação de 3 a 6 dias; proporção de 48,1%

de machos e 51,9% de fêmeas e 26,9% de ovos que se desenvolvem até adultos. Dados que estão em harmonia com os relatados por Rossetto (1972).

As perdas causadas por insetos-praga de grãos armazenados que atacam o embrião e o endosperma das sementes são estimadas em 10% de toda a produção mundial, não estando computado aqui as perdas causadas pelo aquecimento da massa de grãos e sementes provocada pela atividade dos insetos, e o conseqüente ataque de fungos e outros microorganismos, assim como a diminuição do seu valor nutritivo.

No Brasil as perdas causadas pelos insetos e os microorganismos dos grãos e sementes armazenadas variavam segundo Almeida et al. (1999) entre 20 a 30% da produção nacional, fato que segundo os mesmos autores se deve às condições climáticas brasileiras e precárias condições de guarda desses produtos no meio rural. Para Santos e Fontes (1990) tanto as formas jovens quanto adultas de *S. zeamais* causam prejuízos aos grãos armazenados, sendo a primeira (larva) a mais agressiva. Em milho ensacado e infestado no interior de gaiolas em condição de armazéns aberto por Campos e Bitran (1976), revelam perdas de 19,1% em peso com 75% de ataque e de 33,2% com 95% de infestação para os grãos mantidos em armazéns e gaiolas; respectivamente, por um período de 180 dias. Sobre o tema Santos e Cruz (1984) e Lopes et al. (1988) descreveram que o aumento na perda de peso, no valor comercial devido mudanças na composição químicas do milho ao longo da armazenagem, estão relacionadas ao ataque do *S. zeamais*.

Mallmann et al. (1988) trabalharam com milho doce e superdoce, e concluíram que as sementes atacadas por *S. zeamais* sofreram redução de viabilidade revelada pela germinação e destacaram a necessidade do controle rigoroso da infestação do ataque de insetos pragas dos grãos armazenados, especialmente do *S. zeamais* para estes produtos.

Em um estudo realizado por Santos et al. (1990) onde foi considerado os prejuízos causados pelo *S. zeamais*, em cada fase de seu desenvolvimento em uma massa de milho armazenado, registraram perda do poder germinativo de 13% quando o inseto estava na fase de ovo (0 a 4 dias), 23% com larvas de primeiro instar (5 a 10 dias), 30% para larvas de segundo instar (9 e 34 dias) e 94 e 93% no estágio de pulpa /adulto (35 a 40 e 41 a 46 dias, respectivamente).

2.2. Importância do milho pipoca

Os maiores produtores mundiais de milho-pipoca são os Estados Unidos da América com área de 101.538 mil hectares e produtividade de 3.700 kg ha⁻¹, totalizando 375.691 mil toneladas. Esse mercado garante faturamento para as indústrias na ordem de 1.155 bilhão de dólares. No Brasil, as estatísticas a respeito do milho-pipoca não foram publicadas, porém acredita-se que sejam consumidas 30 mil toneladas por ano (AGRIANUAL, 2002). O milho-pipoca é o alimento bastante apreciado no Brasil, e, atualmente, em consequência do aprimoramento e da popularização de máquinas elétricas e fornos de microondas para o pipocamento do milho, constata-se aumento crescente na produção e no consumo. O valor de mercado deste tipo de grão é bem superior ao do milho comum. No início da década de 90 com valorização do real em relação ao dólar, aproximou o preço do produto importado ao do produto nacional, favorecendo deste modo, a importação de grãos de milho-pipoca da Argentina e dos Estados Unidos. No entanto, atualmente com o câmbio livre, o produto nacional está bastante valorizado.

As sementes de milho-pipoca, da mesma forma que o milho comum, tem o poder de germinação afetado após um determinado período de armazenamento, mesmo sob condições especiais. O mesmo não ocorre para a capacidade de expansão, já que esta não está associada ao poder de germinação. Sabe-se que grãos de milho-pipoca, quando bem armazenadas, conservam intacta sua capacidade de expansão, de uma maneira correta é possível estocar a produção, sem que esta perca a qualidade, permitindo ao agricultor comercializar produto em épocas de maiores preços, além disso, o milho pipoca é mais uma matéria prima para o surgimento de agroindústrias (Zinsly e Machado, 1978).

A característica mais importante do milho-pipoca é a capacidade de expansão, ou seja, a capacidade de os grãos estourarem sob ação do calor, originando a pipoca. A capacidade de expansão está associada negativamente à produtividade. Como consequência da maior atenção à capacidade em relação aos caracteres agronômicos, temos em geral que as plantas dos cultivares de milho-pipoca são mais susceptíveis às doenças, ao acamamento e quebraimento do colmo (Sawazaki, 2000).

2.3. Extratos de origem vegetal

As plantas tem sido uma importante fonte de substâncias químicas com diferentes estruturas e com diversas atividades contra insetos (Vieira e Fernandes, 1999). Porém o seu uso direto ou de seus extratos brutos não se limita apenas a aplicações domésticas. O homem começou a refletir um pouco mais sobre a relação inseto-planta e dessa forma respeitar mais os mecanismos naturais.

A azadiractina, um tetranortriterpenoide, presente na semente do nim, (*Azadiracta indica*) tem efeito repelente, intoxicante, regula o crescimento e a metamorfose dos insetos, afeta a biologia, oviposição e a viabilidade dos ovos (Jacobson, 1989, Saxene, 1989, Schmutterer, 1990; Mordeu e Blackwell, 1993; Neves e Nogueira, 1996), constituindo-se em um infestante princípio ativo entomológico (Jacobson, 1989).

A busca de novos inseticidas constitui-se campo de investigação aberto, amplo e contínuo. A grande variedade de plantas na flora continua sendo um enorme atrativo na área de controle de insetos (Vieira e Fernandes, 1999).

A adição de extratos vegetais ricos em taninos ao meio de cultura batata – dextrose provocou uma significativa redução do crescimento micelial do fungo *Fusarium subglutians*, principalmente nos tratamentos com produtos comerciais contendo taninos de acácia negra, que promoveram uma redução mais eficiente do que os extratos artesanais das árvores angico e barbatimão (Carvalho et al., 2000).

Muitas espécies vegetais de plantas contem fenóis, quinonas, saponinas, flavanóides e terpenóides em quantidades apreciáveis para repelir insetos, além de prevenir a ocorrência de doenças de plantas (Silva Júnior e Vizzotto, 1996).

Carvalho et al. (2000) constataram uma redução da incidência da fusariose do abacaxeiroteiro de 31% (tratamento testemunha) para 7,6% com aplicações de extratos aquosos da casca da árvore barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman* L.) em substituição a aplicação de fungicidas.

A resistência em pragas de produtos armazenados, no Brasil, tem assumido grande importância nos últimos anos (Lorini et al., 1999). Estes autores descrevendo sobre as principais espécies, onde apresentam o *S. zeamais* e o *S. oryzae* citam que por existir

constatação de raças resistentes a inseticidas químicos usados em operação de controle no Brasil, há uma necessidade urgente de se estabelecer estratégias de manejo integrado de pragas no armazenamento. E, que o manejo de resistência a inseticidas no ambiente de armazenagem de grãos e sementes é uma prática essencial, devido ser muito difícil controlar determinada praga depois do mesmo torna-se resistente ao produto químico. Desta forma, o manejo adequado pode reduzir o número de espécie resistente ou, no mínimo, retardar o aparecimento do problema.

No Brasil, o controle químico, na forma de fumigação, tem sido uma prática corriqueira no tratamento do *S. zeamais* em grãos e sementes armazenadas, tendo a fosfina (PH₃) sido o fumigante mais empregado. Porém este produto apresenta desvantagens que preocupam a todos os que estão envolvidos na cadeia produtiva, como erosão de metais não ferrosos, demanda de longo tempo de aeração, inflamabilidade em altas concentrações e toxicidade do produto fumigado, podendo ocasionar ainda, a resistência de insetos quando expostos a dosagens exageradas (Santos, 1993).

Ademais, o uso abusivo de inseticidas químicos não só tem aumentado a resistência dos insetos a estes inseticidas, como também tem provocado intoxicação em trabalhadores e contaminação do meio ambiente, conforme relato de Souza e Reis (1986). Sabe-se muito pouco a respeito da ocorrência deles nos produtos processados, assim como seus riscos a saúde dos consumidores. Por outro lado, existem relatos de que o processamento, em geral, reduz os resíduos nos produtos industrializados, porém pode, também em alguns casos aumentarem (Guedes et al., 1994).

O emprego de plantas, para controlar pragas de produtos armazenados, data bem antes do advento dos produtos orgânicos sintéticos. Lagunes e Rodriguez (1992) relataram como os primeiros inseticidas vegetais, a nicotina extraída do fumo (*Nicotiana tabacum*), a piretrina do piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), a retenona extraída de *Dorris* ssp e outros alcalóides, extraídos da sabadina (*Schoenocaulon officinale*) e a rianodina (*Rhyonia speciosa*).

Propriedades inseticidas, na forma de pós, extratos e óleos têm sido utilizados como alternativa de controle do caruncho, primeiramente por produtores da América Latina, África e Ásia, provocando assim, mortalidade, repelência, inibição da oviposição, redução no desenvolvimento larval e fertilidade dos adultos (Oliveira et al., 1999).

De acordo com Almeida (2003) as pesquisas com plantas inseticidas demonstraram eficientes no controle da fase adulta dos *Callosobruchus maculatus* inoculados na massa de sementes de feijão *Vigna unguiculata*.

Silva et al. (2001) estudando fontes alternativas de aspectos nutricionais de fertilidade dos solos, observaram que a pimenta longa (*Piper hispidinervium*) atua como alternativa para a produção do safrol, visando a retomada da produção deste importante constituinte de óleos essenciais de origem vegetal, muito utilizado nos Estados Unidos, Japão, e Europa. Trata-se de um composto aromático que ocorre na natureza, sendo empregado na indústria química como matéria prima na fabricação de heliotropina, um importante fixador e componente de fragrâncias, e de butóxido de piperonila, usado como agente sinérgico em inseticidas naturais, tais como piretrium e retenona. Por não possuir processo de exploração destrutiva, como acontece com outras espécies produtora deste óleo essencial, o estabelecimento de um sistema de produção, também atende a apelos de conservação do meio ambiente.

Santos (2003) utilizando plantas com atividade inseticidas no controle do *Sithophilus zeamais* inoculados em sementes de milho, verificaram mediante os resultados obtidos, que a mortalidade dos insetos está relacionado com o tipo de extrato, os métodos de aplicação e com dose aplicada, sendo os extratos de *Collopogonium caeruleum* e *Piper nigrum* os mais eficientes no controle do caruncho do milho. Resultados que se harmonizam com os obtidos por Almeida et al. (2004), em estudo da eficácia desses mesmos extratos no controle do *Collosobruchus maculatus* na fase adulto inoculados ou não em uma massa de sementes imatura (ovo), com o objetivo de controlar esta praga do feijão vigna armazenado.

O efeito tóxico da pimenta do reino (*Piper nigrum*) sobre pragas de grãos armazenados foi estudado por Su (1977), onde se observou alta mortalidade de *Sithophilus oryzae* adulto, expostos em grãos de trigo tratados com extratos etanólico e com pó desta planta.

Os pós de *Chenopodium ambrosioides* apresentaram efeito altamente tóxico sobre *S. zeamais*, além de reduzirem a emergência de adultos (Tavares e Vendramim, 2002) o autor relata ainda que o mesmo possui efeito inseticida via fumigação, contato e/ou ingestão em relação ao inseto adulto e que os frutos concentram os compostos com atividade inseticidas.

Extratos hidroalcolicos de *Calopogonium caeruleum* e *Piper nigrum*, foram empregados por Almeida et al. (2003) no controle do *Collosobruchus maculatus*, tendo os mesmos sido eficientes em mais de 95% no controle de infestação e na redução da perda de

peso das sementes de feijão *Vigna unguiculata* peso das sementes de feijão *Vigna unguiculata* armazenado. As substâncias ativas presentes em plantas, com efeito, inseticida, atua no metabolismo do inseto provocando sua morte, dentre as quais destacam-se a nicotina, a piretrina e retenona (Araújo, 1999).

Pesquisa desenvolvida por Lale (1992) evidenciaram a atividade inseticida de pós e óleos de *Dnnettia tripetala* e *Aframomum melegueta*, *Piper guineense* sobre *O. S. zeamais*, destacando-se CL50 de 2,63%, em relação aos pós para *D. tripetala*, que superou o *A. melegueta* e o *P. guineens* nesta ordem.

Extratos obtidos da amêndoa da semente do nim (*Azadiracta indica*) foram utilizados por Trindade et al. (2000) no controle das lagartas da traça-do-tomateiro, tendo o mesmo causado elevada (%) mortalidade a essas pragas. Sobre o tema Schumutterer (1990), retrata a importância dos extratos naturais pela seletividade e por ser empregados com outros bioprodutos, aumentando assim sua eficácia.

Stampoulos (1991) estudando o efeito repelente de óleos essenciais de eucalipto sobre *Acanthoscelides obtectus*, verificou que o óleo de eucalipto reduz a fecundidade, viabilidade de ovos e ocasiona mortalidade larval. Plantas aromáticas da família Labiatae ocasionaram decréscimo na oviposicao e emergência de adultos de *Acanthoscelides obtectus* em feijão, destacando-se, entre estas, *Origanum serpyllum* (Regnault-Roger e Hamraqui, 1993).

Santos (2003) tratando dos danos causados pelo *S. zeamais* em função perda de peso do milho, observou que as sementes tratadas com os extratos de *Colopogonium caeruleum* e *Ruta graveolens* se conservam melhor que as não tratadas. A perda de peso provocada pelos insetos *S. zeamais*, deve-se a que os mesmos se alimentam do endosperma do milho na sua fase inicial, esse processo de alimentação causa considerável perda de peso, redução de nutrientes e reduz o poder de germinação, além de provocar uma menor cotação no mercado.

Resultados promissores também foram encontrados por Tapondjou et al. (2002) estudando o efeito de pós-obtidos de folhas de *Chenopodium ambrosioides* sobre seis pragas de grãos armazenados, entre estas, *S. zeamais*, observando 100% de mortalidade de adultos desta espécie.

2.4. Armazenamento e viabilidade

O armazenamento, em nível de fazenda, é a solução preconizada por muitos especialistas, para dirimir as perdas brasileiras de grãos e sementes com grande participação dos pequenos agricultores. Se os grãos e sementes, contudo, não forem colhidos em boas condições e, conseqüentemente, mantidas sob condições adequadas, o seu grau de peressibilidade pode aumentar (Hara et al., 1997). Assim, torna-se importante não só o armazenamento bem conduzido, mas também o controle das pragas de armazenamento que pode reduzir ou acelerar o processo de perdas (Faroni, 1997).

Para Harrington citado por Almeida et al. (1997) o armazenamento tem início a partir do momento em que as sementes atingem o ponto de maturação fisiológica, o qual é tido como o de máximo vigor que as sementes podem atingir iniciando, a partir desse momento, o processo básico de deteriorização causado pela auto oxidação dos lipídios que constituem as membranas que, danificando-se, reduz a respiração, biosíntese, germinação, vigor e crescimento de plântula.

Os fatores que afetam a viabilidade das sementes têm sido estudados em detalhes; entretanto, a causa de deterioração ainda não foi bem definida em termos precisos, sendo algumas delas atribuídas a: degeneração das enzimas; perdas de habilidade de recombinação das moléculas inertes para formar moléculas protoplasmáticas ativas e coagulação gradual das proteínas dos núcleos nas células do embrião. Desta forma, a longevidade da semente depende da interação de uma série de fatores, entre os quais o tratamento da semente e a unidade ocupacional indiscutível destaque como fatores básicos na conservação de qualidade da semente armazenada.

Hara et al. (1997) menciona ser necessário o conhecimento do teor de umidade da semente com a finalidade de se determinar condições adequadas para o armazenamento, uma vez que o mesmo varia desde a colheita até o plantio, sendo esta variação dependente do teor inicial de umidade e de ação da condição ambiental em que são expostas as sementes.

Quanto à qualidade fisiológica revelada pela germinação, entende-se por germinação o reinício do crescimento do embrião, que havia sido paralisados nos estágios finais da maturação da semente ainda na planta mãe (Carvalho e Nakagawa, 2000) entendem como o

processo que se inicia com o suprimento de água e semente e termina com a saída da radícula através do tegumento.

Para Grabe (1968) a germinação deve ser entendida como a capacidade da semente produzir uma plântula normal, sob condições ótimas de desenvolvimento dentro de um período que para Cristensen (1969), depende das características genéticas da espécie e dos efeitos do meio ambiente durante a formação, desenvolvimento, maturação, colheita, processamento e armazenamento da semente.

As Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992) entendem como germinada toda semente que, pela emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião demonstre sua aptidão para produzir plântulas normal sob condição favoráveis de campo.

Oliveira (2003) concordando com o tema diz ser os grandes causadores das perdas de grãos e sementes armazenando os insetos e que as pragas são o reflexo de má conservação e que compromete totalmente a qualidade para a comercialização. Ademais o autor, referindo-se e dados da CONAB (2002), safra 2001/2002, menciona que no Brasil, as perdas por praga, em armazéns de ordem de 10% ao ano, totalizando nesta safra um total de 80 milhões de toneladas.

O aprimoramento dos padrões de classificação e o fator de qualidade são assuntos discutidos em todo o mundo. Com base nas necessidades dos usuários finais dos grãos e sementes, o Canadá e Austrália são muito rigorosos quanto ao grau de infestação por insetos no período de armazenamento (Storey, 1988). Na classificação Norte-Americana, o número de insetos não afeta diretamente a comercialização, mas de dois ou mais insetos primários forem encontrados em um quilograma de grãos/sementes, a designação infestada aparece no laudo, podendo ser retirado depois de uma fumigação (Hagstrum et al., 1996). No Brasil, algumas indústrias admitem até 3% de grãos carunchados ou com insetos, no isento como padrão de qualidade (Faroni, 1997).

O tema põe de manifesto a importância que as pragas de armazenamento passaram a ter na avaliação dos grãos onde na literatura especializada (Faroni, 1997) apresenta as espécies de *Sitophilus* como a mais difundida e destrutiva praga primária de cereais armazenadas no mundo. *S. zeamais* e *S. oryzae* são cosmopolitas, mas especialmente abundantes em regiões tropicais com temperaturas moderadas.

2.5 Substâncias ativas e princípios ativos

As plantas tem sido uma importante fonte de substâncias químicas com diferentes estruturas e diversas atividades contra insetos, porém o seu uso direto, ou de seus extratos brutos, ainda, são limitados, necessitando de maiores investigações. No entanto, sabe-se que dois tipos de biossintéticos estão presentes nas plantas as substâncias ativas provenientes do metabolismo primário da fotossíntese e os provenientes do metabolismo secundário, derivados essencialmente da assimilação do nitrogênio e, que muitos dos princípios ativos, ou grupos deles, sintetizados pelas plantas, podem provocar reações nos organismos, com efeito, tóxico, dependendo da quantidade empregada (dose).

Sobre a importância da identificação dos princípios ativos Coimbra (1994) e Simões e Schenkel (2001), afirmam que quando estes estão presentes, poderão produzir propriedades que podem ser utilizadas em benefícios do homem, como é o caso do emprego no controle das pragas dos grãos e sementes armazenadas desta forma, tem-se buscado métodos mais seguros no controle de insetos, mediante novos inseticidas desenvolvidos com princípios ativos encontrados nas plantas, e, um exemplo bem sucedido estar no uso de piretróides, hoje, empregado em aproximadamente um terço de todos os inseticidas usados no mundo.

Vieira et al. (1999) tratando do assunto, citam os gêneros *Nicotiana* da família Solanaceae e o gênero *Chrysanthemum* da família Asteraceae como sendo os que agregam as principais plantas das quais são obtidas substâncias com atividades inseticidas, como as produtoras de nicotina e nornicotina e fornecedoras de piretrinas, respectivamente.

2.5.1. Rotenóides

Desse grupo, a rotenona 1 é a principal substância com atividade inseticida, tendo sido usada pela primeira vez como inseticida em 1848 na Malásia. A rotenona ocorre principalmente em espécies do gênero *Derris* e *Lonchocarpus* (timbós) (Boice, 1974).

A atividade fagoinibidora da rotenona não deixa de apresentar um lado importante, já que as borboletas, em geral, não representam prejuízos à agricultura, com exceção de suas formas jovens, as lagartas.

A atuação dos retenóides pode ser tanto de contato como por ingestão. O mecanismo de atuação da retenona se dá na cadeia respiratória (transporte de elétrons) impedindo a regeneração do NAD^+ , uma diminuição do consumo de O_2 em cerca de 95%, levando o inseto à asfixia e conseqüente morte.

2.5.2. Piretróides

O piretro, também conhecido como pó-da-pérsia, foi usado na região do Cáucaso e norte do Irã ainda no século XVII. Originalmente extraído das flores de crisântemos (espécies do gênero *Chrysanthemum*–Asteraceae), esse inseticida foi amplamente empregado, tanto nos países que cultivavam as plantas fornecedoras quanto naqueles que as importavam. A grande vantagem, que impulsionou a utilização e pesquisas que perduram até nossos dias, é a menor toxicidade dos piretróides para mamíferos, dentre todos os inseticidas em uso (Ray, 1991).

A síntese dos piretróides pode ser apontada como um exemplo de êxito absoluto no uso de produtos naturais como protótipo, conduzindo a vários processos de obtenção de derivados considerados pouco tóxico ao homem (Crombie, 1989; Henrick, 1994).

2.5.3. Quassinóides

A quassina começou a ser usada como inseticida no final do século XVII, através da utilização dos extratos aquosos do tronco e casca de plantas da espécie *Quassia amara* L. Outras espécies dessa mesma família, pertencentes aos gêneros *Aeschrion*, *Picrasma* e *Ailanthus* (Simarubaceae), existentes na América Central, do Norte e Índia, também foram utilizadas por suas propriedades inseticidas (Crosby, 1971).

2.5.4. Alcalóides

Estudos realizados com extratos de *Delphinium geyeri* Greene (Ranunculaceae, nome vulgar espora-do-colorado), planta conhecida ação inseticida mostraram que a substância isolada dessa planta e que apresentou maior atividade foi a metilcaconitina 16, inibindo os

receptores da acetilcolinesterase de insetos, de forma mais potente que a nicotina (Jennigs et al., 1986). Essa substância também mostrou atividade contra larvas de lepidópteros em ensaios de consumo foliar, tendo sido evidenciada ainda sua atividade deterrente.

O alcalóide rianodina 21 foi isolado de várias espécies do gênero *Ryania* (Flacourtiaceae) dispersas no norte da América do Sul e bacia Amazônica. Por ser tóxica ao homem e de custo muito elevado, tem seu uso limitado como inseticida (Mariconi, 1981).

2.5.5. Terpenóides

Os limonóides são tetranortriterpenóides e talvez os maiores representantes dessa classe como substâncias inseticidas; no entanto, monoterpenos simples, como o limoneno e mirceno desempenham um papel de proteção contra insetos nas plantas que os produzem. Trabalhos recentes citados em revisões sobre este assunto (Addor, 1994) têm relatado o papel e ação de monoterpenos, bem como complexos terpenóides aldeídicos como, por exemplo, o gossipol, que transfere resistência a insetos em variedades de algodão.

Os diterpenos tigliano (isolado de *Cróton tiglium*) são outros exemplos de terpenóides com atividade fagoinibidora (Addor, 1994).

Os limonóides são conhecidos pelo fato de apresentarem atividade contra insetos, seja interferindo no crescimento, seja pela inibição de sua alimentação. Uma das atividades mais relevantes relatadas para plantas da família Meliaceae é a ação fagoinibidora. Esta substância e outros limonóides estruturalmente relacionados têm sido isolados de várias partes de plantas pertencentes à família Meliaceae (Lee et al., 1991). A azadiractina é um limonóide, *Azadirachta indica* A. Juss.

A azadiractina, de acordo com os trabalhos de Rembold (1989), interfere no funcionamento das glândulas endócrinas que controlam a metamorfose em insetos, impedindo o desenvolvimento da ecdise, apresentando, ainda, atividade fagoinibidora.

Muitos outros limonóides têm sido testados com relação às atividades fagoinibidora do crescimento de insetos; entretanto, nenhum deles mostrou a excepcional atividade da azadiractina.

2.5.6. Furanocumarinas e cromenos

As furanocumarinas são tipicamente encontradas em plantas das famílias Rutaceae e Apiaceae. Algumas, como a xantotoxina 32, são conhecidas por sua capacidade de quando ativadas pela luz, reagir como as bases pirimidínicas dos ácidos nucléicos, impedindo, assim, infestação por lagartas. Outras, como isopsoraleno 33 (furanocumarina angular), agem reduzindo a capacidade reprodutiva de algumas borboletas (Berembaum, 1978). Outras furanocumarinas lineares mostraram-se ativas contra as larvas do helminto (*Heliothis virescens*, Noctuidae) de botões florais de tabaco: a xantotoxina 32, psoraleno 34 e o bergapteno 35 mostraram-se também tóxicas; no entanto, estas três substâncias, mais a isopimpinellina 36, inibiram o crescimento larval por intermédio de uma atividade fago-inibidora (Klocker et al., 1989).

2.6. Descrição das espécies vegetais

Cymbopogon citratus (Capim santo)

Originada da Índia, chegou ao Brasil pelos colonizadores. Planta resistente a diversidade de solo e clima, porém prefere climas quentes e úmidos com chuvas bem distribuídas e temperatura média elevada. Erva perene pertencente a família gramíneas e pode ser colhida após o sexto mês do plantio, duas vezes ao ano. Plantada em curvas de nível, a conter a erosão (Correa et al., 1998).

Óleo extraído do capim santo apresenta 75 a 85% de citral e seus isômeros geraniol e neral, vários aldeídos como geraniol, nerol heptenol, farnesol, terpenos como depenteno e micerno. As partes aéreas da planta contêm: Flavonóides substâncias alcalóidicas, uma saponina esteróidica, beta-sitosterol, n-hexacosanol e n-triacontanol e cimbopogona (Caribe e Campos, 1999).

O capim santo é um excitante gástrico, sedativo, carminativo, analgésico, antitérmico, antibacteriano, quando usado externamente é antiespasmódicas (Matos, 1998). O extrato da planta, no duodeno do coelho demonstrou a diminuição do tenus abdominal e no reto abdominal, havendo o bloqueio da acetilcolina (Martins et al., 2000).

Nicotiana tabacum (Fumo)

Originário da América e cujo uso, comum entre os aborígenes, estendeu-se por todo o mundo, apesar de seus efeitos nocivos a saúde. O fumo ou tabaco é uma planta herbácea anual da família das solanáceas. As folhas grandes, elípticas, acuminadas e sésseis, têm o limbo recoberto de pelos e de uma substância gomosa característica. Medem entre quarenta e setenta centímetros, mas podem, de acordo com a variedade e com a fertilidade do solo, chega a um metro de comprimento. Entre os subprodutos do fumo destacam-se os resíduos, a nicotina, óleo da semente e os aromatizantes. Todos os resíduos, inclusive as hastes podem ser transformados em resíduos orgânicos. A nicotina, alcalóide extraído por processos químicos, é usada sob a forma de sulfato de nicotina como inseticida agrícola. Pode ser obtida a partir de folhas imprestáveis, resíduos ou fumos cultivados especialmente para tal fim (Drogas, 2003).

Pela oxidação da nicotina e tratamentos subseqüentes produz-se o ácido nicotínico, também chamado niacina ou fator P-P, droga usada no tratamento da pelagra e em certos casos substituída, como a mesma finalidade, pela nicotinamida ou vitamina B3.

Chenopodium ambrosioides L (Mastruz)

Planta originária da América, erva anual, com escassos pelos curtos no caule, que tem sulcos longitudinais pouco profundos, verdes e, entre eles, faixas esbranquiçadas ou rosadas. As folhas possuem pecíolo curto, são lanceoladas com bordas sinuosas, providas de pelinhos curtos e ralos. Possuem sabor aromático, mais forte e algo desagradável nas sumidades floridas. Suas flores são pequenas, formando um conjunto, uma longa panícula (Morgan, 1979).

O principal componente ativo do óleo da *C. ambrosioides* é o ascaridol, ocorrendo também o cineol, limoneno, os ácidos butírico e salicílico, além de outros componentes como o trás-pinocarveol, α - terpineno e p-cymeno (Vieira, 1992).

Rodriguez (2000) destacou as propriedades inseticidas de *C. ambrosioides* em relação a pragas de grãos armazenados pertencentes a diferentes famílias, como Bruchidae, Anobiidae, Bostrchidae, Curculionídea e Tenebrionidae.

Citrus sinensi (Laranja)

São árvores de porte médio, com copa arredondada e folhagem abundante. A laranja é o fruto da laranjeira, denominação esta que se dá a várias árvores das aurantiáceas. Planta de origem asiática, que está há séculos aclimados no Brasil, medrados nas regiões quentes e temperados do globo. A laranja é um fruto de forma esférica, um pouco achatada na parte superior e na inferior, sendo, a casca de um amarelo-avermelhado, a qual varia de grossura de acordo com a espécie. A polpa suculenta é de cor amarela-clara e, às vezes vermelha. Reparte-se em gomos em cujo inferior ficam alojadas as sementes. A película ou casca reveste um número de pequenas cavidades cheias de óleos essenciais. Há no Brasil uma grande variedade de tipos de laranja, distinguindo-se entre estes, como o melhor, a famosa laranja da Bahia, tendo sido levadas mudas para a Califórnia, originando os grandes laranjais dessa fértil região dos Estados Unidos.

A casca da laranja é rugosa e aromática possuindo propriedades medicinais, sendo indicada também como repelente de insetos (Corrêa, 1981).

Eucaliptus ssp

Originária da Austrália, árvore majestosa da família Myrtaceae que mede aproximadamente 20 metros, podendo chegar aos 35 metros de diâmetro, de crescimento monopodial, retilíneo, de cor castanha, com máculas de cor branca, ritidoma presentes, os galhos são quebradiços, com cicatrizantes, cilíndrico, toda a planta é aromática.

As folhas são opostas, alternas, simples, com curto pecíolo, este verde com pigmentos roxos, subcilíndricos, medindo mais ou menos 1cm de comprimento o limbo lanceolado e falciforme, verde, inteiro, com algumas ondulações, glabro, liso, medindo mais ou menos 20 cm por 2.5 cm, as maiores de brilho opaco. Inflorescência com mais ou menos 30 flores,

axilares em panícula, compostos por cachos, e estes em umbelas, cada uma com 3 a 7 flores.

O Eucalipto é uma planta preciosa, destacando-se como seus constituintes químicos: resina, tanino caquético, goma, pectina, óleo essencial, composto de hidrocarboneto, canfeno, limoneno, álcoois, aldeídos, cetonas, eucaliptol, cânfora, ácido gálico (Corrêa, 1981; Matos, 1997).

As folhas de eucalipto são utilizadas contra as febres intermitentes, em pó ou infusão. O óleo essencial extraído das folhas é recomendado para afecções brônquicas. As ações comprovadas do citronelal são bactericidas, fungicidas, herbicidas, pesticidas, inseticidas, sedativos (Dantas, 1986).

Ocimum basilicum L. (Manjericão)

Nativa da Índia onde é cultivada quase como uma planta sagrada, é um arbusto pequeno, muito aromático apresenta folhas pequenas e atinge no máximo 60cm de altura. A germinação ocorre entre 4 e 14 dias em média após a sementeira. O manjericão é uma planta da família da Labiatae, caule pubescente, finamente estriado, ramoso, verde claro avermelhado na base, folhas grandes serradas, ovada e verde-clara, com cheiro forte e ardente, suas flores se reúnem num fascículo circular em número de seis, e são pequenos. É uma planta com várias propriedades terapêuticas, combate o mau hálito, aftas, auxilia nos casos de inflamação na boca e garganta. Em estudos verificou-se o composto metil eugenol, nos extratos de manjericão usado como repelente de insetos (Tatsch et al., 2003).

Piper hispidinervum (Pimenta longa)

Planta arbustiva da família Piperaceae, nativa do estado do Acre, que atualmente, vem sendo cultivada comercialmente. Suas folhas apresentam filotaxia alterna dística, são pecioladas e possuem estipulas caducas adnatas ao pecíolo, os quais sofrem abscisão nas proximidades do quarto nó, a partir do ápice. O pecíolo é curto e contorcido nas plantas adultas. O limbo é membranácea ou cartácea ovada ou elíptico. As folhas são opacas em

ambas as faces, sendo a abaxial fina e pubescente, com tricomas quase adpressos sobre as nervuras primárias e secundárias, secretoras (Nascimento e Bort, 1997).

A adaptação da planta ao ambiente de luz depende do ajuste de seu aparelho fotossintético de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível, as respostas dessas adaptações refletiram no crescimento global da planta (Agrotec, 2001).

A *Piper hispidenervum* contém em suas folhas estruturas secretoras rica em safrol, sassafrás, butóxido de piperonila (PBO) usado como agente sinérgico nos inseticidas naturais, como também piretrium (Santiago e Pinto, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3. MATERIAL E MÉTODOS

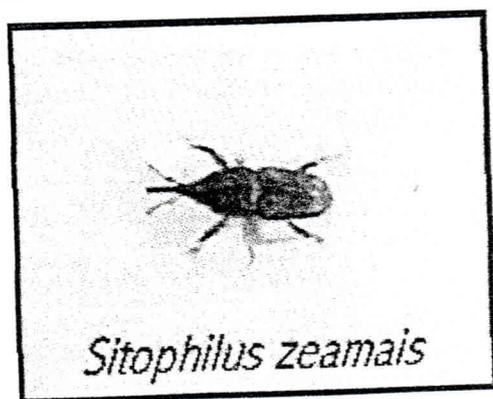
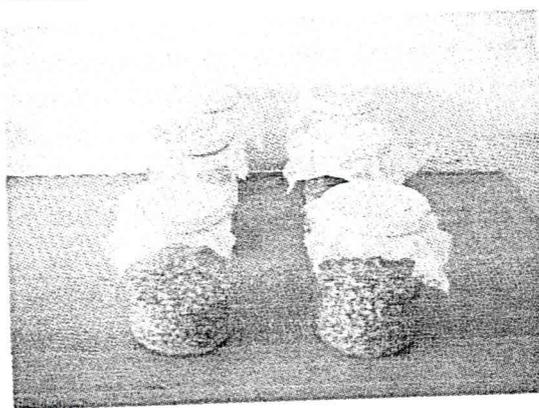
Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Armazenamento e Processamentos de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande, PB.

3.1. Condições climáticas

As condições de clima, temperatura e umidade relativa do ar, durante o período em que foi desenvolvido o experimento, indicaram regularidade destes fatores, tendo a temperatura média situada em uma faixa de 24,90 a 25,03 °C e a umidade relativa do ar entre 69 a 68,9%.

3.2. Manutenção da criação do *Sitophilus zeamais*

A criação do *Sitophilus zeamais* (Figura 3.1) deu-se a partir de uma população obtida de criação pertencente ao LAPPA, mantida em grãos de milho. Os insetos da criação foram transferidos para uma massa de milho-pipoca que havia sido expurgada com produto a base de fosfina (PH₃), na dosagem recomendada pelo fabricante, para certificar-se da não existência de insetos que poderiam ter acompanhado o milho pipoca adquirido de agricultores que comercializam na feira central (livre) de Campina Grande, PB. Depois de 7 dias do expurgo, 50 insetos foram inoculados em recipientes de vidro de 1 kg, contendo 500 g de milho pipoca, por um período de 40 dias para cópula e postura (Figura 3.2). Posteriormente, estes eram retirados da massa de milho, com auxílio de uma peneira de 4 *mersh*. Tais criações permitiram a quantidade e idade adequada de insetos requeridos na utilização dos experimentos.

Figura 3.1. Adulto de *Sitophilus zeamais*Figura 3.2. Criação do *Sitophilus zeamais*

3.3. Obtenção dos extratos

Os pós foram obtidos de plantas referenciadas na literatura como possuidoras de princípios ativos capazes de controlar e/ou matar insetos pragas de culturas e grãos armazenados (Tabela 3.1 e Figuras 3.3 a 3.8).

Tabela 3.1. Nome científico, nome vulgar e parte utilizada de cada espécie botânica

Nome científico	Nome vulgar	Parte utilizada
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Mastruz	Folhas, flores, talo e raiz
<i>Citrus cinensis</i>	Laranja	Casca
<i>Cymbopogon citratus</i>	Capim santo	Folhas
<i>Eucalyptus spp</i>	Eucalipto	Folhas
<i>Nicotiana tabacum</i>	Fumo	Folhas
<i>Ocimum basilicum</i>	Manjeriçã	Folhas e talo
<i>Piper hispidinervum</i>	Pimenta longa	Folha

Depois de selecionadas as estruturas das plantas a serem utilizadas (folhas, flor, fruto, caule), foram levadas ao laboratório para remoção de todos os detritos em água corrente. Posteriormente, levadas a uma estufa de circulação forçada a uma temperatura de 55 ± 1 °C até peso constante, sendo posteriormente trituradas em um moinho até a obtenção de um fino pó, que era armazenado separadamente de acordo com a espécie vegetal em recipientes de vidros hermeticamente fechados. Na obtenção dos extratos de cada espécie de planta, tomaram-se 500 g da massa triturada, a qual foi umedecida em uma solução hidroalcoólica a 70% v/v, conforme metodologia descrita por Almeida et al. (2003).



Figura 3.3. *Chenopodium ambrosioides*
(Fonte: www.desert-tropicals.com/Plants/Chenopodiacea)

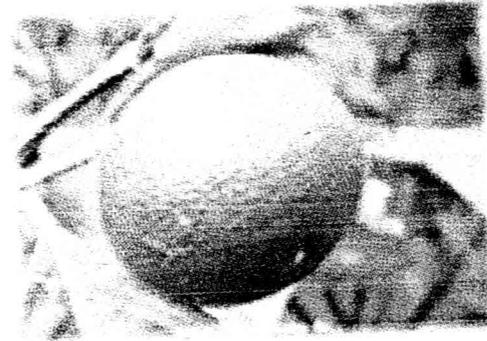


Figura 3.4. *Citrus cinensis*
(Fonte: www.flora-toscana.de/images/Citrus_sinensis_1)

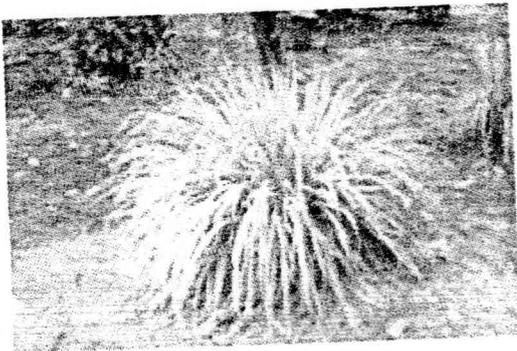


Figura 3.5. *Cymbopogon citratus*
(Fonte: www.rain-tree.com/Plant-Images/Cymbopogon_cit)



Figura 3.6. *Eucalyptus spp*
(Fonte: www.sanat.ch/pflanzenbilder/eucalyptus.jpg)



Figura 3.7. *Nicotiana tabacum*
(Fonte: www.sanat.ch/pflanzenbilder/nicotiana_tabacum.jpg)



Figura 3.8. *Ocimum basilicum*
(Fonte: www.sanat.ch/pflanzenbilder/ocimumbasilicum.jpg)

3.4. Aplicação dos extratos

Experimento I

Consistiu em avaliar o efeito dos extratos das plantas sobre a mortalidade do *Sitophilus zeamais* adulto, passado 40 h da sua aplicação pelo método do vapor, indicado por Almeida et al. (1999) que adaptaram um nebulizador para levar os extratos líquidos até os insetos (Figura 3.9). No interior de cada recipiente de plástico que mediam 141 x 141 x 104 mm (comprimento, largura, altura) com tampa perfurada em dois locais com furos de 3 mm para entrada e saída do vapor gerado pelo compressor. Em seu interior foram colocados 50 exemplares adultos, com 72 h de vida, do *Sitophilus zeamais*, por repetição, retirados dos recipientes de multiplicação. Por meio do compressor foi levado os extratos na quantidade de 4, 8, 12 e 16 ml (doses) ao caruncho sem distinção sexual.

Na avaliação, considerou-se vivo todo o inseto que moviam qualquer parte do corpo, mesmo aqueles que permaneciam imóveis e só se moviam lentamente quando incomodados.

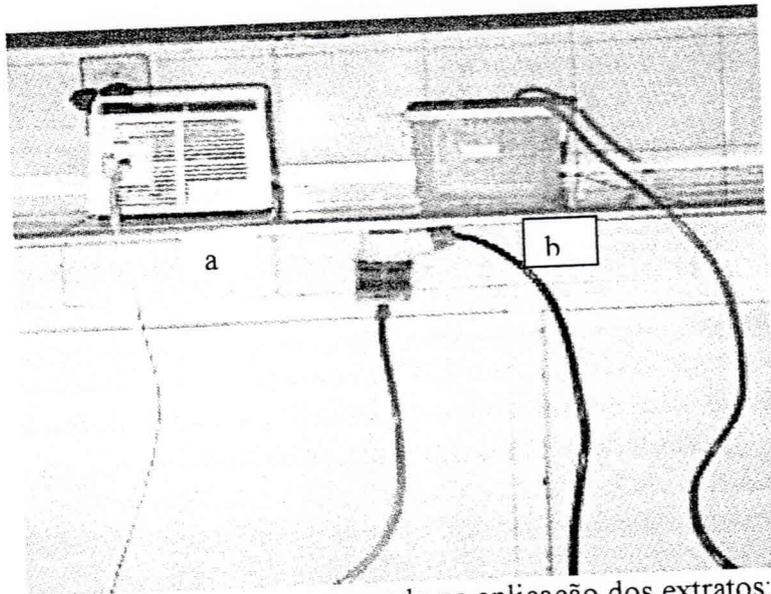


Figura 3.9. Equipamento empregado na aplicação dos extratos: nebulizador (a) e recipiente de plástico com furos (b)

Experimento II

A eficácia dos 4 melhores extratos revelado no primeiro experimento, foram testados em uma massa de sementes de milho pipoca armazenada em depósitos metálicos de 12 cm de altura por 6 de diâmetro, pré-infestada com adultos de *Sitophilus zeamais*. A aplicação dos extratos deu-se pelo método do vapor (Almeida et al., 1999) com auxílio de um tubo de PVC perfurado que havia sido introduzido no centro da massa. Este também foi submetido sem auxílio do tubo de PVC (Figura 3.10) e diretamente derramado com o auxílio de uma pipeta sobre a massa de semente que depois era posta para secar a sombra por 24 h sobre folhas de papel para serem armazenadas. Posteriormente, os depósitos eram infestados e lacrados com fita adesiva para serem abertos depois de 48 h, onde se contou o número de insetos por recipiente (repetição).

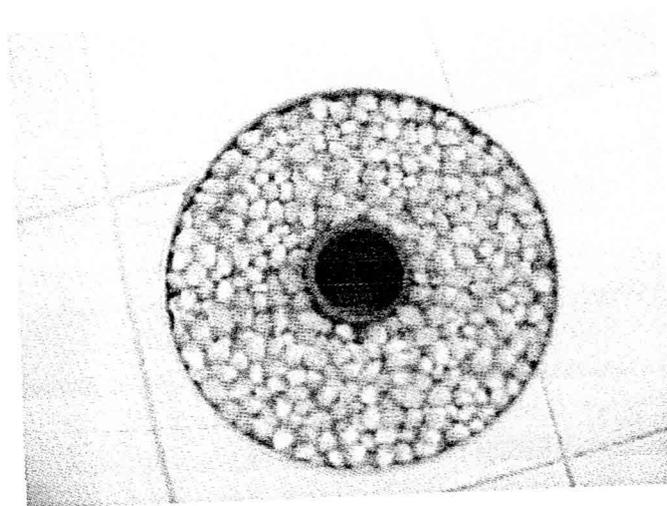


Figura 3.10. Tubo de PVC introduzido na massa de milho para aplicação dos extratos

Experimento III

Consistiu em avaliar o efeito dos dois melhores extratos da etapa anterior (*Cymbopogon citratus*, *Nicotina tabacum*), sobre a fase imatura do inseto (ovo), aplicados diretamente sobre a massa de milho pipoca, conforme descrito no experimento anterior. As observações da presença de insetos adultos foram realizadas depois de 40 dias da instalação dos experimentos, conforme se descreve a continuação.

A oviposição deu-se pela inoculação e permanência do *Sitophilus zeamais* adulto na massa de semente durante seis dias. Passado esse período, os insetos adultos eram retirados com o auxílio de uma peneira de 4 *mesh*. A identificação inicial da presença de ovo na massa de milho, deu-se pelo método descrito por Almeida et al. (1999), em que 200 g de sementes, distribuídas em 4 repetições de 50 g eram imersas em uma solução de fucsina ácida ($C_{20}H_{17}Na_2O_9S_3$), por 5 minutos para a identificação visual dos ovos. Conhecido e calculado o índice de infestação, 16 ml de extrato vegetal de *Nicotina tabacum* e *Cymbopogum citratus* foram aplicados em 4 amostras de 500 g de milho pipoca não tratado com fucsina, por repetição, para depois de 40 dias serem avaliados quanto a viabilidade dos ovos pela presença do *Sitophilus zeamais* adulto.

Experimento IV

Realizado para avaliar os efeitos dos melhores extratos na dose de 16 ml, aplicado em uma massa de milho-pipoca acondicionada em recipientes metálicos com capacidade de armazenar 600 g (Figura 3.11). As embalagens herméticas foram lacradas com fita adesiva e passado 45 dias do armazenamento em condições de laboratório, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, foram avaliadas as variáveis: de sementes infestadas, perda de peso, germinação; primeira contagem; e, teor de umidade, todas expressa em porcentagem.

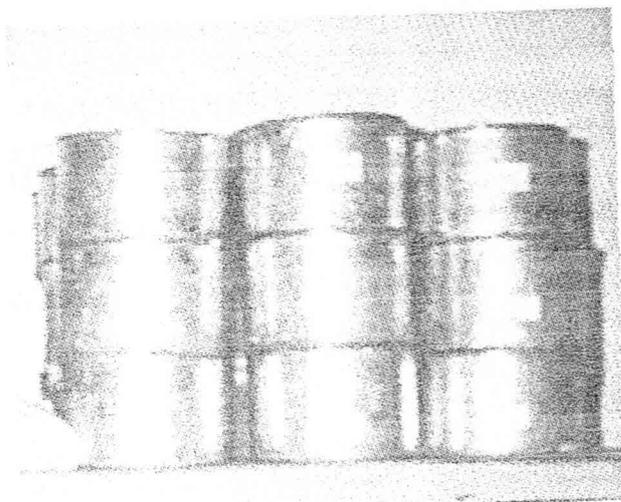


Figura 3.11. Recipientes metálicos

3.5. Teor de umidade

A viabilidade das sementes foi determinada pelo método da estufa, de acordo com a Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992) com 3 subamostras de 20 g acondicionadas em recipientes metálicos, previamente secos, e levados a estufa a 105 ± 3 °C por 24 h. Depois desse período de permanência, os recipientes eram retirados da estufa e colocados em um dessecador por 15 min. A umidade foi calculada pela Equação 1.

$$\text{umidade\%} = \frac{(P - p)}{P - t} \times 100 \quad (1)$$

em que:

P - peso do recipiente com a tampa e o peso da semente úmida

p - peso do recipiente com a tampa e o peso da semente seca

t - peso do recipiente com a tampa

3.6. Avaliação do efeito do extrato e da perda de peso

A porcentagem de infestação, gerada pela perda de peso, foi obtida separando-se as sementes integras das danificadas e contando-as em 100 g da amostra. O cálculo da porcentagem foi feito em relação ao número total de peso da amostra por repetição, que foi em número de 4, empregando-se a Equação 2 descrita por Almeida e Villamil (2000).

$$PI = \frac{D}{D + I} \times 100 \quad (2)$$

em que:

PI - infestação, %

D - número de sementes danificadas

I - número de sementes íntegras

$$PP = \frac{I - D}{I} \times 100$$

em que:

PP - perda de peso, %

D - peso do número de sementes danificadas

I - peso do número de sementes íntegras

3.7. Análise da germinação e primeira contagem da germinação

Nos testes de germinação foram empregadas técnicas descritas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com uma modificação: utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes em vez de 100 sementes.

A germinação se processou em câmara B.O.D. a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$. As contagens foram feitas no quinto e oitavo dias depois da sementeira em papel germitest, sendo as avaliações realizadas de acordo com Brasil (1992).

3.8. Análise dos Resultados

Os dados obtidos experimentalmente foram avaliados através do programa computacional ASSISTAT, versão 6.5 (Silva e Azevêdo, 2002) em um delineamento inteiramente casualizado, onde os experimentos I e II foram dispostos em esquema fatorial com 4 repetições, conforme se descrevem a continuação:

- ✓ Primeiro experimento: 8 x 4 (oito extratos e quatro doses)
- ✓ Segundo experimento: 4 x 2 (quatro extratos e duas doses)
- ✓ Terceiro experimento: 2 x 1 (dois extratos e uma dose)
- ✓ Quarto experimento: 2 x 1 (dois extratos e uma dose)

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade e, para os fatores quantitativos (doses) estudou-se regressão na análise da variância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Primeira etapa: mortalidade dos insetos adultos

A análise de variância revelou efeito altamente significativo para os extratos vegetais (E), as diferentes doses aplicadas (D) e sua interação (E x D), conforme se observa na Tabela 4.1; o fator quantitativo (dose) quando submetido à análise de regressão na variância, demonstrou efeito quadrático e cúbico significativo, somente para com o extrato de *Ocimum basilicum*.

Tabela 4.1. Quadrado Médio (QM) da variância e da regressão na análise de variância para a mortalidade do *Sitophilus zeamais* adulto depois de 48 horas da aplicação dos extratos hidroalcoólicos de sete espécies de plantas pelo método do “vapor”

Fonte de variação	GL	QM	R ²	CV(%)
Extratos (E)	7	17923,39258**		
Dose (D)	3	225,6250**		
E x D	21	259,11310**		
Resíduo	96	32,96875		6,62
<i>Ocimum basilicum</i>				
Quadrática	1	529,00000**	0,94	
Cúbica	1	84,05000*	0,99	8,23

**,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Mediante os dados relativos a interação E x D (Tabela 4.2), tem-se a exceção da dose de 4 ml, para o extrato de *O. basilicum* que foi estatisticamente inferior em aproximadamente 86,50% aos demais extratos, igualdade estatística dentro de cada quantidade de extratos (dose) levada ao gorgulho do milho, *S. zeamais*, para o seu controle, revelando alta eficiência da quantidade aplicada a partir da primeira dose (4 ml) e eficácia dos extratos hidroalcoólicos.

Conforme se constata pelos resultados, todos os extratos apresentaram efeito inseticida e alta eficácia em matar o *S. zeamais* adulto, mediante aplicação pelo método do vapor, vez que a baixa mortalidade (52,50%) verificada para o extrato de *O. basilicum*, deveu-se, exclusivamente, a quantidade que foi levada ao inseto (dose de 4 ml) adulto pelo método do vapor, indicando para esse extrato sua alta eficiência a partir da dose de 8 ml.

O alto índice de mortalidade dos insetos pela ação dos extratos, leva a indicação para se estudar a ação da atividade vital dos mesmos devido à ação dos extratos no que diz respeito à redução da atividade motora do inseto, o tempo de vida, a alteração do comportamento sexual nos machos, impotência e redução na reprodução de feromônio, e, se há mortalidade aguda em outros insetos além do *S. zeamais*. Ademais, as atividades inseticidas desses extratos, devem propiciar novos estudos visando determinar as substâncias químicas responsáveis por tal efeito, bem como avaliar as concentrações efetivas em condições do período de armazenamento, a persistência, os mecanismos de ação e os demais aspectos necessários para viabilizar o uso comercial das referidos extratos no controle dessa praga.

Sobre o tema, Almeida (2003) estudou oito extratos no controle ao *Callosobruchus maculatus* e concluiu que *Annona squamosa*, *Piper nigrum*, o *Colopogonium caeruleum* e *Azadiractha indicam*, em que mostraram como os mais eficientes no controle dessa praga do feijão *Vigna* armazenado, controlando a presença da mesma acima de 95%, já na menor dose (3 ml). Cunha (2002) quando trabalhou com diferentes produtos vegetais no controle ao *C. maculatus*, concluiu que o extrato de *Bixa orella* foi o que proporcionou maior mortalidade deste caruncho. Bekele e Hassanali (2001) estudaram a toxicidade de óleo essencial de *Ocimum kilimankscharicum* e *Ocimum kenyense* em relação a *S. zeamais* e *Rhyzopertha dominica*, observaram 100% de mortalidade para os insetos testados, com maior atividade inseticida para *O. kilimankscharicum* em relação a *O. kenyense*.

Nesta primeira fase do trabalho, os extratos de *C. Ambrosioides*, *N. tabacum*, *C. sinensis* e *C. citratus* se revelaram como os mais eficientes no controle desse gorgulho, por terem proporcionado maior número de insetos mortos em todas as doses aplicadas, e por não diferirem estatisticamente entre si.

Tabela 4.2 Mortalidade (%) de adultos de *S. zeamais* depois de 48 horas da aplicação de extratos hidroalcoólicos de sete espécies de plantas pelo método de vapor

Tratamento	Dosagem aplicada (ml)				Médias
	4	8	12	16	
<i>Ocimum basilicum</i>	52,50 bB	97,00 aA	98,00 aA	96,50 aA	86,00
<i>Chenopodium Ambrosioides</i>	90,50 aA	96,00 aA	92,50 aA	98,50 aA	94,37
<i>Eucalyptus spp</i>	91,00 aA	87,50 aA	96,50 aA	94,00 aA	92,25
<i>Nicotiana tabacum</i>	98,00 aA	96,50 aA	96,50 aA	95,00 aA	96,50
<i>Piper hispidinervum</i>	91,00 aA	91,00 aA	93,00 aA	94,00 aA	92,25
<i>Citrus cinensis</i>	100,00 aA	98,00 aA	100,00 aA	96,50 aA	98,62
<i>Cymbopogon citratus</i>	96,50aA	99,00 aA	96,00 aA	100,00 aA	97,87
Testemunha	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00
Médias	77,43	83,12	84,06	84,31	

médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (DMS= 12,57) e maiúscula na linha (DMS=10,62) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade

Em análise ao comportamento do percentual de mortalidade dos insetos adultos frente à exposição ao extrato de *O. basilicum*, nas doses de 4, 8, 12 e 16 ml (Figura 4.1) pelo método de “vapor”, observa-se através da regressão na análise de variância, coeficientes de correlação de 94% e 99%, respectivamente para as equações de segundo e terceiro grau; no entanto optou-se pela representação gráfica através do modelo quadrático em virtude de sua alta significância (1%) frente ao modelo cúbico (5%), onde se verifica a eficácia de mortalidade aumentando (4 ml = 52,5%) com o aumento da quantidade do extrato aplicado ao *S. zeamais* adulto (16 ml = 96,5%). Igualmente como foi observado por Almeida et al. (1999) para *Sitophilus spp*, verificou-se depois da aplicação dos extratos, comportamento de agitação em pouco tempo (± 10 min), desprendendo-se com facilidade da parte superior do recipiente, não conseguindo em muitas ocasiões chegar à parte superior destes. Observações que se apóiam no fato dos insetos possuírem respiração traqueal, a qual em número de 10 pares, abrem-se lateralmente através de pequenos orifícios denominados estigmas. Em função desta estrutura física, o *S. zeamais* absorve e reage rapidamente aos extratos. Ressalvas que concorda com as observações de Santos (2003) que ao testar extratos hidroalcoólicos de seis espécies vegetais observou através dos resultados que a mortalidade do *S. zeamais* adulto variou de 55% para o *Cróton tiglium* e 100% para o extratos de *Calopogonium caeruleum* quando as doses foram de 3 e 12 ml, respectivamente

e, que os extratos de *Calopogonium caeruleum* e *Ruta graveolens* controlaram com igual eficiência o *S. zeamais* do milho a partir da dose de 9 ml, sendo a dose de 3 ml a de menor eficiência na aplicação dos extratos para o controle do *S. zeamais* e o extrato de *Cróton tiglium* o de menor poder tóxico em matar os insetos adultos.

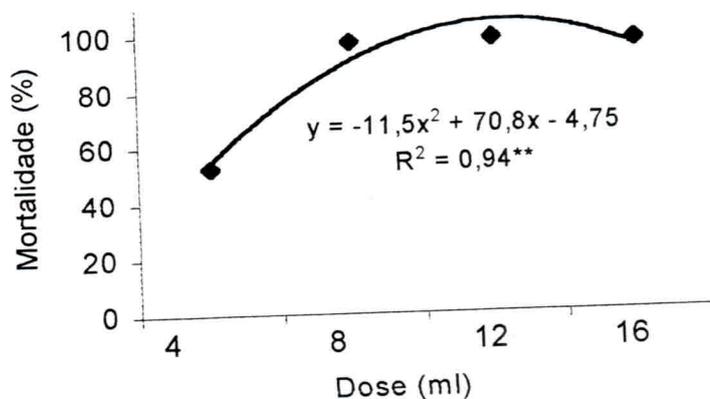


Figura 4.1. Mortalidade de *S. zeamais* em função da dose aplicada do extrato de *Ocimum basilicum*

Os citros (*Citrus sinensis*) contêm várias substâncias, onde se destaca o ácido cítrico que levado ao aparelho respiratório do *S. zeamais* pode ter sido causador de sua morte. O *Cymbopogon citratus*, detem vários aldeídos como o geraniol, nerol, linalol, farnesol, terpenos; ademais de flavonoides, substâncias alcalóidicas, entre outras (Caribe e Campos 1999) que devem ter atuado na cadeia respiratória, matando o inseto por asfixia. Igualmente deve ter se passado com o extrato *Nicotina tabacum*, em que a nicotina (alcalóide) de ação inseticida, relatada na literatura (Drogas, 2003), atua matando os *S. zeamais* adulto com eficácia média acima de 96%.

Viera et al. (1999) retratam o gênero *Nicotina* da família Solonaceae e o *Chysanthemum* da família Asteraceae com as que agregam as principais plantas das quais são obtidas substâncias com atividades inseticidas, produtoras de nicotina e nornicotina e fornecedoras de piretrinas, respectivamente.

Observa-se, assim, que se deve em trabalhos futuros estudar estratégias para isolamento de substâncias com atividades inseticidas e métodos para a sua avaliação e, conseqüentemente a atuação dessas substâncias (contato, ingestão, etc.).

Procópio e Vendramim (1995) retratam mortalidade de 100% de adultos de *S. zeamais* com a utilização, em conjunto do pó de folhas, flores e frutos de *Chenopodium ambrosioides*, igualmente como observado por Tapondjou (2002), fato que não ocorreu no trabalho de Tavares et al. (2002) com o pó obtido de folhas dessa espécie vegetal, devido, provavelmente, conforme o autor, está relacionado ao fato da coleta do material vegetal ter sido feita quando as plantas estavam em fase de frutificação (final de ciclo), podendo já ter ocorrido a translocação do(s) composto(s) responsáveis por esta atividade inseticida para os frutos. No presente trabalho, a eficiência do extrato hidroalcolico de espécie obtidas de *Citrus cinensis*, *Cymbopogon citratus* e *Nicotina tabacum*, controlaram o *Sitophilus zeamais* adulto em 94,37%, igualando-se estatisticamente aos que atuaram mais eficazmente em controlar esta praga de armazenamento.

Constata-se, ainda, a possibilidade de se estabelecer estratégias de manejo integrado de pragas de armazenamento de grãos e sementes, para o pequeno e médio produtor, especialmente, mediante o emprego de extratos vegetais, evitando que o inseto adquira resistência aos inseticidas químicos, usualmente empregados no seu controle, onde se tem observado, a necessidade de aplicações de maiores quantidades, devido a essa resistência, causando danos ecológicos e poluição do meio ambiente (Vieira e Fernandes, 1999).

4.2. Segunda etapa: métodos e forma de aplicação dos extratos

A análise de variância revelou efeito significativo para todas as fontes de variação analisadas (Tabela 4.3), exceto para a interação Dose x Método.

Tabela 4.3. Quadrado Médio (QM) da análise de variância para a mortalidade do *Sitophilus zeamais* depois de 48 horas da aplicação dos extratos

Fonte de variação	GL	QM
Extratos (E)	4	20408,88**
Dose (D)	1	2236,04**
Métodos (M)	2	9561,43**
E x D	4	440,78**
E x M	8	1283,06**
D x M	2	76,03 ^{ns}
E x D x M	8	521,16**
Resíduo	90	59,94

** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo; CV(%) = 16,26

Diante dos resultados obtidos, nota-se que o índice de mortalidade dos *S. zeamais* decorrentes da exposição aos quatro extratos (*C. Ambrosioides*, *N. tabacum*, *C. sinensis* e *C. citratus*) foram distintos (Figura 4.2 e Tabela 1 do anexo), sendo o método de “pipetagem” o mais eficaz quando se compara este dado com o da coluna em que o extrato foi levado diretamente a massa de semente, controlando o inseto adulto de *S. zeamais* em 63,4%, como melhor resultado, seguidos dos métodos “com” e “sem tubo” de PVC perfurado em toda sua extensão e introduzido no meio da massa de sementes, o qual teve o propósito de permitir uma melhor difusão dos gases liberados pelos extratos, uma vez que as sementes impõem uma barreira física, dificultando o acesso de suas moléculas até os insetos.

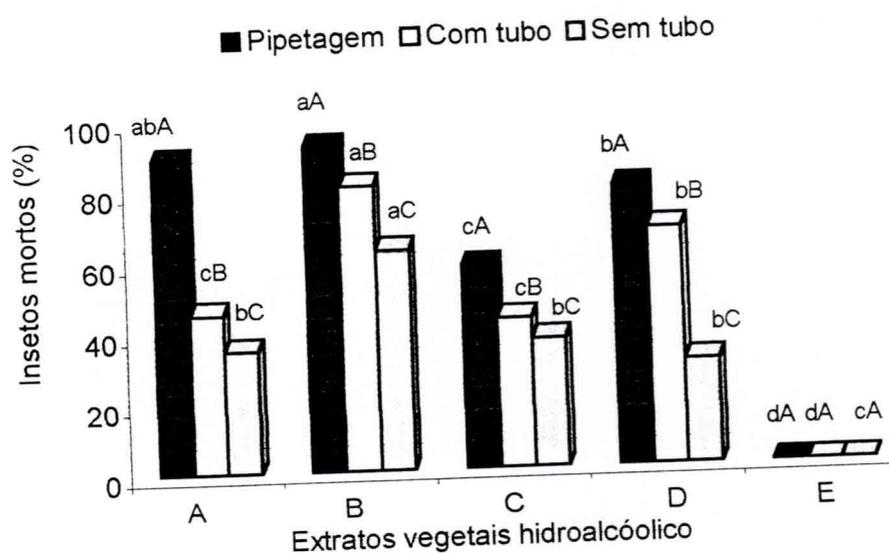


Figura 4.2. Número de insetos mortos depois de 48 horas em função da aplicação dos extratos de *Cymbopogon citratus* (A), *Nicotiana tabacum* (B), *Chenopodium ambrosioides*

Resultados semelhantes foram constatados por Almeida (2003) e Santos (2003) ao concluírem em seus trabalhos que o método de aplicação “direta” dos extratos na massa de sementes foi o mais eficaz, em relação as demais formas de aplicação. No entanto, vale salientar que se tratando de grandes quantidades de sementes armazenadas, torna-se viável um estudo mais aprimorado do método de “vapor” com auxílio do tubo de PVC, descrito anteriormente, o qual simula a “tecnologia” de controle de insetos praga de grãos e sementes armazenados com produtos químicos como a fosfina (PH_3) o qual se dá pela

liberação de gases, quando em contato com o ar, que penetra facilmente nas pilhas dos grãos, eliminando as pragas por asfixia, devido o mesmo ocasionar inibição da acetilcolina (um neurotransmissor) responsável pela cadeia respiratória.

Com a forma de aplicação sem auxílio de um tubo de PVC, obteve-se um baixo índice de mortalidade do inseto adulto, fato que se deve, provavelmente, as dificuldades de distribuição das partículas em penetrar uniformemente em toda a massa de semente armazenada nos depósitos metálicos. Resultados semelhantes com baixo índice de mortalidade do *S. zeamais*, mediante a aplicação de extratos vegetais pelo método de “vapor” diretamente na massa de sementes foi constatado por Santos (2003).

Analisando o comportamento dos extratos, observa-se que, quando comparados com a testemunha, todos se mostraram eficazes pelos efeitos observados no aumento do número de insetos mortos, sendo que os extratos que obtiveram maior desempenho foi o *N. tabacum* e *C. sinensis*, os quais apresentaram valores médios de mortalidade em torno de 78,25 % e 58,5% respectivamente e que o método de pipetagem suplantou os métodos com tubo perfurado e sem o tubo em 16,45% e 30,9%.

Com relação às doses aplicadas (Tabela 4.4) observa-se que quanto maior a quantidade de extrato levado ao inseto, maior e o número de insetos mortos, e que esta resposta é influenciada pela composição do extrato utilizado, fato este comprovado pela eficácia do extrato *N. tabacum* quando aplicados nas duas doses (8 e 16 ml). Pelos efeitos observados nota-se que o extrato obtido desta planta possuidora da substância piretrina apresenta atividade inseticida, controlando com eficácia acima de 83%, na dose de 16 ml, o *S. zeamais*. Semelhante constatação foi observada por Keila et al. (2000) ao concluírem, através do estudo da eficiência dos extratos *Ocimum basilicum* e *O. gratissimum* no controle ao *Callosobruchus maculatus*, que a eficácia aumenta com o aumento das doses utilizadas dos extratos.

Tabela 4.4. Valores médios da mortalidade (%) de *Sitophilus zeamais* para a interação Extratos x Dosagem pelo método do vapor depois de 48 horas da aplicação dos extratos

Tratamentos	Dosagem (ml)	
	8	16
<i>Cymbopogon citratus</i>	45,00 cB	67,17 bA
<i>Nicotiana tabacum</i>	72,83 aB	83,67 aA
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	41,83 cB	48,67 cA
<i>Citrus sinensis</i>	56,83 bA	60,17 bA
Testemunha	0,00 dA	0,00 dA

* médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (DMS= 8,80) e maiúscula na linha (DMS=6,28) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade

Terceira etapa: mortalidade dos insetos na fase imatura

A análise de variância da porcentagem de inviabilidade de ovos de *Sitophilus zeamais* decorrentes do tratamento das sementes de milho pipoca infestadas revelou efeito significativo (Tabela 4.5).

Tabela 4.5. Quadrado Médio (QM) da análise de variância para a viabilidade de ovos do *Sitophilus zeamais* depois 40 horas da aplicação dos extratos em uma massa de milho pipoca

Fonte de variação	GL	QM	CV(%)
Tratamento	2	645,25964**	
Resíduo	9	32,27100	49,33

** significativo a 1 % de probabilidade

Os dados referentes ao índice de inviabilidade dos ovos de *S. zeamais* encontram-se na Tabela 4.6. Observa-se que os extratos utilizados no tratamento das sementes do milho pipoca foram eficazes por terem superado estatisticamente a testemunha, em 86,9% e 81,2%, respectivamente com os extratos de *Nicotiana tabacum* e *Chenopodium citratus*, que mataram igualmente o caruncho, comprovando, assim, seus prováveis efeitos ovicidas e considerável poder inseticida. Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados

por Santos (2003) quando constatou a superioridade dos extratos de *Calopogonium caeruelum* e *Ruta graveolens* em relação à testemunha no controle da fase de ovos do *S. zeamais* após 35 dias do tratamento das sementes do milho. Oliveira (1998) utilizando extratos vegetais diretamente nos grãos de milho obteve controle na eclosão de ovos de *S. zeamais* em algumas concentrações. Hoang e Lam (2000), trabalhando com óleo de *Elletaris cardamomum*, obtiveram uma inviabilidade de 60% para ovos de *Tribolium castaneum*. Redução na emergência de adultos de *T. castaneum* e *S. zeamais* são relatados com o uso do óleo de *Alium sativum*, sendo este mais efetivo em relação ao primeiro (Ho et al., 1996). Oji (1991) estudou a proteção exercida por extratos de sementes de *Piper guineense* contra *S. zeamais* em milho armazenado e concluiu que o extrato dessa planta foi letal ao *S. zeamais* por seis meses, diminuindo os danos aos grãos.

Tabela 4.6. Viabilidade de ovos (%) de *Sitophilus zeamais* decorrentes do tratamento das sementes do milho pipoca pelo método de pipetagem depois 40 dias

Tratamento	Médias
<i>Nicotiana tabacum</i>	3,45 b
<i>Cymbopogon citratus</i>	4,93 b
Testemunha	26,15 a

CV(%) = 49,33

* médias seguidas pela mesma letra (DMS= 11,21) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade

Quarta etapa: teor de umidade

A análise de variância relativa aos dados do teor de umidade das sementes de milho pipoca (Tabela 4.7) constatou efeito significativo para os tratamentos.

Tabela 4.7. Quadrado Médio (QM) da análise de variância para o teor de umidade das sementes após 45 dias da aplicação dos extratos pelo método de pipetagem

Fonte de variação	GL	QM	CV(%)
Tratamento	2	0,78276**	
Resíduo	6	0,01946	
			1,18

**significativo a 1% de probabilidade

Os resultados da análise de variância e coeficiente de variação do teor de umidade das sementes de milho pipoca tratada com extratos hidroalcoólicos de *Nicotiana tabacum* e *Cymbopogon citratus*, e armazenados em silos reduzidos (depósitos) de zinco por um período de 45 dias, encontram-se contidos na Tabela 4.8.

Tabela 4.8. Teor de umidade (%) do *Zea mays* decorrentes do tratamento das sementes pelo método de pipetagem após 45 dias

Tratamento	Médias
<i>Nicotiana tabacum</i>	12,18 a
<i>Cymbopogon citratus</i>	11,20 b
Testemunha	11,94 a

*médias seguidas pela mesma letra (DMS=0,35) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Antes da armazenagem as sementes se encontravam com 10,5% de umidade (b.u), depois dos 45 dias do armazenamento a umidade passou para 12,06% (Testemunha e *N. tabacum*) e 11,20 para as sementes tratadas com o extrato vegetal hidroalcoólico de *Cymbopogon citratus* que estatisticamente diferiu dos anteriores com valor inferior ao da testemunha (11,94%) e da *Nicotiana tabacum* (12,18%), Tabela 4.8, indicando efeito tanto das condições de armazenamento quando dos extratos. Fato que se deve a higroscopicidade das sementes, isto é, a umidade contida na semente tende a entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar; equilíbrio que deixa de existir quando não se verifica o gradiente de umidade entre a semente e a umidade relativa do ar.

Genel (1966) observou que em áreas com umidade relativa de 66%, sementes de milho e trigo com teor de umidade inicial de 8% e armazenados em sacos de juta, tiveram suas umidades aumentadas para 10,6% e 11,4%, respectivamente aos 12 meses de armazenamento. Santos (2003) tratou sementes de milho com extratos hidroalcoólicos de *Calopogonium caereuleum* e *Ruta graveolens*, tendo verificado depois de 3 meses de armazenamento das sementes acondicionadas em embalagem de metal (zinco) diminuição do teor de umidade em 1,4 pontos percentuais.

Quarta etapa: germinação

A análise de variância dos dados de germinação, obtidos depois de 45 dias do armazenamento das sementes acondicionadas em silos reduzidos de zinco, revelou F altamente significativo para os tratamentos (Tabela 4.9).

Tabela 4.9. Quadrado Médio (QM) da análise de variância referentes à germinação de milho pipoca depois de 48 horas da aplicação dos extratos

Fonte de variação	GL	QM
Tratamento	2	1430,33**
Resíduo	9	62,11
CV (%)		12,95

** significativo a 1% de probabilidade

Observa-se mediante a Tabela 4.10 (54,3%) redução de germinação da testemunha, frente às sementes tratadas com os extratos de *Cymbopogon citratus* e *Nicotiana tabacum*, percentual este que retira do comércio este material para a venda como sementes. Estes resultados, em parte, concordam com os obtidos por Cunha (2002) que depois de tratar sementes de *caupi* com extratos de angico (*Anadenanther falcata*), nim (*Azadiracta indica.*), salsa (*Petroselinum crispum*), urucum (*Bixa orellanab*) e fosfina, pré e pós-infestadas com *Callosobruchus maculatus*, verificou depois de 60 dias do armazenamento, diminuição dos valores da viabilidade, e aos 90 dias todos os produtos testados foram superiores a testemunha, não ocorrendo germinação das sementes pré e pós-infestadas não tratadas (testemunha), tendo sido observado para as sementes pré-infestadas efeito dos produtos (gases) diretamente sobre os insetos já estabelecidos, sendo uma ação de erradicação. Nas sementes pós-infestadas, os insetos aos serem introduzidos nas sementes, a atmosfera do recipiente de armazenamento (silo) já se encontravam impregnada pelos gases dos vegetais e da fosfina, admitindo ter havido mudanças na composição química dessa atmosfera. Portanto, diferente da composição atmosférica a que foram submetidos os

insetos na condição de pré-infestação também diferente foi a idade dos insetos (Oliveira, 1998).

Tabela 4.10. Germinação de sementes de milho pipoca depois de 45 dias da aplicação dos extratos pelo método de pipetagem

Tratamento	Germinação
<i>Cymbopogon citratus</i>	72,00 a
<i>Nicotiana tabacum</i>	71,50 a
Testemunha	39,00 b

* médias seguidas pela mesma letra (DMS =15.56) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade

Quarta etapa: infestação e perda de peso

Mediante os dados contidos na Tabela 4.11, revelados pela a análise de variância, observam-se efeito significativo para os tratamentos de infestação e a perda de peso das sementes de milho pipoca, significância de 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 4.11. Quadrado Médio (QM) da análise de variância referentes à infestação e perda de peso de sementes de milho pipoca depois de 48 horas da aplicação dos extratos

Fonte de variação	Infestação		Perda de peso	
	GL	QM	GL	QM
Tratamento	2	2,86726*	2	72,98503**
Resíduo	9	0,57842	9	0,32355
CV (%)	43,87			9,47

** significativo a 1% de probabilidade; **significativo a 5% de probabilidade.

Analisando o percentual de infestação (Tabela, 4.12), observa-se que houve maior ocorrência de sementes infestadas com *S. zeamais* na testemunha, podendo-se afirmar que os extratos empregados no tratamento das sementes foram eficientes no controle do caruncho do milho pipoca, contribuindo, significativamente, para a manutenção da integridade física das mesmas. É relevante ressaltar que o baixo índice de infestação, constatado nas sementes da testemunha (12,64%), pode ser explicado pelo fato da película

que envolve o endosperma do milho pipoca ser mais resistente que a do milho comum (Silva et al. 1993), a qual, provavelmente, dificulta a penetração do gorgulho no interior das sementes, mesmo assim, as sementes tratadas com os extratos de *Cymbopogon citratus* e *Nicotiana tabacum*, superaram a testemunha em 111%. Ademais o período de armazenamento foi de 45 dias.

Com relação à perda de peso das sementes provocadas pela infestação do *S. zeamais*, verifica-se que as sementes tratadas com os dois extratos (*C. citratus* e *N. tabacum*), os quais não diferiram entre si, foram eficientes, suplantando a testemunha em 208%. O caruncho do milho durante o seu desenvolvimento alimenta-se, principalmente, do endosperma das sementes e grãos, conseqüentemente, o rendimento será menor (Hagstrum et al., 1996). Esse processo de alimentação causa considerável perda de peso, redução dos nutrientes e poder de germinação.

Santos e Faroni (2002), tratando dos danos causado pelo *S. zeamais* sobre perdas qualitativas em trigo armazenado por três meses, observaram que na medida em que se aumenta o número de insetos na massa de trigo, maior também é a depreciação da matéria-prima, revelada pela perda de peso e peso hectolítrico.

É importante observar que as perdas quantitativas de peso, não retratam adequadamente a degradação nutricional do alimento, nem os danos indiretos, como disseminação de microrganismos, doenças, danos à estrutura e depósitos da unidade armazenadora, etc., nem as qualitativas que, nesse processo, se caracteriza pelas alterações na qualidade do produto em função da diminuição do valor comercial e se manifestam com alteração químicas, teor de umidade, condução de calor, transformações, consumo e aceitabilidade (Faroni et al., 1995).

Tabela 4.12. Índice de infestação e perda de peso de sementes de milho pipoca depois de 45 dias da aplicação dos extratos pelo método de pipetagem*

Tratamento	Infestação	Perda de peso
<i>Cymbopogon citratus</i>	1,02 b	3,17 b
<i>Nicotiana tabacum</i>	1,51 ab	3,92 b
Testemunha	2,67 a	10,92 a

* médias seguidas pela mesma letra ($DMS_{infestação} = 1,50$; $DMS_{perda\ de\ peso} = 1,12$) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente para infestação e perda de peso.

5. CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, concluiu-se com o presente trabalho que:

1. Os insetos adultos de *Sitophilus zeamais* são controlados igualmente com os extratos de *Citrus cinensis* (98,62%), *Cymbopogon citratus* (97,87%) e *Nicotiana tabacum* (96,50%), em todas as doses testadas e aplicadas pelo método do vapor.
2. Os extratos de *Nicotiana tabacum* e *Cymbopogon citratus* demonstraram ação ovicida, controlando esta fase imatura do *Sitophilus zeamais* em 96,55 e 95,07%, respectivamente.
3. O tratamento das sementes com os extratos de *Nicotiana tabacum* e *Cymbopogon citratus*, aplicados diretamente sobre a massa de milho pipoca, foi o método mais eficiente no controle do *Sitophilus zeamais* presente na massa de sementes.
4. Os extratos de *Nicotiana tabacum* (fumo) e *Cymbopogon citratus* (capim santo) foram eficientes no controle da infestação em 111% e redução de peso das sementes de milho pipoca, em relação à testemunha, em 208%, durante o armazenamento de 45 dias.
5. As sementes de milho pipoca tratadas com os extratos de *Nicotiana tabacum* e *Cymbopogon citratus* mantiveram a germinação das mesmas até os 45 dias da armazenagem e superaram a testemunha em 54%.
6. O teor de umidade das sementes de milho pipoca tratadas com os extratos de *Cymbopogon citratus* foi inferior em 0,98 e 0,74% b.u., as tratadas com o extrato de *Nicotiana tabacum* e a testemunha, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDOR, R.W. Inseticides In: GODFREY, C.R.A. (ed.) Agrochemicals from natural products. New York: Marcel Dekker, 1994. p.1.
- AGRIOS, G.N. Plant Pathology. New York: Academic Press, 1988. 803p.
- AGRIANUAL, Milho pipoca. <http://www.agronegociospc.com.br/clipping>. Acesso em: jun 02.
- AGROTEC, Lavras, v.25, n.5. p.1035-1042, set./out., 2001.
- ALMEIDA, A.A. Natureza dos danos causados por insetos em grãos armazenados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11. v.4, p.16-32 1987. Campinas-SP. Anais... Campinas: Fundação Cargill., 1987.
- ALMEIDA, S.A. Extratos vegetais no controle do *Callosobruchus maculatus* e seus efeitos na conservação do Feijão *Vigna unguiculata*. Campina Grande: UFCG, 2003. 80p. (Dissertação de Mestrado).
- ALMEIDA, F. de A.C.; ALMEIDA, S.A. de, SANTOS, N.R. dos; GOUVEIA, J.P.G. de; ARAÚJO, M. Controle do caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*) com extratos de origem vegetal. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB., 2004 (Aceito para publicação).
- ALMEIDA, F. de A.C.; GOLDFARB, A.C.; GOUVEIA, J.P.G. de. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus spp.* Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, PB, v.1, n.1, p.13-20, 1999.
- ALMEIDA, F. de A.C.; HARA, T.; MATA, M.E.R.M.C. Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1997. 291p.
- ALMEIDA, F. de A.C. e MORAIS, J. de S. Efeito do beneficiamento, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de amendoim. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v.22, n.2, p.27-33, 1997.
- ALMEIDA, F.de A.C.; VILLAMIL, J.M.P. Insetos plaga de los granos almacenados. Apostilha de almacenamiento de granos. Madrid/UPM, 2000, 25p.
- ANDERSON, K.; SCHURLE, B.; REED, C.; PEDERSEN, J. An economic analysis of producers decisions regarding insect controle in stoced-jeain. North Central Journal of Agricultural Economics, Urbana, v.12, p.23-29, 1990.
- ARAÚJO, A.M.B. Repelência e toxicidade de extratos vegetais sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), (Lepidóptera: Noctuidae). Dissertação de Mestrado, PRODEMA, Campina Grande, 1999. 106p.

- BEKELE, J.; HASSANALI, A. Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandascharicum* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pest. *Phytochemistry*, v.57, 2001, p.385-391.
- BEREMBAUM, M. Toxicity of a furanocoumarin to armyworms: a case of biosynthetic escape from insect herbivores. *Science*, v.201, n.5. p.523-534, 1978.
- BOYCE, A. M. In: METCALF, R.L.; MCKELVEY JÚNIOR., J.J. The future of insecticides. Needs and Prospects. New York: John Wiley, 1974.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/LANAR, 1992. 365p.
- CAMPOS, T.B.; BITRAN, E.A. Avaliação Experimental de prejuízos causados por *Sitophilus zeamais* Motschulsky em milho ensacado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Maceió, 1976. Resumos..., Maceió: SEB, 1976. p.121.
- CARIBÉ, J.; CAMPOS, J.M. Plantas que ajudam o homem. 11. ed. São Paulo: Pensamento, 1999, 143p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 424p.
- CARVALHO, R.A.; LACERDA, J.T. de; OLIVEIRA, E.F. de; CHOHIRY, S.A.; BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E. S. dos. Controle da fusariose antibióticos/control of fusarium fruit rot of pineapple with antibiotic plants. João Pessoa – EMEPA – PB, 2000, 37p.
- COIMBRA, R. Manual de fitoterapia, 2 ed. Belém, CEJUP, 1994, p.35-36.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 11 nov. 2002.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <http://www.conab.gov.br/agricola-SAFRA.Htm>. Acesso em: 03 fev. 2003.
- CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis no Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1981, p.707.
- CORRÊA, A.D.; BATISTA, R.S.; QUINTAS, L.E.M. Plantas Medicinais. Do cultivo à terapêutica. Petrópolis: Vozes, 1998, p.98-99.
- CRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H.H. Grain Storage. The role of fungi in quality loss. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1969. 139p.
- CROMBIE, L. In: CROMBIE L. (ed.) Recent advances in the chemistry of insect control I. London, Oxford: Royal Society of Chemistry, 1989.
- CROSBY, D.G. Minor Insecticides of Plant Origin. In: JACOBSON, M.E.; CROSBY, D.G. (ed.) . Naturally occurring insecticides. New York: Marcel Dekker, 1981. p.177-178.

- CUNHA, E.M. Efeito de produtos vegetais e da fosfina no controle do *Callosobruchus maculatus* e na qualidade fisiológica de sementes de caupi (*Vigna unguiculata*). Areia: UFPB, 2002, 37p. (Dissertação de Mestrado).
- DANTAS, I.C. Plantas Medicinais recursos Naturais e Humanos em Saúde. Campina Grande, UEPB, 1986, p.4.
- DROGAS. Fumo. Disponível em: www.drogasworld.hpg.ig.com.br/notina.htm. Acesso em 06 ago. 2003.
- FARONI, L.R.A. Principais pragas de grãos armazenados. In: ALMEIDA, F.A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. Armazenamento de feijão e sementes nas propriedades rurais. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.189-291.
- FARONI, L.R.A.; MOLIN, L.; ANDRADE, E.T.; CARDOSO, E.G. Utilização de produtos naturais no controle de *Acanthoscelides obtectus* em feijão armazenado. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v.20, n.1/2, p.44-48, 1995.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, I.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, G. Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GENEL, M.R. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Campaña Editorial Continental S.A. México. 1966. 300p.
- GRABE, D.F. Opportunities for progress in seed germination testing Mississippi, Seed technology Laboratory, 1968. p. 58-63.
- GUEDES, R.N.C.; LIMA, J.O.G.; SANTOS, J.P.; CRUZ, C.D. (1994). Inheritance of deltamethrin resistance in a Brazilian strain of maize weevil (*Sitophilus zeamais* Mots.). International Journal of Pest Management, n.40, p.103-106.
- GUERRA, M.S. Alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos. Brasília: EMBRATER, 1985. 165p.
- HAGSTRUM, D.W.; FLINN, P.W.; HOWARD, R.W. Ecology. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (eds) Integrated management of insects in stored products. New Yor: N. Dekker, 1996. p.71 -134.
- HALSTEAD, D.G.H. The separation of *Sitophilus zoamais* Motschulsky and *Sitophilus orizae* (L.) (Coleoptera Curculionidae), with a summary of their distribution. Entomologist's Monthly Magazine, v. 99, p. 72-74, 1963.
- HARA, T.; ALMEIDA, F. de A.C.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. Estruturas de armazenamento a nível de produtor. In: ALMEIDA, F. de A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. UFPB/SBEA, Campina Grande – PB, 1997, p.1-50.

- HENRICK, C.A. Pyrethroids. In: GODFREY, C.R.A. (ed.) Agrochemicals from natural products. New York: Marcel Dekker, 1994, p.63.
- HOANG, Y.; LAM, S.L. Biactivities of essential oil from *Elletaria cardamomun* to *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. Journal of Stored Products Research, v.36, p.107-117, 2000.
- JACOBSON, M. Botanical Pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. Insecticides of plant origin. Washing tren: American Chemical Sociely, 1989. Cap. 1, p.1-7.
- JACOBSON, M. Botanical Pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Ed.). Insecticides of Plant Origin. Annual of Chemistry Society. Washington: ACS, 1989. 213p.
- JENNINGS, K.R.; BROWN, D.G.; WHRIGHT, D.P. Mthylcaconitine, a naturally occurring inseticide with a high affinity for the insect cholinergic receptor. Experientia, v.42, n.6, p.11-613, 1986.
- KEILA, S.M.; VICENT, C.; SCHMIT, J.; ARNASON, J.T.; BELANGER, A. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicul and. O. gratissimum* applied as na insecticidal fumigant and powder to control *Collosobruchus maculatus*. Journal of Stored Products Research, v. 37, 2000, p. 339-349. Disponível em: www.elsevier.com/locate/jspr. Acesso em: 22 fev. 2003.
- KLOCKER, J.A.;BALANDRIM, M.A.; YAMASAKI, R.B. Toxicity and fate acetylchromenes in insects. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÉNE, B.J.R.;MORAND, P. (ed). Insecticides of plant origin – ACS Series N 387. New York: American Chemical Society, 1989. p.44.
- KUSCHEI, C. On problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae* complex (30th contribution. Col. Curculionidae). Annais Magazine Naturalist History, v.13, n.4, p.241-244, 1961.
- LAGUNES, T.A.; KETKAR, C.M. Properties and uses of neem, Azadirachta indica. Canadian Journal Botanicals, v.68, n.1-11. 1990.
- LALE, N.E.S. A laboratory study of the comparative toxyty of products from three spices to the maize, weevil. Postharvest Biology and Technology, v.2, p.61-64, 1992.
- LEE, S.M.; KLOCKE, J.A.; BARNABI, M.A.; YAMASAKI, R.B.; BALANDRIN, M.F. Inseticidal Constituents of Azadirachata indica and Melia azedarach (Meliaceae). In: HEDIN, P.H. (ed.). Naturally occuring pest bioregulators, ACS Symposium Series 449, Washington: ASC, 1991, p. 293.
- LOPES, D.C.; FONTES, R.A.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C. Perda de peso na composição química do milho (*Zea mays* L.) devido ao carunchamento. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.17, n.4, p.367-371, 1988.
- LORINI, I.; SCHNEIDER, S. Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa, Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1991. 48p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos).

- MALLMAM, M.M.; STOCK, L.; LINK, D. Avaliação do dano de *Sitophilus zeamais* em sementes de diferentes tipos de milho. Revista do Centro de Ciências Rurais, UFSM (RS), v. 18, n. 3/4, p. 209-218, 1988.
- MARICONI, F. de A.M. Inseticidas e seu emprego no combate às pragas, II. São Paulo: Nobel, 1988.
- MARTINS, E.R.; CASTRO, J.M.; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. Plantas Medicinais. Viçosa: UFV, 2000, p. 95-96.
- MATOS, F.J. Introdução à Fitoquímica Experimental. 2. ed. Fortaleza – CE: UFC, 1997. 141p.
- MATOS, F.J. Farmácias Vivas. 3. ed. Fortaleza: UFC, 1998, p.91-92.
- MORDUE (Luntz), A.J.; BLACKWELL, A. 1993. Azadirachtin: an update. J. Insect Physiol, v. 39, p. 903-924.
- MORGAN, R. Enciclopédia das ervas e plantas medicinais. São Paulo: Hemus, 1979, v. 1-4.
- NASCIMENTO, W.W.; BOITEVV, L.S. Influência do grau de umidade do grão na capacidade de expansão de milho pipoca. Horticultura Brasileira, Brasília, v.12, n.2, p.179-180, 1997.
- NEVES, B.P.; NOGUEIRA, J.C.M. Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadiracta indica*). Goiânia: EMPRAPA, CNPAF, APA, 1996. 32p. (Circular Técnica, 28).
- OLIVEIRA, F. Armazenagem: perdas e ganhos. Goiânia, GO, v.4, n.39, p.16-20, 2003.
- OLIVEIRA, M.M. Análise da eficácia de extratos vegetais no controle da praga, *Sitophilus spp* em grãos armazenado. Campina grande: Universidade Federal da Paraíba, 1998. 87p. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Agrícola).
- OLIVEIRA, M.M.; GOLDFARB, A.C.; OLIVEIRA, E.C.S. Efeitos dos extratos etanólicos de *Piper sp* e *Camellia sinensis* sobre o inseto praga *Sitophilus zeamais* (Coleóptero: curculionidae). In: Reunião anual da SBPC. São Luís: Anais..., 1999. 478p.
- OJI, O. Use of *Piper guíñense* in the protection of stored *Zea mays* against the maize weevil. Fitoterapia, v. 62, n.2, p. 179-182. 1991.
- PROCOPIO, S.O.; VENDRAMIM, J.D. Avaliação da atividade inseticida de diversos pós de origem vegetal em relação a *Acanthoscelides obtectus* (Say). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Salvador, 1997. Anais... Salvador: SBE, 1997. p.326.
- RAY, D.E. Pesticides derived from plants and other organisms. In: HAYES Jr.; W.J.; LAWS Jr., E. R. (ed.). Classes of pesticides. New York: Academic, 1991. 593p.
- REGNAULT-ROGER, C.; HAMRAQUI, A. Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* against its bruchid *Acanthoscelides*

- obtectus*. Journal of Stored Products Reseach, v. 29, n. 3, p. 259-264, 1993. Disponível em: www.elsevier.com/locate/jspr. Acesso em: 26 jan. 2003.
- REMBOLD, H. Azadirachtins. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.; MORAND, P. (ed.) Insecticides of plant origin. ACS Symposium Series 387, Washington: ACS, 1989. 150p.
- RODRIGUEZ, H.C.; VENDRAMIM, J.D. Toxicidade de extractos acuosos de Meliaceae em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Man. Integr. Plagas, v.42, p. 4-22. 1996.
- RODRIGUEZ, H.C. Propriedades praguicidas del epazote *Teloxys ambrosioides* (Chenopodiaceae). In: Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en El Combate de Plagas, 6, Acapulco, 2000. Memorias. Acapulco: SME, 2000. p.95-109.
- ROSSETO, C.J. O complexo de *Sitophilus spp*, no Estado de São Paulo. Bragantia, v.28, p.127-148, 1969.
- ROSSETO, C.J. Resistência de milho a pragas da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Piracicaba, 1972. 144p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SANTIAGO, E.J.A.; PINTO, J.E.B.P. Aspectos da anatomia foliar da pimenta longa (*Piper hisperdiryium* C. DC) sob diferentes condições de luminosidade, 2001, editora vela.Br/revista 25-5/ art. 01. PDF.
- SANTOS, J.P. Perdas causadas por insetos de grãos armazenados. In: Simpósio de Proteção de Grãos Armazenados, 1993, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Embrapa- CNPT, 1993. p.9-22.
- SANTOS, J.P.; CRUZ, I. Armazenamento e controle de pragas no milho armazenado. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1984, 29p. (Documento I).
- SANTOS, J.P.; FONTES, R.A. Armazenamento e controle de insetos no milho estocado na propriedade agrícola. Informe Agropecuário, v.14, n.165, p.40-45, 1990.
- SANTOS, J.P.; MAIA, J.D.G.; CRUZ, I. Efeito da infestação pelo gorgulho e traça sobre a germinação de sementes de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.25, n.12, p.1687-1692, 1990.
- SANTOS, R.N. Atividade tóxica de extratos vegetais no controle do *Sitophilus zeamais* e seus efeitos na qualidade fisiológica da semente de milho armazenado. Campina Grande: UFCG, 2003. 61p. (Dissertação de Mestrado).
- SAXENA, R.C. Insecticides from Neem. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (ed.) Insecticides of plant origin. Washington: American Chemical Society, 1989, p.110-129.
- SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. O agrônomo, Campinas, SP, v.53, n.2, 2001.

- SCHANUTTERER, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. Annual Review of Entomology, v.35, p.271-197, 1990.
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELO, J.C.P.; MENTE, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre, Florianópolis: Universidade/UFRGS/ed. da UFSC, 2001, p.397-425.
- HAGSTRUM, D. W. ; Flinn, P. W. ; HOWARD, R. W. Ecology . in: Subramanyam, B.;Hagstrum, D.W. (eds)Integrated managemente of insects in stored products. New Yor: N. Dekker,1996. p.71 -134.
- SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.71-78, 2002.
- SILVA JÚNIOR, A.A.; VIZZOTO, V.J. Plantas medicinais, aromáticas e fitoprotetoras. Agropecuária Catarinense, v.9, n.1, p.5-8, 1996.
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELO, J.C.P.; MENTE, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre, Florianópolis: ed. Universidade/ UFRGS/ed. De UFSC, 2001. p.397-425.
- SINHA, R.N. The stoced-jeain ecosystem. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIZ, W.E. (eds) Stoced-jeain ecosystems. New York: M. Dekker, 1995, p.1-33.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Controle da traça do tomateiro em Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.21, p.343-354, 1986.
- STAMPOULUS, D.C. Effects of four essential ail vapours on the oviposition and fecundity of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleopetra: Bruchidae) laboratory evaluation. Journal of Stored Products Research, v. 27, n. 4, p. 199-203, 1991.
- STOREY, C.I. Insects in the grain grades.Cereal foods world, v.33, n.4, p.359-61. 1988.
- SU, H.C.F. Insecticidal properties of black pepper to rice weevils and cowpea weevils. Journal of Economic Entomology, v.70, n.1, p.18-21, 1977.
- TAPONDJOU, L.A.; ADLER, C.; BOUDA, H.; FONTEM, D.A. Efficacy of powder and essential ail from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post harvest grain protectants against six-stored products beetles. Journal of Stored Products Research, v.38, p.395-402, 2002.
- TATSCH, P.; NETO ZOCH, A.; RODRIGUES, M.V. Avaliação da composição química dos extratos de majoricão seco (*Ocimum basilicum*) cultivado de forma convencional e hidropônica, R.S. Passo Fundo, 2003.
- TAVARES, C.G.A.M. Bioatividade da erva de Santa Maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. 1855 (Col.: Curculionídea). Piracicaba, SP: E.S.A.L.Q., 2002. 72p. (Dissertação de Mestrado).

VIEIRA, P.C.; FERNANDES, J.B. Plantas Inseticidas. In: SCHENKEL. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre, Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/ Ed. de FFSC, 1999, p.739-754 sid.

VIEIRA, L.S. Fitoterapia da Amazônia: Manual de Plantas Medicinais (A Farmácia de Deus). 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 347p.

ZINSLY, J.R; MACHADO, J.A. Importância do milho pipoca. Disponível em: www.ufv.br/milho/importancia-e-caracteristicas.htm. Acesso em: Dez. 2003.

ANEXOS

ANEXO

Tabela 4.13. Número de insetos mortos decorrentes da aplicação de 8 e 16 ml dos extratos no tratamento das sementes de milho pipoca

Tratamentos	Métodos de aplicação			Médias
	Pipetagem	com tubo	Sem tubo	
<i>Cymbopogon citratus</i>	88,75 abA	45,00 cB	34,50 bC	56,08
<i>Nicotiana tabacum</i>	92,00 aA	80,50 aB	62,25 aC	78,25
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	57,25 cA	42,25 cB	36,25 bB	45,25
<i>Citrus sinensis</i>	79,00 bA	67,00 bB	29,50 bC	58,50
testemunha	0,00 dA	0,00 dA	0,00 cA	0,00
Médias	63,40	46,95	32,50	

* médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (DMS= 10,78) e maiúscula na linha (DMS=9,23) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade